RIO 2019

GRAPHICA

XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

24 a 27 de Set 2019

Rio de Janeiro

RIO 2019
GRAPHICA

ANAIS

XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

GRAPHICA RIO 2019

Promoção

Colégio Pedro II

ABEG - Associação Brasileira de Expressão Gráfica

Realização

Departamento de Desenho do Colégio Pedro II

Organização Geral

Sandra de Araujo Barata Gomes

Rio de Janeiro, setembro de 2019

COLÉGIO PEDRO II

Reitor Oscar Halac

Pró-Reitoria de Administração

Jacqueline Bathomarco

Pró-Reitoria de Ensino

Eliana Myra de Moraes Soares

Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas

Virgília Augusta da Costa Nunes

Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional

Vera Lucia Lopes Medalha

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura

Marcia Martins de Oliveira

ABEG

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPRESSÃO GRÁFICA

Presidente Gilson Braviano

COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA
BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER
CATALOGAÇÃO NA FONTE

G766 Graphica 2019: International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design (13. : 2019 : Rio de Janeiro).

Anais Graphica 2019: International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 24 a 27 de setembro de 2019, Rio de Janeiro / Organização geral: Sandra de Araújo Barata Gomes. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, 2019.
1341 p.

ISBN: 978-85-7243-014-2

1. Artes gráficas. 2. Engenharia gráfica. 3. Desenho. 4. Arquitetura. I. Gomes, Sandra de Araújo Barata. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD: 700

Elaborada pela Bibliotecária Simone Alves da Silva. CRB-7: 5692.

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

À comissão organizadora do **GRAPHICA RIO 2019**

Ao Reitor Oscar Halac

Às Pró-Reitoras:
Eliana Myra de Moraes Soares
Marcia Martins de Oliveira
Vera Lucia Medalha

Ao Diretor Antônio Carlos Palmeira

Ao Diretor de Articulação Institucional Roberto Martin Perez

Aos Diretores Gerais do Colégio Pedro II

À Assessoria de Comunicação Social do Colégio Pedro II

Aos parceiros

Casa Firjan - Botafogo,
Instituto Federal do Rio de Janeiro,
Museu Histórico Nacional,
Pontifícia Universidades Católica - PUC e
Universidade Veiga de Almeida.

Homenagens

Às professoras Anita de Sá Delmás e Maria Helena Wyllie Rodrigues pelo reconhecimento do trabalho e dedicação à área de expressão gráfica.

Aos professores do Departamento de Desenho *in memoriam*
Berta Lopez Toste
Jorge Cesar Campos Masson
Paulo Cezar Gueralude Vasconcelos

RIO 2019
GRAPHICA

COMISSÃO ORGANIZADORA

COMISSÃO ORGANIZADORA

André Vieira Queiroz – CPII (Visualidades)

Andréia Silva Salvaterra – CPII (Tesouraria)

Andrea Correa - CP II (Evento)

Cassia Mousinho de Figueiredo - IFRJ Campus Belford Roxo (Comissão de Monitores)

Cristina Jardim Batista – (Comissão Científica / Divulgação)

Cristina Weissmann Seabra Salles – CPII (Colaboradora)

Cristina Pierre de França – CPII (Comissão Científica)

Diego dos Santos Gonçalves – Pós Graduação UFRJ (Colaborador)

Eduardo José Lanes - CP II (Colaborador)

Gilson Braviano – UFSC / Presidente da ABEG

Giselle Aparecida de Sousa Araujo – CPII (Comissão Científica / Inscrições)

Guacira Macêdo dos Santos – CPII (Comissão de monitores)

Íris Aparecida Brasil – CPII (Comissão Científica)

Jean Elias Abrahão Auzi Ribeiro – Pós graduação UFRJ (Comissão de monitores)

José Rodolfo Ribeiro Tavares – CPII (Tecnologia)

Luciene Maria de Souza Zanardi – CPII (Colaboradora)

Luciene Pereira de Araujo - CP II (Colaboradora)

Maria Cecília da Silva Barbosa – Graduação UFRJ (Comissão de monitores)

Nilza Cristina de Souza Culmant Ramos - CPII (Colaboradora)

Patricia Cristina Cardoso Generoso – CPII (Comissão de monitores)

Priscila Marquezine Gomes – CPII (Comissão Científica / Cerimonial / Inscrições)

Priscila Vidal de Castro - CPII (Divulgação)

Raphael Argento de Souza – IFRJ Campus Belford Roxo (Comissão Científica / Tesouraria / Comissão de Monitores)

Sheyla Godoy - CP II (Evento)

Colaboração Especial

Departamento de Espanhol

Departamento de Inglês

RIO 2019
GRAPHICA

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Este Congresso nasceu dos anseios e experiências dos professores que compõem a equipe de Desenho do Colégio Pedro II. Certos da importância do ensino do Desenho assumimos com entusiasmo a realização deste evento cuja relevância já está atestada pelo sucesso das edições anteriores.

A Comissão de Organização e o Comitê Científico do GRAPHICA RIO 2019 colocam, como prioridade, integrar a Educação Gráfica no enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, sugerindo temas que priorizam a pesquisa e a realização de projetos inovadores sobre a sustentabilidade, suas aplicações e conexões / interfaces entre o pensamento gráfico e as tecnologias.

A realização do Congresso numa escola de educação básica inaugura um momento ímpar para reafirmarmos o valor do Desenho como instrumento de formação de pensamento, criatividade e inovação e a necessidade premente de conquistar novos patamares na melhoria contínua do seu ensino.

Sandra de Araujo Barata Gomes

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

ARTIGOS

ENSINO

ENSINO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA COM O USO SIMULTÂNEO DE DUAS MÍDIAS: A FOLHA DE PAPEL E UM PROGRAMA DE MODELAGEM DIGITAL 22
GANI, Danusa Chini

O USO DO DESENHO DE OBSERVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE REPERTÓRIO ARQUITETÔNICO 33
ARAUJO SILVA, Dorcas F.
CIOCHI SOUZA, João F.
GALDINO, Yara S. N.

ATELIÊ DE PROJETO - SUPERANDO O PARADIGMA: DO ABANDONO DA PRANCHETA PARA A INSERÇÃO DAS FERRAMENTAS DIGITAIS 45
DINIZ, Luciana Nemer
QUEIROZ, Joana Costa de Miranda

AINDA UTILIZAMOS NANQUIM – O USO DA AGUADA DE NANQUIM NA FORMAÇÃO DE ARQUITETOS 56
DINIZ, Luciana Nemer
MARINS, Igor Klein da Silva
RIBEIRO, Rodrigo Martins

DESENHO DE VEGETAÇÃO A CORES PARA EXPRESSÃO 67
NEMER, Luciana
RODRIGUEZ, Juliana

CRIAÇÃO DE VÍDEOS EDUCATIVOS: EXPERIÊNCIA DIDÁTICA EM DISCIPLINA DA ÁREA DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA 79
MANICA, Carlo Rossano
RAUPP, Lucas
STUMPP, Monika Maria

COLAR EM PROVAS DE DESENHO GEOMÉTRICO: CONTRAVENÇÃO OU OPORTUNIDADE DE APRENDIZADO? 86
BRAVIANO, Gilson
BRAVIANO, Giselle Piucco

O USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE DESENHO ARQUITETÔNICO E TOPOGRÁFICO 97
GOULART, Shane Aparecida Soares
CRUZ, Andréa Cristina Félix da
MENEZES, Eduarda Gomes de Oliveira

A PRÁTICA DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA NA DISCIPLINA DE SKETCH E RENDERING NO DESIGN DE PRODUTO 108
PAZMINO, Ana Veronica
MEDERIOS, Ivan Luiz de

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

AS NOTAÇÕES GRÁFICAS COMO INSTRUMENTO DE REGISTRO, ESTUDO E CONSTRUÇÃO DE REPERTÓRIO ARQUITETÔNICO. FUNCIONALIDADE E CONFORTO AMBIENTAL NO INSTITUTO MOREIRA SALLES, RJ. 119
REIS-ALVES, Luiz Augusto dos
VASQUES, Michelle T. P. C.

ENSINO DE FERRAMENTAS PARAMÉTRICAS EM ARQUITETURA: UM EXPERIMENTO DIDÁTICO 131
ALMEIDA, Caio Augusto Rabite de
BRANDÃO, Guilherme Valle Loures
SOUZA, Jaqueline Leite

REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO E ANÁLISE DE DECISÕES PROJETUAIS EM ARQUITETURA 140
ALMEIDA, Caio Augusto Rabite de
AMARAL, Wilian Daniel Henriques do
SOUZA, Jaqueline Leite

BREVE ANÁLISE SOBRE A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO CONTINUADA EM DESENHO 150
AMARAL, Claudia Francia

ENSINO DE GEOMETRIA GRÁFICA POR MEIO DA ANIMAÇÃO – O CASO DOS POLIEDROS 158
LUCIANO, Patrícia Turazzi
TAPARELLO, Gladys Ilka Klein
VAZ, Carlos Eduardo Verzola

UMA EXPERIÊNCIA COM O USO DE FERRAMENTAS CAD/BIM NA DISCIPLINA DESENHO GEOMÉTRICO E GEOMETRIA DESCRITIVA 167
BARISON, Maria Bernardete
SANTOS, Eduardo Toledo

ENSINO DO PROJETO DE ARQUITETURA E MODELAGEM ASSOCIADOS AOS SISTEMAS GEOMÉTRICOS DE REPRESENTAÇÃO 179
XAVIER, Ivan Silvio de Lima

AFETIVIDADE NO ENSINO DE DESENHO NO COLÉGIO PEDRO II – CAMPUS ENGENHO NOVO II 189
IZAR, Soraya Barcellos
LIMA, Jorge Marcelo Alves de
SILVA, Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da

ESTRATÉGIAS DE PROJETO DA PAISAGEM EM ACÚSTICA URBANA 201
SIMAS, Tarciso Binoti

FATORES DE REFERÊNCIA E CRITÉRIOS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DO SKETCHING 213
MEDEIROS, Ivan Luiz
SENNA, Carlos Eduardo

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

PROJETO DE SISTEMA DE IDENTIDADE VISUAL EM CURSO DE DESIGN GRÁFICO COM APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA **221**
ARAÚJO, Eduardo Fernandes
RÊGO, Rejane de Moraes
SOUZA, Eduardo Antônio Barbosa de Moura

METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS À DISCIPLINA DE HISTÓRIA DAS ARTES PARA ALUNOS DE ARQUITETURA E URBANISMO **234**
TRANJAN, Cristina Grafanassi
VALLE REGO, Fernando Rabello

NÍVEIS DE COMPUTABILIDADE NO ENSINO DE ARQUITETURA NO BRASIL: UM PANORAMA A PARTIR DOS GRAPHICAS 2005-2015 **244**
SPERLING, David Moreno
VASCONSELOS, Tássia Borges de

EDUCAÇÃO GRÁFICA NA FORMAÇÃO CONTEMPORÂNEA: I NOVAÇÃO E TECNOLOGIA A PARTIR DE UM PROCESSO DE GAMIFICAÇÃO **255**
DIAS, Cynthia Macedo
FARBIARZ, Alexandre
XAVIER, Guilherme

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM EM DESENHO TÉCNICO (AVA-DT) **268**
NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida
RODRIGUES, Artur Moreira
THOMAZINI, Ábila do Nascimento

TELHADOS - FORMAS GEOMÉTRICAS **277**
LUBIANA, Juliana Dalcin
NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida
RODRIGUES, Artur Moreira

COMBINAÇÕES E INTERSEÇÕES GEOMÉTRICAS **286**
LUBIANA, Juliana Dalcin
RODRIGUES, Artur Moreira
THOMAZINI, Ábila do Nascimento

DESIGN E GAMIFICAÇÃO DE UM CONTEÚDO DA FILOSOFIA PARA A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA **297**
GARONE, Priscilla Maria Cardoso
NESTERIUK, Sérgio

A IDEIA DE MOVIMENTO PARA A COMPREENSÃO DA GEOMETRIA DESCRITIVA COM VÍDEO PRODUZIDO POR ALUNO **308**
LANES, Eduardo J

DESENHO: EDUCAÇÃO, LEGISLAÇÃO E HISTÓRIA **319**
BORGES, Mariane Brito Azevedo
PINTO, Beatriz dos Ramos

GERANDO VISTAS AUXILIARES SECUNDÁRIAS A PARTIR DE MODELOS 3D NO SOFTWARE AUTOCAD **325**
BARBOZA, Katherine Martins
SOUZA, André Antônio de

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

ANÁLISE DE DESIGN DOS PERSONAGENS EM "IRMÃO DO JOREL" 336
SANTOS, David Francisco Viana Mendonça dos

APRENDIZAGEM ATIVA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL: O CASO DO PBL EM GEOMETRIA DESCRITIVA. 348
CARVALHO, Myrian Batista de
CAVALCANTI, Ana Cláudia Rocha
DE SOUZA, Flávio Antonio Miranda

GEODESICS IN ARCHITECTURE: FROM GRAPHIC REPRESENTATION TO NATURAL SCALE CONSTRUCTION 360
BRAIDA, Frederico

ENSINO DE DESENHO COM USO DE ELEMENTOS DA LINGUAGEM VISUAL VOLTADO À EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA SURDOS 371
SILVA, Alix Ribeiro da
ULBRICHT, Vania Ribas

METODOLOGIAS HÍBRIDAS NO ENSINO DE DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL 382
COSTA, Gleison Bruno
FERREIRA, Luciana Patrícia
FIGUEREDO,Vitória Aparecida Barboza

A MODELAGEM DIGITAL COMO AUXÍLIO DA PERCEPÇÃO DO OBJETO ARQUITETÔNICO EM ENSINO DE PROJETO 393
JANUÁRIO, Pedro Miguel Gomes
XAVIER, Janine Fonseca Matos
XAVIER, Luis Gustavo de Souza

DESENHO GEOMÉTRICO E LADRILHOS HIDRÁULICOS HISTÓRICOS: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA 400
SOBRAL FILHA, Doralice Duque
RIBEIRO, Vitória de Carvalho dos Santos

RESSIGNIFICANDO O PROFISSIONAL LICENCIADO EM EXPRESSÃO GRÁFICA OU POR ONDE ANDA *MEU* PROFESSOR DE DESENHO? 411
GALVÃO, Thyana Farias

ZINES E INTERDISCIPLINARIDADE EM DESENHO 422
BATISTA, Cristina Jardim
IZAR, Soraya Barcelos

A ILUSTRAÇÃO NO LIVRO DE LITERATURA PARA CRIANÇAS E JOVENS: ESTÉTICA E NARRATIVIDADE PARA A FORMAÇÃO VISUAL DO LEITOR 433
FARBIARZ, Jackeline Lima
LACERDA, Maíra Gonçalves

UTILIZAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL EM EXERCÍCIOS APLICADOS À GEOMETRIA DESCRITIVA 444
LEITE, Kelma Pinheiro
SOUSA, Hygor da Silva Lima

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

DESENHO, LINGUAGEM "UNIVERSAL" CUJA GRAMÁTICA POUCOS DOMINAM, MUITO POUCOS ENSINAM E A MAIORIA IGNORA 453
BUENO, Marcelo da Silva

ENSINO-APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA DESCRITIVA POR MEIO DE JOGO DE MONTAGEM 463
ALEXANDRINO, Letícia Keroly Bezerra
LEITE, Kelma Pinheiro

PROJETANDO COM CUBOS E A CONSCIENTIZAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E DA NOÇÃO DE ESCALA: UM RELATO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO 473
BRAIDA, Frederico
FONSECA, Juliane Figueiredo

UMA PROPOSTA INTERDISICPLINAR DE ENSINO DE PERSPECTIVA 483
MARQUES, Janaína Carneiro

DO DESENHO AO DIAGRAMA: UMA TRADIÇÃO EM ANÁLISE GRÁFICA 494
SANTOS, Nayhara Martins dos
NEIVA, Simone

DESIGN PARAMÉTRICO E MODELAGEM ALGORÍTMICA: OS EFEITOS DE SEUS CONCEITOS E TÉCNICAS PARA O ESTUDANTE DE ARQUITETURA 503
PUPO, Regiane
VOLTOLINI, Giovani

PESQUISA

A LEITURA DA IMAGEM LINEAR NO LIVRO ÀGRAFO 516
ALENCAR, José Salmo Dansa de

A NATUREZA DA FORMA E AS FORMAS DA NATUREZA: O DESENHAR COMO MEIO DE APREENSÃO E ENTENDIMENTO FORMAL 528
ARAÚJO, Dorcas
GALDINO, Yara
SANTOS, Lucas Luan dos

NORMAS TÉCNICAS X REPRESENTAÇÃO GRÁFICA NA ERA DIGITAL: ADEQUAÇÃO NECESSÁRIA? 536
COUTINHO, Henrique J. S
MARAGNO, Gogliardo V.
NUNES, Cristina C.

O USO DE TABLETS NO ENSINO DE DESENHO: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA 547
FELIN, Pauline Fonini
STUMPP, Monika Maria

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

GESTÃO DA INFORMAÇÃO GRÁFICA DIGITAL: UM ESTUDO EM CONSTRUTORAS DE RECIFE/PE 558
CARVALHO, Gisele Lopes de
FULGÊNCIO, Vinicius Albuquerque
PUTTINI, Carolina

CONTRADIÇÕES DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA ARQUITETÔNICA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A NBR-6492 E LIVROS DIDÁTICOS 568
FULGÊNCIO, Vinicius Albuquerque
PUTTINI, Carolina

TENDÊNCIAS CONTEMPORÂNEAS NO DESENVOLVIMENTO DE IDENTIDADES VISUAIS – AS MARCAS DINÂMICAS 577
GRIMALDI, Madalena Ribeiro
SOUZA, André Antônio de

O CÓDIGO DE OBRAS MUNICIPAL DE FEIRA DE SANTANA - LEI 3472/2014 - E A QUESTÃO DA ACESSIBILIDADE EM AMBIENTES RESIDENCIAIS 588
ANDRADE, Mariana Sousa
TEIXEIRA, Nilo Márcio de Andrade

MÓDULO GEOMÉTRICO EM QUATRO RESIDÊNCIAS PROJETADAS POR FRANK LLOYD WRIGHT. UM ESTUDO GRÁFICO POR MEIO DE DESENHOS, MODELOS FÍSICOS E DIGITAIS 598
BOTENE DA SILVA, Leonardo
TAGLIARI, Ana

QUEM SOMOS? O QUE FAZEMOS? PARA ONDE VAMOS? UMA REFLEXÃO EPISTEMOLÓGICA SOBRE A GEOMETRIA GRÁFICA 609
CARNEIRO-DA-CUNHA, Maximiliano W.
GUSMÃO, Mariana Buarque Ribeiro de
LOPES, Andiara Valentina de Freitas e

CONSTRUINDO UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA TENDO COMO SUPORTE A INVESTIGAÇÃO E O DESENHO TÉCNICO 619
ANJOS, Telma Dias Silva dos
PEREIRA, Tânia Regina Dias Silva

SIMULAÇÃO DE MATERIAIS VIRTUAIS E PSEUDO-FÍSICOS NA ENGENHARIA: BAMBU 627
DA COSTA, Gleison Bruno
FERREIRA, Luciana Patrícia
SANTOS, Henrique Alves

INCLUSÃO DO USUÁRIO NA FASE INICIAL E FINAL DE UM SISTEMA DE WAYFINDING: UM ESTUDO PARA A BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA 637
AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins
ANDRADE, Andrea Faria
COELHO, Laureen Nathali Rousis

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

DIFERENTES MODOS DE REPRESENTAR ARQUITETURA NA OBRA DE OITO ARQUITETOS MODERNOS E CONTEMPORÂNEOS: ENTRE TEORIA, PROJETO E REPRESENTAÇÃO 646
FLORIO, Wilson
TAGLIARI, Ana

DESIGN E COMUNICAÇÃO GRÁFICA EM APRESENTAÇÕES PROJETUAIS DE ARQUITETURA: O CASO DO KUNSTHAL DE OMA NO LIVRO S, M, L, XL 657
Souza, Gabriel Girnos Elias de

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS DE EDIFICAÇÕES VIA METODOLOGIA BIM – INTEGRAÇÃO ENTRE SOFTWARES DE PROJETO 669
RODRIGUES, Glauco José de Oliveira
SANTOS, Natália Victoria

A LINGUAGEM GRÁFICA DE LYGIA PAPE PARA O "CINEMA NOVO". FILME: MANDACARU VERMELHO (1961) 679
MARTINS, Maria Clara Amado

UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA COM SÓLIDOS DE PAPEL EM DISCIPLINAS DE DESENHO TÉCNICO NO CAMPUS PATOS DO IFPB. 689
ARAÚJO, Bruna Lima de
NUNES, Angela Araújo
ROCHA, Maria Heloísa Furtunato

COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA VOLTADA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE PICTOGRAMAS: UM ESTUDO COM ALUNOS SURDOS 699
SILVA, Alix Ribeiro da
ULBRICHT, Vania Ribas

DESENHO DE OBSERVAÇÃO COMO MEIO DE VALORIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO: O CASO DE TORRES VEDRAS 710
ASSUMPÇÃO, Ana Laura
CASTRAL, Paulo César
LANCHA, Joubert José

O REFERENTE ENQUANTO *OBJET TROUVÉ*, PERSPECTIVAS DE LEITURA DO ESPAÇO URBANO ATRAVÉS DO FOTOLIVRO PARANOIA 719
GAMBARDELLA, Ana Luiza Rodrigues

O USO DA FIGURA HUMANA NAS IMAGENS DIGITAIS FOTORREALÍSTICAS DE PROJETOS DE INTERIORES 728
BRAIDA, Frederico
CHAGAS, Icaro
ZANCANELI, Mariana Alves

A TECNOLOGIA ASSISTIVA E A PERCEPÇÃO VISUAL NO PROCESSO DE INCLUSÃO AO ENSINO TÉCNICO NO PROEJA 740
PACHECO, Lilian Miranda Bastos
RAMOS, Maria Estela Smolka

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

ESTRATÉGIAS DE REPRESENTAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE MODELOS TÁTEIS POR IMPRESSÃO 3D: APLICAÇÃO EM UM ACERVO DE MUSEU 752
MONTONE, Maurício Costa
NUNES, Cristiane dos Santos
SILVA, Adriane Borda Almeida da

IMAGENS EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA NO ENSINO DE EXPRESSÃO GRÁFICA 763
COSTA, Deise Maria Bertholdi
MEDINA, Simone da Silva Soria
SOUZA, Luzia Vidal de

IMAGENS E COTIDIANOS: ESTUDO DE CASO SOBRE LEITURAS GRÁFICAS DE SUJEITOS E SEUS IMAGINÁRIOS NO FILME AMARELO MANGA 771
CASTRAL, Paulo Cesar
SANTOS, Paul Newman dos

FERRAMENTA DE APOIO AO ENSINO DE DESENHO ARQUITETÔNICO: ETAPAS INICIAIS DE UM MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS. 782
BATISTA, João Vitor Fernandes
NUNES, Angela Araújo
SILVA, Danielle de Freitas

INTENCIONALIDADES NO ESBOÇO: O DESENHO EM ÁLVARO SIZA 792
CENTINI, Rodrigo

A GRÁFICA DIGITAL COMO MÉTODO DE PESQUISA HISTÓRICA EM ARQUITETURA E URBANISMO: ESTUDO DE CASO SOBRE ROBERTO SEGRE E O MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E SAÚDE 804
ALBRECHT, Betina
BATISTA, Gabriel Nunes
GERHEIM, Vivian

REPRESENTAÇÕES DE UM CUBO POR ESTUDANTES DE ARQUITETURA: UM EXERCÍCIO FORMATIVO PARA A DOCÊNCIA 813
BORDA, Adriane Almeida da Silva
NOGUEIRA, Tatiane Brisolara
ROCHA, Luciana Sandrini

EXPLORING THE POTENTIAL OF THE FOURTH DIMENSION AS A SPECULATIVE DESIGN ELEMENT: REFLECTIONS AND APPLICATIONS 825
WANICK, Vanissa

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

PROJETOS

EVOLUÇÃO DOS PROJETOS DE ARQUITETURA DOS APARTAMENTOS DE CASA FORTE, RECIFE-PE NOS ÚLTIMOS CINQUENTA ANOS **837**
BACHMANN, Isadora
FIGUEIREDO, Millena
FONSECA, Tatiana

DESENVOLVIMENTO DE MODELO 3D DIGITAL DE SISTEMA DIGESTÓRIO EQUINO **847**
CARBONI, Márcio Henrique de Sousa
SILVA, Gabrieli Jaguszewski da

SKETCH, MODELAGEM DIGITAL E IMPRESSÃO 3D: A PERCEPÇÃO DO DESIGNER NA CONSTRUÇÃO DE PEÇAS PARA ENSINO DE DESENHO TÉCNICO **856**
ANDRADE, Laert dos Santos
PEDERASSI, Matheus Arantes
SILVA, Fernando Henrique Leite

PROJETO CERÂMICO, PATRIMÔNIO E PRODUTO SUSTENTÁVEL EXTENSÃO, ENSINO SUPERIOR, INDÚSTRIA e SOCIEDADE **865**
FRADE, José Manuel C. B. C
VIEIRA, Josiane Wanderlinde

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS UTILIZANDO CONCEITO BUILDING INFORMATION MODELING NA FERRAMENTA REVIT MEP **875**
BORGES, Mariane Brito Azevedo
BORGES, Paulo Victor de Souza
SILVA, Jessica Monteiro da

DESIGN E APLICABILIDADE INTERATIVA EM REALIDADE VIRTUAL: O CASO DO JOGO *DON JORGE VRXP* ***884***
LEITE, Vinicius
WANICK, Vanissa
XAVIER, Guilherme

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE HURST PARA ANÁLISE DE RUPTURA DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM APOIO DE SOFTWARE GRÁFICO **894**
ALMEIDA III, Pedro Rodrigues
FERREIRA, Luciana Patrícia
MELO, Yasmim Teixeira Gomes de

UMA PRAÇA PARA O PILAR: PROJETO DE REQUALIFICAÇÃO ESPACIAL NA COMUNIDADE DO PILAR, RECIFE-PE **902**
MONTEIRO, Laysa Cibelle Alves
NASCIMENTO, Karoline Lima do
TORREÃO, Maria da Graça de Albuquerque

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

GERAÇÃO DE MODELOS GEOMÉTRICOS DE CIDADE A PARTIR DO PROCESSAMENTO DE NUVENS DE PONTOS: ESTUDO DE CASO NO CENTRO HISTÓRICO DE SALVADOR **913**
GROETELAARS, Natalie Johanna
NASCIMENTO, Adaildes Moreira do

MODELAGEM 3D E PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA PRODUÇÃO DE JOIAS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS **924**
AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins
AGUIAR, Giancarlo de França
GOLDBACH, Eduardo Augusto

ROBÔ CORTADOR DE GRAMA AUTÔNOMO PARA USO RESIDENCIAL **933**
PINA FILHO, Armando Carlos de
PINTO, Victor Hugo de Oliveira
SILVA, Eliseu Ferreira da

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS COMPLEMENTARES UTILIZANDO MODELAGEM PARAMÉTRICA: ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL **944**
FONSECA, Maiara B.
PRUDENTE, Daniel N.
SOUSA, Pablo G.

PROCESOS DE DISEÑO GENERATIVO ATRAVÉS DE REGISTROS CIMÁTICOS: ETAPA DE FORM FINDING EN EL DISEÑO DE HUERTA URBANAS BASADAS EN PRINCÍPIO DE ACUAPONIA. **953**
DURÁN, Elvert
CORREIA DE MELO, João Victor
RIPPER, José Luiz

ESPAÇOS INOVADORES DE E EM ENSINO APRENDIZAGEM **964**
FARBIARZ, Jackeline Lima
SANTOS, Felipe

PROJETANDO MARTE: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO BRASILEIRO DE EXPLORAÇÃO ESPACIAL À TRAÇÃO HUMANA **973**
GOMES, Karina Karim
LETA, Fabiana Rodrigues

REFLEXÕES SOBRE A PRÁXIS EM DESIGN VISUAL NO DESENVOLVIMENTO DA MARCA *GRAPHICA 2019* ***984***
QUEIROZ, André Vieira

APLICAÇÃO

RÉPLICA DE OBJETOS DE ARTE POR MEIO DE FOTOGRAMETRIA E PROTOTIPAGEM RÁPIDA **994**
FERREIRA, Cristiano Corrêa
LUCAS, Francisco Carlos Rodrigues
TRANJAN, Cristina Grafanassi

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

DESENHO, GEOMETRIA E BIOINFORMÁTICA: A IMPORTÂNCIA DE CONHECIMENTOS DE GEOMETRIA PARA INTERPRETAÇÃO DE DADOS BIOLÓGICOS 1004
PIRES, Vicente Salgado
DE MESQUITA, Joelma Freire

PROTOTIPAGEM RÁPIDA E MAQUETES TÁTEIS: ORIENTAÇÃO ESPACIAL PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL 1013
BARRIONUEVO, Juliana
CARBONI, Márcio Henrique de Sousa

REPRESENTAÇÃO DA FORMA: CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESENHO CRIATIVO 1024
BARIZÃO, Othávio Vieira
SOUZA, Rafael Ferreira de

CRESCIMENTO ORIENTADO POR REGRAS: UM ESTUDO DE CASO APLICADO NA IMPLANTAÇÃO DE EDIFÍCIOS 1036
MARTINO, Jarryer Andrade de
ROSA, Naomy Cristine Penha

VISUALIZAÇÃO EM AMBIENTES DINÂMICOS COMO FACILITADOR NO ENSINO DE SIMETRIAS E PAVIMENTAÇÕES 1046
ALVES, Daniele Simas Pereira
COSTA, Liliana Manuela Gaspar Cerveira da
GOMES, João Domingos da Silva Junior

EXPOSIÇÃO VIRTUAL INTERATIVA: UMA EXPERIÊNCIA NO NÚCLEO DE ARTE GRANDE OTELO 1058
LIMA, Alvaro José Rodrigues de
LIMA, Luciana Guimarães Rodrigues de

MORFOGÊNESE COMO PROCESSO DE PROJETO DIGITAL 1067
MARTINO, Jarryer Andrade de
NUNES, Caio Muniz

O USO DA MANUFATURA ADITIVA E SUA APLICAÇÃO EM PROJETOS ARQUITETÔNICOS E APRENDIZAGEM 1078
SACCHELLI, Carlos Maurício
SILVA, Amanda Izabel Dutra

TÉCNICAS DE CORTES EM MAQUETES FÍSICAS – UMA ANÁLISE COMPARATIVA 1088
CANTREVA, Philipe
NEMER, Luciana

ARQUEOLOGIAS DA PROGRAMAÇÃO EM ARQUITETURA: GRUPO ARCHIGRAM, PLUG-IN CITY E COMPUTER CITY 1099
KAMIMURA, Rodrigo

MATERIAL DIDÁTICO ADAPTADO NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL 1110
AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins
ANDRADE, Andrea Faria
PASQUAL, Fernanda Dal

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

A PROTOTIPAGEM NA PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL NO ENSINO DE DESENHO 1120
AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins
ANDRADE, Andrea Faria
GARCIA, Gabriela Rodriguez

APPLYING GAMES DESIGN THINKING FOR SCIENTIFIC DATA VISUALIZATION IN VIRTUAL REALITY ENVIRONMENTS 1131
WANICK, Vanissa
CASTLE, Jess
WITTIG, Alexander

TRANSFORMAÇÕES NO ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA NA FAU/UFRJ 1142
CHOKYU, Margaret Lica
MARQUES, Aline Calazans
NASCIMENTO, João Gabriel Affonso

AMBIENTE WEB DE REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL PARA VISUALIZAÇÃO DOS PLANETAS DO SISTEMA SOLAR 1152
SIQUEIRA, Paulo Henrique

APLICAÇÃO DE CONCEITOS GEOMÉTRICOS NOS CURSOS DE DESIGN POR MEIO DA ETNOGEOMETRIA 1164
MACHADO, Silvana Rocha B
VERTULLI, Marcos Jerônimo A

DOCUMENTAÇÃO PATRIMONIAL NA ERA DIGITAL: ESTUDOS SOBRE LASER SCANNER E FOTOGRAMETRIA 1175
SILVA, Giulia Ravanini
VIZIOLI, Simone Helena Tanoue

O DESENHO DIGITAL FRENTE A CULTURA DO DESENHO NA FOTOGRAFIA DAS REDES SOCIAIS 1186
AMORIM, Robson Bastos
FERREIRA, Edson Dias

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA POR MANUFATURA ADITIVA NA PRODUÇÃO DE UMA CÂMERA FOTOGRÁFICA ANALÓGICA PINHOLE: DA CONSTRUÇÃO DO OBJETO À REVELAÇÃO DAS FOTOS 1194
HELLMEISTER, Luiz Antonio Vasques
MARGADONA, Laís Akemi
PORSANI, Rodolfo Nucci

TENTATIVAS DE DEFINIÇÃO DO DESIGN - UM CONCEITO EM EXPANSÃO 1204
SANTOS, Arthur H

MODULAÇÃO DOS CEMUNIS: ESTUDO DE CASO A PARTIR DOS SISTEMAS GENERATIVOS 1214
BRAGA, Gabriela Mindas
MARTINO, Jarryer Andrade de

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

RELEVÂNCIA DA PLATAFORMA BIM NO MELHORAMENTO DE PROJETOS DE ESTRADAS E RODOVIAS NO CENÁRIO NACIONAL 1223
COSTA, Camilla Dourado Souza
SULZ, Ana Rita

DESENVOLVIMENTO DE ANIMAÇÃO LEVANDO EM CONTA ASPECTOS PSICOLÓGICOS A RESPEITO DA MORTE - WHAT'S DEATH 1233
PEREIRA, Douglas D.
PORSANI, Rodolfo N.
SILVA, Guilherme B

QUINTA DA BOA VISTA AUMENTADA: UM PERCURSO INTERATIVO PELO PATRIMÔNIO 1243
ALMEIDA, Ana Carolina Moreno de
PARAIZO, Rodrigo Cury
VIZIOLI, Simone Helena Tanoue

VISUALIZAÇÃO DOS POLIEDROS DE ARQUIMEDES ATRAVÉS DE UM AMBIENTE WEB DE REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL 1250
SIQUEIRA, Paulo Henrique

RESUMOS EXPANDIDOS

ENSINO

MULTIPLICIDADE DO OLHAR: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA EM PROGRAMA DE MODELAGEM DIGITAL 1262
BARBOSA, Maria Cecília da Silva
GANI, Danusa Chini

PRÁTICAS PARA VISUALIZAÇÃO EM DESENHO TÉCNICO: AULAS INTRODUTÓRIAS DE DESENHO TÉCNICO 1267
BRAVO, George

DESENHO: CONTEXTUALIZADO E CONTEXTUALIZANDO 1272
SANTOS, Guacira Macêdo dos

AS TRANSFORMAÇÕES PONTUAIS E O NEOMANUELINO NO REAL GABINETE PORTUGUÊS DE LEITURA: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO 1277
IZAR, Soraya Barcellos
NOVAL, Maria Begoña Salgado
VIANNA, Sonia Sá

TRABALHO DE HABILIDADE ESPECÍFICA EXTENSIVO À COMUNIDADE 1281
BRASIL, Iris

RIO 2019
GRAPHICA

SUMÁRIO

PESQUISA

MAIS COM MENOS – CRIANDO CALIGRAMAS A PARTIR DE CONCEITOS MATEMÁTICOS 1287
TENÓRIO, Marlon

A EXPRESSÃO GRÁFICA NOS FILMES DA ARTISTA PLÁSTICA LYGIA PAPE. ESTUDO DE CASO: FILME "ESPAÇO IMANTADO". 1291
MATHIAS, Priscilla Batista

TIPOGRAFIA SEM LIMITES: UMA ANÁLISE DOS TIPOS VERNACULARES DE BAURU 1297
ANDRADE, Ana Beatriz Pereira
CAMILO, Vitor Leite

A GEOMETRIA DOS ARCOS ARQUITETÔNICOS DO ACERVO ECLÉTICO CARIOCA: O CASTELO MOURISCO DA FIOCRUZ 1301
ARAUJO, Gabrielle C. S. Braga
LIMA, Karine de Amorim de
SOBRAL FILHA, Doralice Duque

PROJETOS

APLICAÇÃO DE JOGO LÚDICO PARA CONSCIENTIZAÇÃO DE CRIANÇAS NA TEMÁTICA ÁGUA 1307
CORRÊA, Camila
NATIVIDADE, Jadia
SOUZA, Ana Carolina

O OLHAR CURVO DO UNIVERSO: MONTAGEM DE UMA EXPOSIÇÃO MULTISSENSORIAL EM COMEMORAÇÃO AO CENTENÁRIO DO ECLIPSE DE SOBRAL- CE, EM 1919 1312
BRASIL, FERNANDES, Sandro Soares

APLICAÇÃO

REALIDADE AUMENTADA APLICADA ÀS APOSTILAS DE DESENHO NO ENSINO MÉDIO DO COLÉGIO PEDRO II 1318
GENEROSO, Patrícia Cristina Cardoso

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS DO CORPO HUMANO PARA ESTUDOS NA MEDICINA 1323
AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins
CARBONI, Márcio Henrique de Sousa
VALETON, Caroline

PÔSTERES 1327

RIO 2019
GRAPHICA

ARTIGO

ENSINO:
Educação gráfica na formação contemporânea

24 a 27 de outubro de 2019

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ENSINO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA COM O USO SIMULTÂNEO DE DUAS MÍDIAS: A FOLHA DE PAPEL E UM PROGRAMA DE MODELAGEM DIGITAL

GANI, Danusa Chini[1],

Resumo

Este artigo expõe uma experiência didática de ensino da representação gráfica, que privilegia o desenvolvimento do pensamento geométrico em lugar de uma técnica específica. Para tal, faz-se o uso concomitante de duas mídias diversas, a tradicional e a digital. Sob o argumento de que o desenho de um objeto depende, fundamentalmente, da sua perfeita compreensão, procura-se desenvolver no estudante a habilidade de descrever a geometria de uma configuração tridimensional por meio de uma prática voltada para a educação do olhar.

Palavras-chave: educação do olhar; geometria descritiva; experiência didática.

Abstract

This paper shows a teaching experience in graphic representation that considers mostly the geometric thinking instead of a specific technique. To reach this goal, two different medias are used, the traditional one and the digital one. Based on the argument that the crucial point for one to draw an object is to totally comprehend it, we seek to develop the student's ability in describing the geometry of a three-dimensional configuration through a practice grounded on teaching observation.

Keywords: teaching observation; descriptive geometry; teaching experience.

[1] EBA/UFRJ – PROARQ / UFRJ; dcgani@gmail.com

1 Introdução

Neste artigo apresentamos uma metodologia de ensino da representação gráfica, que vem sendo aplicada em turmas de primeiro período dos cursos de Composição de Interiores e Composição Paisagística da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O desenvolvimento do método teve início no ano de 2012 e vem sofrendo ajustes, desde então, sempre na busca de melhor se adaptar ao público alvo, assim como, às novidades tecnológicas que surgem, a cada dia, em ritmo acelerado. A proposta tem como meta principal o desenvolvimento do raciocínio geométrico gráfico baseado na resolução de problemas.

Artigos que tratam da implementação de tecnologias digitais para o aprendizado da representação do espaço tridimensional, publicados em periódicos da área gráfica (STULI; ATANACKOVI, 2003; PIRES; SILVA, 2012; RODRIGUES; RODRIGUES, 2013), tornam manifesta a importância de um ensino racional que auxilie o estudante a conquistar o conhecimento necessário ao seu ofício, em lugar de reproduzir procedimentos já consagrados na expressão gráfica. A fim de estimular tal processo de aprendizagem, consideramos o uso de diferentes ambientes de representação.

Inicialmente faremos uma breve descrição do perfil do corpo discente, no que diz respeito ao conhecimento da geometria e dos programas digitais de modelagem, comentando as mudanças observadas nesses dois tópicos em um período de seis anos de docência (2012 – 2018). Em seguida, descreveremos a proposta de ensino buscando justificar a abordagem adotada e apontar os resultados esperados. Faremos, então, a análise dessa primeira proposição. Diante da avaliação feita, conduziremos o leitor ao encadeamento do juízo que nos levou para o novo modo de tratar do assunto. Nossas considerações finais serão voltadas para a ênfase no método, em detrimento da técnica, no intuito de legitimar a proposta aqui apresentada.

As imagens deste texto foram elaboradas pela autora, com exceção da figura 4.

2 Perfil do aluno

Nosso aluno é recém ingresso na universidade e cursa a Geometria Descritiva I no primeiro período, concomitante com as cadeiras de Desenho Artístico, Desenho Anatômico, Plástica I, História da Arte I e Teoria da Percepção. Portanto, oriundo de um Ensino Médio que privilegia as matérias cobradas no vestibular, está sendo introduzido aos assuntos relacionados às artes e suas representações, em muitos casos, pela primeira vez.

2.1 O conhecimento geométrico dos alunos ingressos

Sob este aspecto, consideramos duas situações fundamentais: a do aluno que conhece os entes geométricos (com suas propriedades) e a daquele que possui experiência na construção gráfica desses elementos. A primeira delas costuma ser ensinada por professores de matemática, no Ensino Fundamental, e de geometria, no Ensino Médio. O conteúdo programático dessas disciplinas concentram a ênfase nas nomenclaturas e classificações de figuras (planas e tridimensionais) e nos cálculos de perímetros, áreas e volumes. São desenvolvidos, também, os exercícios de resolução de problemas de determinação de medidas (lineares e angulares) de uma figura, conhecendo-se outras dimensões do objeto. A segunda condição aqui pondera-

da diz respeito à prática de construir uma figura (plana ou tridimensional) a partir de algumas informações. Esta abordagem é ensinada por professores de desenho e trata, em geral, das figuras planas no Ensino Fundamental e dos sólidos no Ensino Médio.

Um exemplo de problema na primeira abordagem é o de determinar o valor do lado de um quadrado, sendo dada a sua diagonal. Este pode ser resolvido pela aplicação da fórmula da diagonal do quadrado, ou pelo emprego do teorema de Pitágoras (de onde a fórmula é deduzida), entre outras soluções (Figura 1 – esquerda). Observamos que ao aplicar diretamente a fórmula da diagonal de um quadrado o aluno não precisa atentar para as qualidades da figura, bastando identificar os elementos que servem para preencher a equação conhecida (uma diagonal e um lado) sem fazer qualquer outra relação entre eles. O estudante, no entanto, só poderá pensar em utilizar o teorema de Pitágoras se perceber que a diagonal divide o quadrado em dois triângulos e que estes são triângulos retângulos, o que sugere uma atenção maior às propriedades do objeto. Em ambos caminhos faz-se necessário, também, estar apto a realizar as operações algébricas.

Um problema análogo, na abordagem gráfica, é o de representar um quadrado sendo dada a sua diagonal. Neste caso, não é necessária a determinação do valor algébrico do lado. A solução se dá por meio de uma figura de análise em que são observadas as relações entre os elementos do objeto. O problema pode ser resolvido (entre outras possíveis soluções) traçando-se a mediatriz da diagonal (perpendicular pelo ponto médio) e o círculo circunscrito com centro no ponto médio da diagonal e raio igual à sua metade. Os vértices procurados estarão nos pontos de encontro dessas duas linhas (Figura 1 – direita). Nesta abordagem a observação das partes da figura e de suas inter-relações requer mais atenção do aluno. Ele precisa, além disso, conhecer e saber utilizar o instrumental disponível para a representação.

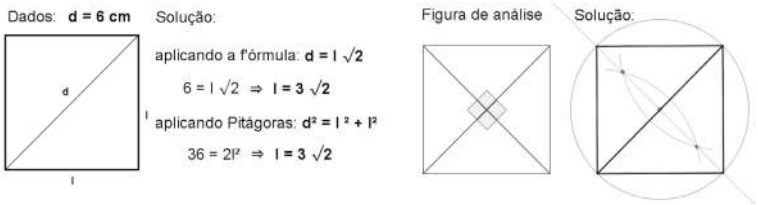


Figura 1 – Determinação de valores algébricos (esquerda) / construção de figura (direita).
Fonte: A autora.

Em síntese, consideramos duas maneiras distintas e complementares de se aprender a geometria: uma é algébrica e a outra gráfica. Em nosso curso damos prioridade ao aprendizado das construções gráficas.

Avaliando o saber geométrico dos alunos que ingressam na universidade, observamos que de 2012 a 2018 não houve grandes mudanças. O cenário habitual é de uma turma em que a maior parte dos estudantes mostra ter tido alguma instrução de geometria algébrica, mas poucos entre eles praticaram as construções gráficas. A privação da prática de representação das figuras, com instrumental, contribui com um aprendizado deficiente que pode conduzir o estudante a se apropriar de concepções erradas ou noções incompletas. Por exemplo, o sujeito que nunca construiu graficamente um quadrado e só foi apresentado a essa figura na posição padrão de ter seus lados paralelos, dois a dois, às margens da folha de papel, tem dificuldade de identificá-lo em outra posição (figura 2).

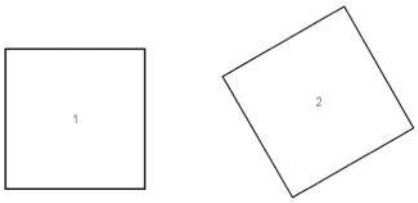


Figura 2 – O quadrado só é identificado na representação 1.
Fonte: A autora.

Além disso, há de se considerar a prática pedagógica do professor encarregado de ministrar as aulas de geometria: se suas lições serviram como um incentivo ao desenvolvimento da autonomia do aprendiz ou, contrariamente, contribuíram com a formação de um sujeito passivo e reprodutor de procedimentos prontos, tais como, aplicações de fórmulas específicas e seguimento de roteiros herméticos e determinados para soluções de problemas padrão.

Ante à diversidade de aprendizado acumulado pelos alunos, resolvemos que seria interessante classificá-los pelo seu grau de entendimento do assunto a fim de traçarmos nossas estratégias didáticas. Com esse objetivo, escolhemos o modelo de pensamento geométrico dos educadores holandeses Van Hiele[2] , em que descrevem cinco níveis de compreensão, resumidos a seguir: (CROWLEY, 1994)

- Nível 0 (básico): visualização

Reconhecem a figura geométrica por sua forma total, não distinguindo suas partes ou propriedades;

- Nível 1: análise

Identificam as partes da figura e começam a discernir características, enumerando propriedades e conceituando classes de configurações;

- Nível 2: dedução informal

Percebem relações entre as partes de uma figura e entre figuras distintas e podem seguir e formular argumentos informais;

- Nível 3: dedução

Compreendem axiomas, postulados, definições teoremas e demonstrações e conseguem construir provas por meio de raciocínio concludente;

- Nível 4: rigor

São capazes de compreender geometrias em diferentes sistemas.

Os autores relacionam, ainda, algumas características do modelo nas quais afirmam que “para se sair bem num determinado nível, o aluno deve ter assimilado as estratégias dos níveis precedentes.”(CROWLEY, 1994, p.5).

Diante das considerações de Van Hiele, entendemos que nossos alunos se encontram no nível 0, ou seja, são capazes de identificar as figuras (preferencialmente em posições padrão) mas não distinguem as partes, tampouco suas propriedades. Nossa pretensão, portanto, em um período de 90 horas de aulas e turmas de, aproximadamente, 30 alunos, é fazer com que desenvolvam o nível 1 chegando a atingir o nível 2[3].

[2] Dina van Hiele-Geldof e Pierre van Hiele.
[3] Excetuam-se aqui alguns alunos de escolas em que há a disciplina de desenho geométrico. Esses costumam apresentar mais facilidade em executar os exercícios propostos chegando a atingir níveis mais avançados da escala Van Hiele.

Ainda a respeito da geometria escolar, examinamos as diversas maneiras de se considerar o assunto, categorizadas por Usiskin (1994):

- Dimensão 1: a geometria como estudo da visualização, do desenho e da construção de figuras;
- Dimensão 2: a geometria como estudo do mundo real, físico;
- Dimensão 3: a geometria como veículo para representar conceitos matemáticos, ou outros, cuja origem não é visual ou física;
- Dimensão 4: a geometria como exemplo de um sistema matemático.

Em nossa proposta, consideramos levar o estudante a apreender as duas primeiras dimensões citadas: a da visualização e representação gráfica e a de sua relação com o mundo físico.

2.2 A capacidade digital dos alunos ingressos

Nesse tópico houve mudança considerável de 2012 a 2018. Nos primeiros anos havia alunos que não tinham equipamento em casa e desconheciam procedimentos básicos, tais como, ligar o computador, entrar em um programa, salvar um arquivo, etc., apresentando, inclusive, dificuldade em manusear o mouse. Esse perfil vem sofrendo alterações a cada semestre e o contato prévio com a tecnologia, hoje, já é unânime, permitindo que os recursos digitais sejam cada vez mais explorados em sala de aula. No entanto, observamos que ainda são poucos os alunos que conhecem ou já utilizaram algum programa gráfico 3D. Por esse motivo escolhemos, para nossas aulas, um programa de interface amigável, o *SketchUp Make*, e investigamos, juntos, as ferramentas básicas de geometria, ou seja, as de construção de figuras (linhas e figuras planas) e das transformações (empurrar/ puxar, mover, rotar, escala). Os alunos são estimulados a pesquisar e utilizar as demais ferramentas do software por conta própria, ou ainda, outros programas de modelagem 3D se assim o desejarem.

3 O programa da disciplina

O objetivo da disciplina de Geometria Descritiva I é o de "habilitar o aluno a resolver problemas relativos às transformações descritivas com vistas à conscientização do raciocínio triédrico." (EBA, 2018). O programa compreende o conhecimento dos elementos fundamentais da geometria (ponto, reta e plano), suas relações de posição e pertinência e aplicações nos sólidos poliédricos, todos situados em um espaço tridimensional. As linhas e superfícies curvas são estudadas em outro período. O sistema projetivo indicado é o cilíndrico-ortogonal, representado na dupla projeção mongeana.

Considerando o continuado incremento das técnicas digitais de representação gráfica, argumentamos ser proveitoso que o ensino não se atenha a nenhuma delas especificamente. O aluno deve aprender os fundamentos que regem esta atividade no intuito de aplicá-los na técnica que lhe convier. Para tanto, apresentamos o conteúdo da disciplina simultaneamente em dois suportes de representação: a folha de papel e um programa de modelagem 3D. No primeiro suporte, fazemos uso da dupla projeção ortogonal, por seu caráter biunívoco. No outro empregamos o *SketchUp,* preferencialmente no sistema cilíndrico ortogonal de projeção (projeção paralela). Deste modo o aluno é levado a entender que há uma geometria e que esta pode ser representada, graficamente, de diversas maneiras, tendo como fundamento a

própria geometria. Nosso intuito, portanto, é o de desenvolver o raciocínio geométrico lógico dedutivo que serve à representação e à construção de objetos tridimensionais das mais diversas configurações formais. Relacionamos, a seguir, nossos objetivos:

- Compreender o objeto físico como um todo e, também, por intermédio de suas partes e elementos;
- Aprender a representar uma ideia independente do suporte e das ferramentas utilizadas, apoiado no método da resolução de problemas, seja em uma superfície plana ou em um programa de modelagem digital em 3D.

O primeiro objetivo incorpora o "aprender a ver" os elementos abstratos da geometria (aqueles que não têm três dimensões, portanto, sem existência concreta), mas que foram criados para ajudar a entender e resolver os problemas geométricos. O segundo se concentra em levar o aluno a perceber que a representação do objeto depende, primeiramente, do perfeito entendimento da configuração como um todo e das suas pequenas partes, relacionadas entre si e com a figura total. Só então pode-se pensar em desenhá-la. A partir daí, deve-se escolher um suporte e refletir sobre o modo mais adequado de fazer a representação.

Tomando um tópico do programa como exemplo, mostramos as imagens de duas superfícies, uma plana e outra reversa, na dupla projeção e em um programa de modelagem 3D (figura 3). Observamos, ainda, uma característica do *SketchUp* que é a de preencher o interior da figura quando esta é plana. Na figura reversa o espaço interno não é ocupado.

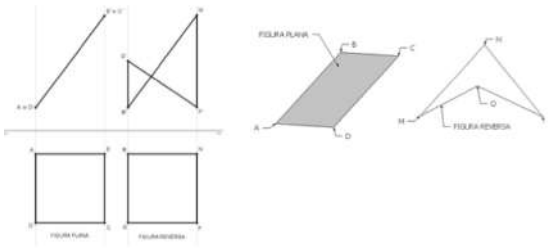


Figura 3 – Representação na dupla projeção (esquerda) e no *SketchUp* (direita).
Fonte: A autora.

Durante o semestre letivo investigamos o conteúdo programático, junto aos alunos, fazendo uso das duas representações. Finalizando o período, e cientes da dificuldade que o estudante tem para com os elementos abstratos da geometria e da barreira que os impede de perceber sua aplicação concreta, pensamos em ajudá-los nessa empreitada propondo um trabalho final em que os conhecimentos adquiridos ao longo dos nossos encontros fossem aplicados no mundo real, relacionado ao seu curso na EBA.

4 O trabalho final

Em nossa primeira proposta o aluno deveria criar um poliedro que combinado em diferentes posições gerasse diversos painéis. Esses painéis poderiam servir de paredes divisórias de ambientes. A regra para a criação do módulo era que iniciassem construindo um sólido poliédrico simples (prisma, pirâmide ou poliedro regular) e o seccionassem por um ou mais planos a fim de obter o objeto desejado. A intenção era que o estudante tivesse uma ideia em mente e pensasse em uma estratégia para realizá-la a partir de um sólido primitivo. A ideia de começar por um prisma, uma pirâmide ou um poliedro regular teve por base a

prática comumente utilizada, tanto no desenho livre quanto com o uso do instrumental, de se imaginar uma "caixa mínima", que envolva o objeto, e recortá-la a fim de obter sua representação. Nos programas digitais esse hábito é igualmente utilizado. Pensamos que, agindo assim, o aprendiz estaria praticando a resolução de um problema de construção de sólido e de representação gráfica.

Observamos, no entanto, que o procedimento praticado mais comumente entre os alunos era o de escolher um sólido inicial e seccioná-lo por um plano tomado aleatoriamente, sem qualquer previsão ou intenção sobre o resultado da ação. Ponderamos que os objetos gerados ao acaso eram combinados de diversos modos produzindo painéis interessantes, o que viabilizava as demais etapas da nossa proposta. Entretanto, a prática de resolução de problemas, ambicionada na primeira parte do projeto, não estava sendo exercitada nem, tampouco, o conhecimento lógico-matemático do estudante estava sendo praticado. Para alcançar o objetivo do nosso exercício, no caso de o aluno chegar ao resultado de modo acidental, ele deveria, em seguida, ter uma atitude reflexiva, ou seja, pensar no que foi feito a fim de construir uma ideia desenvolvendo, assim, o raciocínio lógico-matemático (GALLAGHER; REID, 2002). No entanto, verificamos que ele se satisfazia com o produto alcançado na primeira investida e não retroagia, em seu processo, para questionar as consequências de suas ações nem para arriscar novas tentativas. Tal atitude vem comprovar a imaturidade intelectual do aluno neste tema corroborando a classificação da turma no nível 0 da escala de Van Hiele. Isso nos levou a alterar a proposta inicial, que passou a ser a de pesquisar uma parede (ou painel) formada por módulos poliédricos. Este módulo seria destacado, analisado e representado em três meios diferentes: (1) em uma folha de papel pelo método da dupla projeção; (2) em um programa digital de modelagem 3D; (3) no espaço tridimensional real.

A proposta se divide, portanto, nas seguintes etapas:

1. Pesquisa iconográfica de um painel com identificação do módulo de repetição;
2. Resgate do objeto 3D a partir de projeções; (análise)
3. Representação do objeto 3D:
    a. Em programa de modelagem digital 3D;
    b. Em superfície plana, na dupla projeção.
4. Planificação e construção do modelo físico;
5. Reprodução do painel selecionado;
6. Novas combinações do módulo em novos painéis.

Deste modo, transferimos a prática almejada, da resolução de problemas, para as etapas 2 e 3 do projeto.

4.1 Etapa 1 - pesquisa iconográfica de um painel

Na primeira etapa o aluno é levado a procurar um objeto com determinadas características. Isso faz com que, ao olhar o painel, ele observe as partes que o compõem e descubra se esses pedaços se repetem ao longo do objeto. Vemos, nesta etapa, um exercício no nível 0 (visualização) de Van Hiele, mas que provoca um deslocamento da atenção do observador da configuração inicial, inteira, para uma parte desta, o módulo, que deverá ser reconhecido em diferentes posições (figura 4). Esta ação prepara o aprendiz para as etapas seguintes:

de analisar o objeto e suas partes e, posteriormente, tomar consciência dos movimentos a este imputados.

Figura 4 – Imagem do painel e do módulo destacado[4].
Fonte: https://br.pinterest.com/pin/341921796685564697/

4.2 Etapa 2 - resgate do objeto 3D

Nesta fase o aluno irá se concentrar na figura do módulo. Por ser a imagem do objeto em uma única projeção, alertamos que há ambiguidade na interpretação do mesmo. O estudante é estimulado a procurar outras imagens do painel, que facilitem a compreensão do sólido. De qualquer modo, nosso objetivo reside na análise de uma imagem plana e sua conversão para um objeto tridimensional que poderia gerar tal imagem, não precisando, necessariamente, corresponder ao objeto real. Na análise do objeto (nível 1 de Van Hiele) ele vai destacar as arestas (linhas) e vértices (pontos) e procurar relações de incidência, de proporção e de posição relativa entre esses elementos. Definindo, assim, características e propriedades da figura e resgatando a sua condição tridimensional. O uso de material concreto, como varetas para atuar na posição das arestas, é encorajado nesse momento no intuito de organizar o objeto espacialmente.

Lembrando que o nosso conteúdo programático considera, apenas, as superfícies planas, alertamos que as posições relativas das arestas devem ser examinadas a fim de verificar se o objeto não possui faces reversas. Na figura 5 definimos dois objetos que poderiam resultar na projeção analisada. A opção da esquerda foi descartada por apresentar uma face não plana (face 2345).

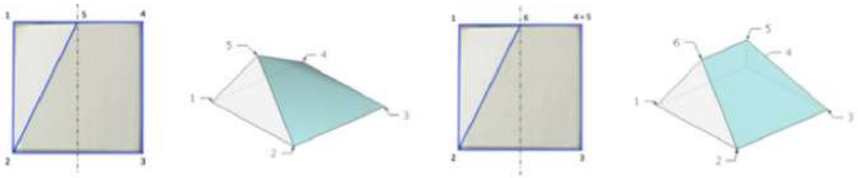


Figura 5 – Duas possibilidades de configuração tridimensional para o módulo.
Fonte: A autora.

4.3 Etapa 3 - representação do objeto 3D

Após ter definido a configuração tridimensional do módulo, o aluno irá desenhá-lo em dois suportes diferentes por meio de representações biunívocas. Uma delas é a da dupla projeção em épura, utilizada no ensino da geometria descritiva. Esta pode ser realizada no papel, com o instrumental tradicional de desenho, ou em um programa plano de geometria dinâmica. A outra deverá ser executada em um programa de modelagem 3D. O objetivo

4 Estas imagens foram mostradas aos alunos durante a proposição do trabalho. Escolhemos um painel simples para que a ideia ficasse clara.

principal desta etapa é o de mostrar ao aluno que existe uma geometria e que esta pode ser representada em diferentes suportes, desde que perfeitamente compreendida em sua forma total e nas partes que a compõem (figura 6). Procuramos chamar a atenção do aluno para a sequencia construtiva do objeto. Ele deverá definir os elementos autônomos (iniciais) e os dependentes, tendo a preocupação de adaptar o roteiro construtivo do objeto às ferramentas disponíveis no meio escolhido. Deste modo, o aprendiz pesquisará qual o roteiro e as ferramentas adequadas em cada suporte.

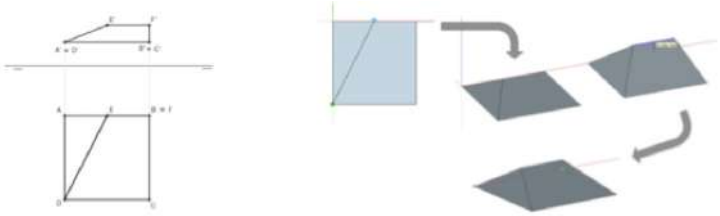


Figura 6 – Representação em épura (no Geogebra) e em modelagem 3D (no *SketchUp*).
Fonte: A autora.

4.4 Etapa 4 - planificação e construção do modelo físico

Reforçando a ideia de procedimentos diversos em diferentes suportes, o poliedro é planificado, no programa de modelagem, por rebatimentos sucessivos de cada uma das faces, resultando em uma figura plana com as faces todas em verdadeira grandeza. A figura é impressa, recortada e montada. Já na representação plana orientamos como determinar a verdadeira grandeza das faces, possibilitando a planificação do objeto neste meio. Mostramos, também, como apresentar outras visões do módulo (figura 7).

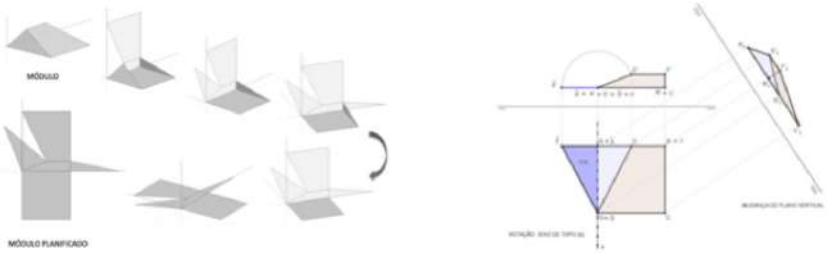


Figura 7 – Planificação do módulo no *SketchUp* e métodos descritivos na dupla projeção.
Fonte: A autora.

4.5 Etapa 5 - reprodução do painel selecionado

Esta etapa se encaixa no nível 2 do modelo de Van Hiele, quando o aluno irá definir os movimentos sofridos pelo módulo nas diversas posições ocupadas no painel, distinguindo um padrão de composição (figura 8).

Figura 8 – Representação do painel e padrão de composição.
Fonte: A autora.

4.6 Etapa 6 - novos painéis

Finalizando a proposta o estudante deverá criar novos painéis com o mesmo módulo, alterando o padrão de composição. Nesta etapa o aprendiz irá praticar as transformações pontuais (translação, rotação e rebatimento) em um programa gráfico 3D, definindo os elementos fundamentais de cada uma delas (vetores, eixos, charneiras) praticando, assim, um exercício de visualização espacial. Para aqueles com maior dificuldade de percepção do espaço tridimensional, recomendamos a construção de modelos físicos para as experimentações.

4.7 Resultados obtidos

Ressaltamos que as etapas do trabalho são desenvolvidas em sala, com a colaboração do professor e participação dos colegas. Nas figuras 9 e 10 mostramos alguns trabalhos de alunos do segundo semestre do ano de 2018.

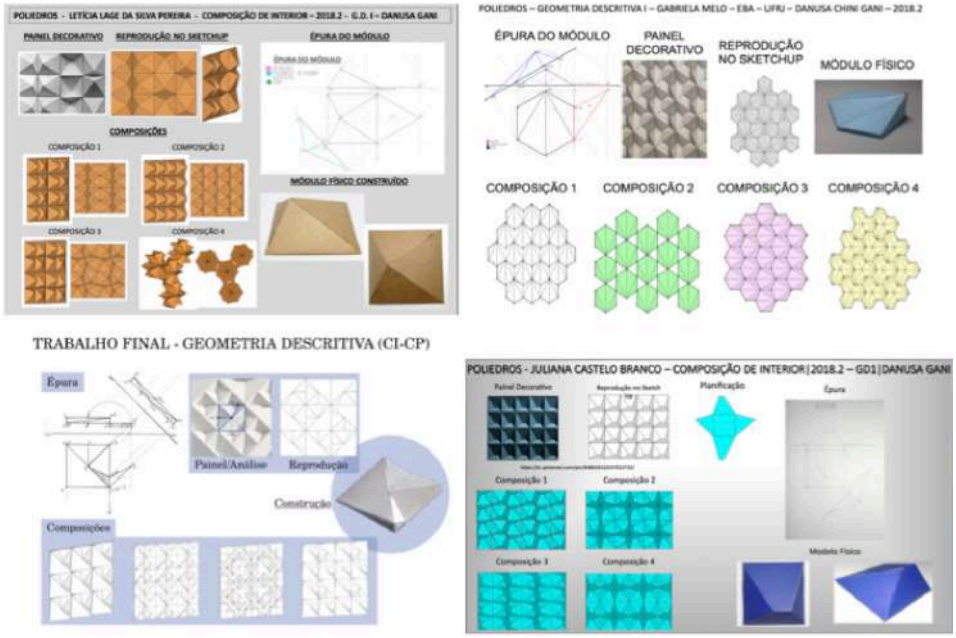


Figura 9 – Trabalhos de alunos das turmas de Composição de Interiores e Composição Paisagística do período de 2018/2.
Fonte: A autora.

Uma variação da proposta (aplicada em turmas de Licenciatura em Desenho e Gravura) é a pesquisa e reprodução de uma escultura formada por módulos.

Figura 10 – Trabalhos de alunos das turmas de Licenciatura em Desenho e Gravura do período de 2018/2.
Fonte: A autora

7 Conclusão

O fato de as etapas do trabalho terem sido executadas em sala nos permitiu avaliar o progresso dos alunos e perceber a evolução individual do raciocínio geométrico gráfico de cada um. A dinâmica implantada possibilitou, também, um ensino diferenciado, de acordo com a opção do estudante em escolher objetos de maior ou menor complexidade. Foi gratificante observar que, pouco a pouco, eles foram aprendendo a olhar para um objeto e perceber as suas partes, relacioná-las e elaborar um roteiro construtivo adequado à tecnologia empregada. Vê-los descobrir a configuração tridimensional de um objeto observado em uma representação plana e desenhá-lo por caminhos distintos, em função do meio empregado indicou que o método aplicado alcançou a sua meta principal. Visamos, em um futuro próximo, acrescentar o emprego de um programa paramétrico para dar maior amplitude ao conceito de representação gráfica.

Agradecimentos

Agradecemos aos seguintes alunos dos cursos de Composição Paisagística, Composição de Interiores, Licenciatura em Desenho e Gravura que tiveram seus trabalhos expostos neste artigo: Leticia Lage da Silva Pereira, Gabriela Raposo de Melo, Victor Muniz Rodrigues, Juliana Oliveira Castelo Branco, Jackson Cardoso Leite e Isa Thais da Silva de Oliveira.

Referências

EBA, Escola de Belas Artes, UFRJ: **Composição de Interiores e Composição Paisagística** – currículo atual, disciplinas obrigatórias, 2018, disponível em: www.eba.ufrj.br.

CROWLEY, M. L. **O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico**. In: Lindquist, M.,Shulte, A. Aprendendo e ensinando geometria. São Paulo: Atual, 1996, p.1-20

GALLAGHER, J.M.C; REID, K. ***The learning theory of Piaget and Inhelder***. Lincoln, NE: iUniverse, 2002.

PIRES, J.F.; SILVA, A.B.A. **Inserção da representação gráfica digital em estágios iniciais da prática projetual de arquitetura**. In: Revista Educação Gráfica, V.16, Nº 02, 2012. p. 72-87.

RODRIGUES, D.W.L.; RODRIGUES, M.H.W.L. **Em busca de uma pedagogia gráfica**. In: Revista Brasileira de Expressão Gráfica, V.1, Nº 01, 2013. p.1 -21.

STULI, R.B.; ATANACKOVI, I.,T. **Implementation of computer technologies in descriptive geometry teaching: surfaces of revolution**. Facta Universitatis. Series: Architecture and Civil Engineering Vol. 2, Nº 5, 2003. p.379-385.

USISKIN, Z. **Resolvendo os dilemas permanentes da geometria escolar**. In: Lindquist, M., Shulte, A. Aprendendo e ensinando geometria. São Paulo: Atual, 1996, pp.21-39.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

O USO DO DESENHO DE OBSERVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE REPERTÓRIO ARQUITETÔNICO

ARAUJO SILVA, Dorcas F.[1],
CIOCHI SOUZA, João F.[2],
GALDINO, Yara S. N[3].

Resumo

O presente artigo explora o uso do desenho a mão livre de elementos da natureza como processo de construção de entendimento formal e ampliação de repertório arquitetônico. No desenvolvimento deste artigo apresentamos primeiramente uma análise histórica de arquitetos que se utilizaram desse recurso para a formulação de um novo fazer arquitetônico. Posteriormente foi apresentada parte da experiência desenvolvida no projeto de pesquisa *"As formas da natureza e a natureza da forma",* onde investigamos por meio de desenhos, croquis, e detalhamentos, princípios estruturantes de elementos da natureza, buscando analogias com obras arquitetônicas. Compreendendo a natureza como fonte intuitiva de entendimentos formais e de princípios estruturantes, esse estudo se mostrou eficaz no que diz respeito a construção de repertório arquitetônico, podendo ser explorado no ensino de estudantes de arquitetura.

Palavras-chave: Forma; Natureza; Estruturas; Desenho, Arquitetura.

Abstract

This article explores the use of the hand drawing of nature elements as a process of construction of shape understanding and the architectonic repertoire expansion. On its development, we presented firstly a historical analysis of architects who used this resource for the formulation of a new architectural making. Part of the experience of our research project named "the shape of nature and the nature of shapes" was exhibited, where we investigated, using hand drawings, sketches, and architectural drawings, some structuring principles on nature's elements, finding then similarities with some architecture works. Comprehending the nature as an intuitive fountain of shape understanding and structural principles, its study presented some effective results as the construction of architectonic repertoire, and it can also be explored on structure classes for architecture students.

Keywords: Shape; Nature; Structures; Drawing; Architecture.

[1] Professora Doutora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo / FAET, Universidade Federal de Mato Grosso, dorcasaraujo@gmail.com.
[2] Discente do Curso de Arquitetura e Urbanismo / FAET, Universidade Federal de Mato Grosso, joao.ciocchi@outlook.com.
[3] Professora Doutora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo / FAET, Universidade Federal de Mato Grosso, yayanog@hotmail.com.

1 Introdução

O presente artigo explora como o uso do desenho de observação é uma ferramenta importante para o esclarecimento formal e a ampliação do repertório arquitetônico. O desenho de observação em arquitetura é utilizado para representar e compreender espaços edificados, mas outros elementos como a natureza também podem ser fonte de investigação formal. Este trabalho busca estudar diferentes formas de elementos da natureza, procurando assim compreender seus princípios estruturantes, para então estabelecer analogias com estruturas projetadas pelo ser humano na arquitetura e engenharia.

O desenho à mão livre é utilizado como código de linguagem nas mais diversas áreas do conhecimento. Na arquitetura, o desenho representa a linguagem principal para o entendimento e construção formal. Treina-se o olhar crítico para aperfeiçoar as mãos, que são os elos entre o pensamento e a materialidade (INGOLD, 2011).

Os recursos de desenho computadorizados são muito eficazes quanto à fidelidade de representação, mas não permitem os processos cognitivos que são alcançados enquanto se desenha a mão livre. A necessidade de se ter a utilização de comandos entre o pensar e o desenhar pode influenciar o processo de construção formal.

Este artigo apresenta parte dos resultados obtidos no projeto de pesquisa **A natureza da Forma e as Formas da Natureza**, desenvolvido no Núcleo de Estudos e Pesquisas Tecnologias Indígenas – Tecnoíndia, do departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso.

O projeto de pesquisa se propôs a entender de que maneira a forma é importante para a sustentação de elementos da natureza e sua sobrevivência biológica. Nada é mais intuitivo que a natureza. Mesmo inconscientemente, nos espelhamos em seus princípios para a construção de grandes obras. Sua inteligência estética e funcional permite que a forma se estabilize consumindo o mínimo de material possível, e esta percepção provém da nossa relação cotidiana com a natureza.

Neste artigo temos como objetivo apresentar a experiência do uso do desenho de observação de elementos da natureza na compreensão de princípios estruturantes e na construção de repertório arquitetônico.

Para a realização deste objetivo, buscamos compreender como os desenhos de observação foram utilizados ao longo da história para a construção do repertorio arquitetônico. Para tanto, foi importante a pesquisa do arquiteto Joubert José Lancha, que trata da influência dos desenhos de observação na arquitetura através da obra de grandes arquitetos, como Brunelleschi e Le Corbusier, e do arquiteto e pesquisador José Afonso Botura Portocarrero, a respeito da arquitetura indígena em Mato Grosso.

Para as analogias arquitetônicas e compreensão dos princípios estruturantes foram utilizados autores como Rebello (2017) e Salvadori (2006), que tratam como a compreensão de sistemas estruturais pode ser realizada de maneira mais intuitiva. Salvadori (2006) defende que a estrutura transmite uma mensagem puramente semiótica. Ou seja, a estrutura é dotada de significados que se relacionam com sua forma, sua função, e com todas as influências externas do meio. Salvadori (2006, p. 332) destaca ainda que “as mensagens puramente estruturais originam-se de nosso entendimento intuitivo do comportamento estrutural, en-

tendimento esse que deriva tanto de nossa experiência física cotidiana como de nossa percepção de formas estruturais da natureza".

A partir da fundamentação teórica foram realizados levantamentos por meio de desenhos de observação de alguns elementos da natureza, como árvores, fungos, teias e até mesmo o corpo humano. As morfologias gerais destes elementos foram estudadas através de desenhos a mão livre, esquemas estruturais e detalhamentos por meio de cortes e vistas. Os levantamentos formais de elementos da natureza conduziram a analogias com formas e princípios estruturantes utilizadas em arquitetura. As analogias pretenderam contribuir para o entendimento de formas estruturantes, para a aplicação desses princípios no ensino e prática projetual.

2 A utilização do desenho como repertório formal ao longo da história

A representação por meio de desenho sempre foi amplamente utilizada ao longo da história para transmitir mensagens religiosas, contar histórias e lendas, ou passar informações de forma descritivo-analítica, como por exemplo sobre detalhes de construções.

Até o século XIV, as técnicas não eram avançadas o suficiente para que os desenhos tivessem profundidade, ou percepção dos ângulos. Gombrich (1999) afirma que os italianos deste período acreditavam que a arte e a ciência tinham florescido no período clássico, e, portanto, seria necessária uma retomada desses ideais. Em nenhuma cidade esse sentimento era tão forte quanto em Florença, que no século XV foi palco de discussões de artistas que se propunham a romper com os ideais impostos pelos bárbaros do Norte durante a idade média (GOMBRICH, 1999).

O precursor desse grupo de artistas foi o arquiteto Filippo Brunelleschi. A respeito da importância do desenho de observação de obras clássicas para o desenvolvimento das obras arquitetônicas do Renascimento, Gombrich traz a seguinte afirmação:

> Quando foi chamado a projetar novas igrejas ou outros edifícios, decidiu abandonar inteiramente o estilo tradicional e adotar o programa daqueles que ansiavam por um renascimento da grandeza romana. Consta que ele viajou para Roma e mediu as ruínas de templos e palácios, fazendo esboços de suas formas e ornamentos. Jamais foi sua intenção copiar literalmente esses antigos edifícios. Dificilmente eles poderiam ser adaptados às necessidades da Florença quatrocentista. O que Brunelleschi tinha em mira era a criação de um novo processo de construção, em que as formas da arquitetura clássica fossem livremente usadas para criar novos modos de harmonia e beleza. " (GOMBRICH, 1999, p. 153-4).

Esse entendimento formal da arquitetura clássica por meio de desenhos e medições auxiliou Brunelleschi a encontrar uma solução construtiva para a cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore, em Florença. Lancini & Lancha (2014) descrevem que Brunelleschi apresentou desenhos de maquinários também para a execução da cúpula, que é uma estrutura com casca dupla de alvenaria que se desenvolve dispensando escoramento. No canteiro de obras, e quando se mostrava necessário, o arquiteto desenvolvia detalhamentos para se fazer entender.

Brunelleschi foi também responsável pelo desenvolvimento da perspectiva no desenho, o que facilitou o estudo da espacialidade de ambientes externos e internos. Segundo Gombrich

(1999), o arquiteto se utilizou do entendimento da geometria e matemática presente nos templos romanos para solucionar o problema da perspectiva, que já era parcialmente empregada pelos pintores helenísticos (séculos IV a I A.C.) na criação de ilusão da profundidade.

O método de observação e levantamento por meio de desenhos foi amplamente utilizado nos séculos seguintes. A importância da ampliação do repertório arquitetônico por meio das viagens e dos estudos de edificações, e a busca pela compreensão da "boa arquitetura" levaram arquitetos e artistas a propor novas correntes de pensamento que transformaram o caminho das artes, e que nos traz para onde estamos arquitetonicamente hoje.

O princípio *forma segue a função* do arquiteto Louis Sullivan é amplamente empregado pelos arquitetos modernistas, que procuraram transformar seu olhar para a realização de obras menos ornamentadas e mais econômicas. Os estudos a partir de levantamentos gráficos de obras do passado ajudaram nessa compreensão da necessidade de renovação e reinterpretação arquitetônica.

Lancha (2006), documenta sobre as viagens realizadas por Le Corbusier a Itália durante sua graduação (em 1907, e posteriormente em 1911). Nestas viagens, foram produzidos mais de setenta desenhos de observação dedicados à região da Toscana. Le Corbusier relata que ficava várias horas por dia trabalhando em seus desenhos in loco, tentando compreender a natureza da arquitetura. Seus croquis eram acompanhados de muitas notas, que buscavam absorver a essência das obras (Figura 1).

Lancha (2006), cita que ao longo de sua viagem, com a produção constante de desenhos, Le Corbusier se afasta do levantamento verossímil e detalhado, partindo então para a organização de uma representação da totalidade, que buscava entender a forma e a composição, como é o exemplo do croqui realizado da Piazza del Campo (Figura 02). Em uma de suas cartas, Le Corbusier descreve sua insatisfação com desenhos complexos e detalhados, e a preocupação com um desenho fidedigno é substituído por outro que busca a expressão de suas ideias e a compreensão espacial daquilo que está sendo observado, por meio de croquis.

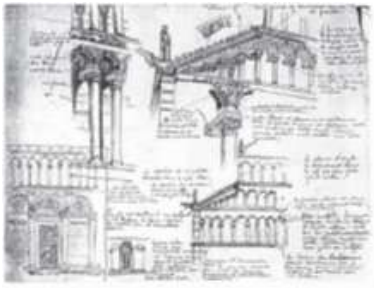


Figura 01 - Desenhos e anotações da Piazza del Campo. 1907. Le Corbusier.
Fonte: LANCHA. J.J., 2006, p. 52. (Disponível em: www.revistas.usp.br/risco/article/download/44673).

Figura 02 - Desenhos e anotações da Piazza del Campo. 1907. Le Corbusier.
Fonte: LANCHA. J.J. 2006, p. 63. (Disponível em: www.revistas.usp.br/risco/article/download/44673/48295/)

A viagem, juntamente com a produção de desenhos de observação das obras foi de fundamental importância para Le Corbusier compreender a relação entre proporções e organização de elementos arquitetônicos. Tendo já um amplo repertório, e entendendo como as obras funcionavam formal e estruturalmente, Le Corbusier procura então novos ideais estéticos que atendessem as expectativas de uma sociedade pós revolução industrial. Esse questionamento provindo de seus desenhos contribuiu para a proposição do que ele chamou os *cinco pontos de uma nova arquitetura*: Fachadas livres, janelas em fita, pilotis, terraços jardim e plantas livres.

No Brasil também temos exemplos de pesquisadores que se usam de croquis, estudos e levantamentos para desenvolver e enriquecer seu repertório arquitetônico. O arquiteto José Afonso Botura Portocarrero, professor e pesquisador da Universidade Federal de Mato Grosso tem desenvolvido pesquisas sobre a arquitetura indígena procurando entender as formas, proporções e a dinâmica espacial destas habitações (Figuras 3 e 4). Seus croquis e levantamentos desenvolvidos em viagens as aldeias indígenas impulsionaram um novo olhar para sua atuação arquitetônica.

O desenho da casa indígena resulta de uma intensa conexão destes povos com a natureza, com os materiais disponíveis e com o ambiente que os cerca. Nas palavras de Machado (2016), a casa indígena se insere na arquitetura como uma produção tecnológica, "resultado de longos processos de seleção e aprimoramento, sedimentando conhecimentosque podem dar respostas também a exigências contemporâneas. " (MACHADO, 2016, p.6)

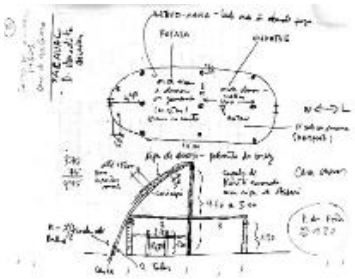


Figura 3 – Croquis de Campo - aldeia Pacaval, 2003.
Fonte: PORTOCARRERO, 2010. p. 155.

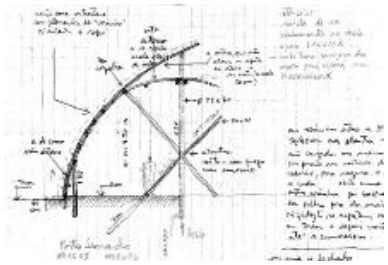


Figura 4 – Croqui casa Yawalapiti.
Fonte: PORTOCARRERO, J. A. B. 2010. p. 165.

A prática projetual de Portocarrero evidencia a releitura das espacialidades indígenas na busca de respostas aos desafios construtivos e formais da atualidade. No projeto para o Centro Sebrae de Sustentabilidade, de 2010, fica clara a presença das formas e dos princípios estruturantes próprios da arquitetura indígena no desenvolvimento do partido arquitetônico (Figura 5).

Figura 5 – Croquis de desenvolvimento do Centro Sebrae de Sustentabilidade.
Fonte: PORTOCARRERO, J. A. B., 2010. p. 219.

3 Utilização de desenhos de elementos da natureza como repertório formal para a arquitetura

Como demonstrado, a utilização de croquis e levantamentos de obras arquitetônicas é uma prática importante para a construção de um repertório formal em arquitetura. Considerando esta capacidade do desenho de observação de provocar um olhar mais atento, crítico e interpretativo sobre as formas, esta pesquisa buscou utilizar desta mesma estratégia para compreender questões específicas de estruturação das formas da natureza.

Os elementos da natureza estão sujeitos as mesmas condições ambientais que os arquitetônicos e apresentam uma forma que funde mecanismos de equilíbrio e estabilização com suas funções biológicas. E é este fenômeno que procuramos investigar e conhecer através do desenho, buscando fazer uma analogia destas soluções com as formas na arquitetura.

Podemos tomar como exemplo a morfologia de elementos da natureza, como as árvores. Mesmo não conhecendo seu sistema estrutural e mecânico é possível entender a partir da produção de um croqui que uma árvore com grandes raízes espalhadas pelo solo está menos propensa a cair do que uma outra com poucas e curtas raízes. Observa-se também que os galhos vão afinando-se conforme se afastam do tronco principal, e estranharíamos se fosse o contrário (Figura 6).

Figura 6 - Analogia entre os troncos de uma árvore e os pilares de um edifício
Fonte: Acervo da pesquisa. Desenho: João Ciochi, 2019.

A partir da representação deste elemento, é possível constatar, segundo Salvadori (2006), que os galhos mais grossos recebem as forças de seu próprio peso e de outros galhos menores, que se juntam em seu tronco central, onde as forças vão direto para o solo por meio das raízes. Desta forma, então, desvenda-se a natureza estrutural de uma edificação com muitos pavimentos, onde as cargas descem do topo para a base, de modo que os pilares de fundação necessitam de maiores seções.

Rebello (2017) comenta que a observação da natureza é fonte fecunda de aprendizagem sobre arquitetura e estrutura. Olhar atentamente resulta em respostas a desafios constru-

tivos. Fixar essa investigação no desenho auxilia no entendimento das formas estruturais.

No trabalho desenvolvido foram realizados desenhos de observação e croquis de espécies arbóreas, animais, fungos, teias e etc, juntamente com estudos específicos no campo de estruturas que procuraram entender os princípios estruturantes das formas. Apresentamos neste artigo alguns desses desenhos e as analogias realizadas.

Um dos elementos estudados foi o cogumelo (*Amanita muscaria*), do reino Fungi. Sua forma se apresenta por três elementos principais: chapéu, que biologicamente cuida da reprodução do elemento, tronco (estipe) onde os nutrientes circulam, e raízes (hifas), que buscam os nutrientes na terra (Figura 7).

A partir do desenho de observação, evidenciou-se que o chapéu é mais espesso próximo a junção com a haste, e fica mais delgado conforme se distancia. Também pode-se observar as nervuras abaixo do chapéu, denominadas lamelas, e sua forma ondulada na parte inferior.

Figura 7 - Desenhos de levantamento à mão livre – Amanita muscaria.
Fonte: Acervo da pesquisa. Desenho: João Ciochi, 2018.

(Figura 7 – Det. 1). Ao cortar o elemento, notou-se que a seção do cabo é vazada em seu centro.

Procurando entender o funcionamento estrutural do cogumelo, foram elaborados croquis com os caminhos de forças e a resposta das componentes do elemento a elas.

A forma do chapéu contribui para um maior balanço da estrutura. Isso porque o peso é bem distribuído, como mostra o croqui 01 (Figura 8). Os esforços de compressão (C) no centro de gravidade são absorvidos pela maior concentração de material perto da haste, que diminui conforme se afasta. Nas bordas, o esforço principal é a tração (T) na parte superior, que é sustentada pelas lamelas que se ondulam embaixo, é a compressão (C) (Figura 8 – croquis 2 e 3).

A haste, por sua vez, é vazada pela eficiência e economia de material. Rebello (2017) afirma que seções vazadas circulares podem economizar cerca de 10% em quantidade de material quando comparada a outras formas, e submetidas aos mesmos esforços (no caso compressão). Esta solução formal do cogumelo é análoga a várias soluções formais e estruturais em arquitetura.

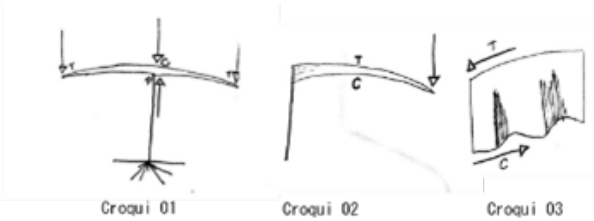


Figura 8 - Croquis de entendimento estrutural – Amanita muscaria.
Fonte: Acervo da pesquisa. Desenho: João Ciochi, 2018.

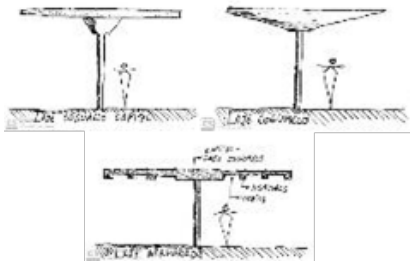


Figura 9 - Croquis de analogias formais.
Fonte: Acervo da pesquisa. Desenho: João Ciochi, 2018.

Figura 10 - Estacionamento da Sol Friedman House, 1948, por Frank Lloyd-Wright.
Fonte: LAWRENGE H. 2015. (Disponível em: http://www.houlihanlawrence.com/)

Na formulação de analogias arquitetônicas foram analisadas primeiramente as estruturas em balanço, que são estruturas que tem parte da forma sem apoio (Figuras 9, 10 e 11). Podemos fazer uma analogia das lamelas e das hastes como lajes cogumelo nervuradas (REBELLO, 2017), ou seja, lajes que se apoiam diretamente em um pilar por meio de um capitel, sem a presença de vigas. Nas lajes nervuradas as nervuras distribuem a força horizontalmente, e permitem maiores vãos (REBELLO, 2017), se tracionando embaixo e comprimindo em cima, sendo uma antítese do ocorrido nas lamelas do cogumelo (Figura 12). Este sistema se assemelha formalmente ao utilizado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FAU-USP (Figura 13).

Figura 11 - Edifício Administrativo S.C. Johnson and Son, Frank Lloyd Wright, 1936.
Fonte: MINNER, K. 2017. (Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/873090/classicos-da-arquitetura-edificio-administrativo-sc-johnson-and-son-frank-lloyd-wright)

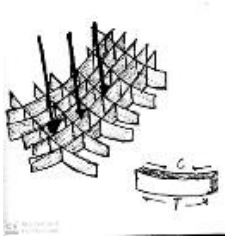


Figura 12 – Croqui do funcionamento de uma laje nervurada.
Fonte: Acervo da pesquisa. Desenho: João Ciochi, 2018.

Figura 13 - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), Vilanova Artigas e Carlos Cascaldi, 1969.
Fonte: Autor Desconhecido, Sem data. (Disponível em: www.fau.usp.br).

Outro elemento da natureza estudado foi a teia de captura das aranhas, que são abertas, com fios concêntricos e radiais (Figura 14). Sua estrutura é simples e ao mesmo tempo complexa, pois ela sofre apenas um esforço, o esforço de tração. Sua composição formal pode ser compreendida pela simples observação. Diferente do que ocorreu com o cogumelo, pois o mesmo precisou ser seccionado para compreensão de sua composição formal e de seu comportamento estrutural.

Para a construção da teia, primeiro a aranha traça os fios concêntricos, que se juntam no centro da teia, onde espera por sua presa. Eles são os grandes telégrafos, por onde toda a informação corre em linha reta direto para o animal. Após isso, são traçados os fios radiais, ou seja, fios que delimitam o perímetro da teia, fixando-se em apoios como árvores ou outras plantas. Com todos estes fios tracionados, a estrutura já se estabiliza (Figura 15).

Por último, são tecidos os fios anelares, ou seja, a grande armadilha da teia, onde as presas são encurraladas, por serem mais finos e mais pegajosos. Estruturalmente estes fios não exercem nenhuma função, até mesmo porque são mais frouxos que os demais para que a presa consiga se debater sem causar o colapso da estrutura (VASCONCELOS, 2000).

Figura 14 - Desenho à mão livre – Teia de captura.
Fonte: Acervo da pesquisa. Desenho: João Ciochi, 2018.

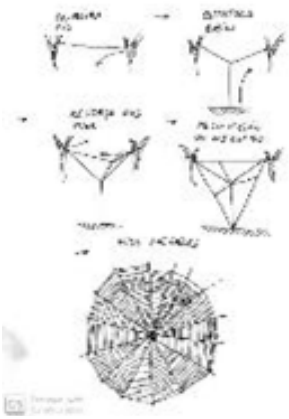


Figura 15 - Desenho à mão livre – processo de construção de uma teia.
Fonte: Acervo da pesquisa. Desenho: João Ciochi, 2018.

As analogias desse sistema com a arquitetura se refere a estruturas que sofrem o esforço de tração simples. O arquiteto alemão Frei Otto, que viveu entre 1925-2015, estudou o comportamento de elementos da natureza para desenvolver uma arquitetura muito própria, baseada principalmente em estruturas tensionadas e membranas.

Na construção de seu repertório formal, e em sua prática projetual o arquiteto utilizou-se de estudos com teias de aranha e bolhas de sabão, que o auxiliaram a entender os princípios de travamento e utilização de membranas. O processo que o arquiteto denominou *finding form* partia de testes físicos para desenhos e croquis, resultando em uma forma estruturalmente eficiente (figuras 16 e 17).

Figura 16 - Aviário do zoológico de Munique, Frei Otto, 1979.
Fonte: Atelier Frei Otto Warmbronn, 2017. (Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/767684/em-foco-frei-otto/5568d164e58ecea4d1000029-happy-birthday-frei-otto-photo)

Figura 17 - Aviário do zoológico ,Munique de Frei Otto, 1979.
Fonte: Michał Wicher, 2015. (Disponível em: https://www.pinterest.at/pin/514395588671219234/)

Também é possível relacionar o momento de impacto da presa com a estrutura com a tecnologia antissísmica ou de contraventamento empregada em edifícios de altura. Como os fios anelares são mais frouxos, estes absorvem o impacto, permitindo que a presa se debata e não cause o colapso da estrutura, considerando que todos os outros fios estruturais estarão rigidamente tracionados.

Os edifícios com esta tecnologia possuem núcleo rígido, o que garante a estabilidade estrutural do prédio por dentro. As paredes exteriores, por sua vez, possuem estruturas de aço internas leves e flexíveis, com um amortecedor em seu centro, que ajudam a absorver e dissipar o tremor, diminuindo a possibilidade de o prédio sofrer rachaduras ou entrar em ressonância com o terremoto. É empregada em conjunto com outras estratégias, a depender dos estudos realizados, porém é uma das soluções mais pensadas para resolver este contratempo (figura 18).

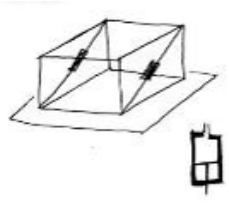


Figura 15 - Desenho à mão livre – Esquema de estrutura flexível.
Fonte: Acervo da pesquisa. Desenho: João Ciochi, 2018.

4 Conclusão

O repertório arquitetônico é um recurso de fundamental importância na prática projetual. A construção e o enriquecimento deste repertório para estudantes de arquitetura e para profissionais ocorre de muitas formas, o artigo procurou destacar como o desenho de observação pode contribuir para este processo. A prática de desenho de observação de arquiteturas pretéritas, como as que foram realizadas por Brunelleschi e Le Corbusier confirmam a contribuição deste recurso com o desenvolvimento de novas expressões arquitetônicas.

A construção de repertorio formal a partir do desenho de observação de edificações é uma prática consolidada no ensino e na história de arquitetura. Cada vez mais arquitetos e engenheiros se voltam também para a natureza como fonte de estudo, construindo um momento de redescoberta do entendimento formal a partir desse olhar.

Toda arquitetura está submetida às mesmas forças que os elementos da natureza. Acreditamos que a análise de elementos da natureza por meio de desenhos de observação constitui um eficiente recurso de entendimento de princípios estruturantes no processo de elaboração da forma.

A compreensão de estruturas na graduação em arquitetura tem sido um desafio no processo projetual, pois vem sendo desenvolvida em disciplinas dissociadas das que trabalham projeto, enfocando principalmente aspectos quantitativos e matemáticos dos princípios estruturantes, sem fazer uma relação com a forma.

Acreditamos que alimentar a cognição com o desenho de formas da natureza pode vir a contribuir com o ensino de estruturas voltados à estudantes, tornando mais intuitivo o processo de entendimento formal, sua aplicação no ensino prática projetual, e principalmente tornando o desenvolvimento formal e estrutural um processo indissociável.

Referências

GOMBRICH, Ernest H. **A História da arte.** 1ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 714p, 1v, p. 140-170.

INGOLD, T., 2011. **Estar Vivo: ensaios sobre movimento, conhecimento e descrição.** Coleção Antropologia. Petrópolis RJ: Vozes. 390p.

LANCHA. J.J. **O olho e a mão, o desenho na primeira viagem de Le Corbusier.** Revista de pesquisa Risco. EESC-USP. São Paulo. Vol. 4, N° 2. P. 51-66. 2006.

LANCINI, G.C., LANCHA, J.J. **Brunelleschi e o desenho de arquitetura.** 2014. 80 f. Relatório final (iniciação científica) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

MACHADO, M. F. **O grande cerco à casa ancestral.** Antropologia e Arquitetura em Mato Grosso, Brasil. VI Congresso da Associação Portuguesa de Antropologia (painel T031), Coimbra, 2016.

PORTOCARRERO, J. A. B. **Tecnologia Indígena em Mato Grosso: Habitação**. 1ª edição. Cuiabá: Entrelinhas, 2010. 230p, 1v.

REBELLO, C.P. Y., 2017. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Edtora Zigurate, 12º Edição.271p.

SALVADORI, M. 2006. **Por que os edifícios ficam de pé: a força da arquitetura.** São Paulo: Martins Fontes.

VASCONCELOS, A. C. 2000. **Estruturas da Natureza.** São Paulo: Studio Nobel.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ATELIÊ DE PROJETO - SUPERANDO O PARADIGMA: DO ABANDONO DA PRANCHETA PARA A INSERÇÃO DAS FERRAMENTAS DIGITAIS

DINIZ, Luciana Nemer[1],
QUEIROZ, Joana Costa de Miranda[2].

Resumo

O cenário da concepção e da prática de projetos de arquitetura tem enfrentado uma intensa revolução tecnológica nos últimos anos. Nas escolas de arquitetura e urbanismo, o ensino de projeto no ateliê, imprime em suas práticas, o reflexo dessa revolução, muitas vezes consolidando paradigmas baseados nas primeiras impressões às novas ideias. Será que a dialética prancheta versus computador ainda é forte o suficiente para ser mantida? As escolas de arquitetura tem apresentado defasagens em relação às novidades tecnológicas: na adequação dos ambientes de ensino; na capacitação de seus professores e na inserção de novas ferramentas digitais de apoio ao projeto. Uma série de trabalhos recentes tem investigado as influências significativas exercidas do avanço tecnológico sobre o ensino. Por meio dessas discussões e análises, pretende-se contribuir para uma avaliação das qualificações e práticas pedagógicas dos docentes e da atualização do ambiente de ensino a luz da tecnologia.

Palavras-chave: arquitetura; ateliê; desenho; ensino de projeto; ferramentas digitais.

Abstract

The scenario of the design and practice of architectural projects has faced an intense technological revolution in recent years. In schools of architecture and urbanism, project teaching in the studio implies in its practices the reflection of this revolution, often consolidating paradigms based on the first impressions of the new ideas. Is the dialectical dialectic versus computer still strong enough to be maintained? Architecture schools have presented lags in relation to technological innovations: in the adequacy of teaching environments; in the training of its teachers and in the insertion of new digital tools to support the project. A number of recent studies have investigated the significant influences of technological advancement on teaching. Through these discussions and analyzes, it is intended to contribute to an evaluation of the qualifications and pedagogical practices of teachers and the updating of the teaching environment in the light of technology.

Keywords: architecture; studio; drawing; design teaching; tools.

[1] Doutora em Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ – luciana_nemer@ig.com.br
[2] Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, PPGAU/UFF – joanacmiranda@gmail.com

1 Introdução

O processo de trabalho dos arquitetos e urbanistas tem como fator influenciador o desenvolvimento tecnológico. Desde que os computadores pessoais permitiram a difusão da utilização da computação gráfica para desenvolvimentos de projetos, muitas etapas puderam ser aceleradas. Desse modo, ao longo das duas últimas décadas, o uso de instrumentos de desenho técnico evoluiu rapidamente da simples substituição da prancheta pelos sistemas CAD, para o uso intensivo do computador como um sistema integrado, que permitiu que, as mais variadas rotinas do processo de *elaboração* e desenvolvimento dos projetos arquitetônicos, fossem automatizadas e otimizadas.

Não somente o computador se tornou um meio constante para concepção e produção de projetos, como também alguns outros instrumentos digitais vieram para dar apoio ao desenvolvimento de trabalhos, como o celular, mesas digitalizadoras, *plotters, tablets* e afins, além de que utensílios antes de uso totalmente artesanais, como trenas, foram também atualizados pela tecnologia digital.

Todo este movimento de revolução de ferramentas atrelou ao perfil do arquiteto novos comportamentos para seu próprio processo de aprendizagem e emprego de técnicas de desenho. Hoje é possível, por exemplo, fazer croquis manuais, digitalizá-los e desenhar a partir deles ou, até, elaborar croquis diretamente em meios digitais, por meio de algumas dessas novas ferramentas tecnológicas disponíveis.

A forma de comunicação também sofreu grande modificação tecnológica. Atualmente, o processo de interação interpessoal alcançou níveis antes pouco imaginados, como por exemplo, a troca de informação por meio virtual através de dispositivos móveis. Além do acesso a fontes confiáveis de forma muito mais rápida e fácil. Não é preciso mais obrigatoriamente, para se obter uma informação específica, ter acesso físico a um determinado livro, as informações podem ser trocadas virtualmente e, muitas delas, de forma gratuita.

O debate direto sobre todas estas mudanças e suas possíveis influências da evolução digital no modo de ensinar o ato de projetar arquitetura, será feita por três eixos de análises importantes: 1. A abertura para novas possibilidades dentro do processo de projetação, desmistificando paradigmas que não mais se sustentam, como: prancheta versus computador; 2. A atualização da capacitação do professor durante sua orientação de projeto; 3. A inserção nos ateliês das ferramentas digitais nos ambientes de ensino.

Portanto, a proposta deste trabalho é gerar reflexões futuras para a criação de alternativas e práticas pedagógicas capazes de responder, adequadamente, às dinâmicas que compõe o ambiente de um ateliê de projetos atualizado segundo a evolução tecnológica.

2 Desenho em prancheta: a “velha novidade” dentro dos ateliês de projeto

O desenho é uma representação das características essenciais de algo ou alguma coisa. Para Ortega e Baibich (2015), os dois eixos fundamentais para o trabalho de ensino de projeto no ateliê são: o da concepção e o da comunicação e, tanto um como outro se anunciam na representação gráfica, portanto no desenho. “A Representação Gráfica constitui-se em uma área de conhecimento que ocupa papel de destaque no trato das relações espaciais”. (OBEGRON *et al.,* 2011, p. 1).

Florio (2013) afirma que o processo de projeto é fundamentalmente dependente do pensamento visual. Portanto, quanto mais visual e concreto for o meio de expressar o problema, mais fácil será seu desenvolvimento, sua visualização e compreensão de sua solução. “A arquitetura é uma arte visual, como a pintura e a escultura. O arquiteto, tanto quanto o pintor e o escultor, raciocina com imagens visuais – elas constituem sua arte.” (GARDINER, 1977, p. 11)

O Arquiteto e Professor Rafael Fonseca (2018) acredita que o desenho, enquanto ferramenta manual e livre tem muitas possibilidades, dentre elas: representação; expressão; análise; descoberta; e, investigação. E todas são muito úteis para a criação de um repertório visual do estudante. Para ele, a função prioritária do desenho manual é, sobretudo, a concepção do projeto.

> Quando se fala em desenho a mão livre logo se pensa em etapas iniciais do trabalho, do projeto. É a ideia de se tirar alguma ideia da cabeça para verificar sua viabilidade. E muitas vezes a ideia quando desenhada, não se parece com a ideia pensada. É um momento crucial em que olhamos para o papel e verificamos se a ideia funciona ou não. É aí que se tem que adaptar e mudar as ideias. E a gente muda através de um outro desenho. (...). O desenho vira uma ferramenta de pensamento, de processo e não o fim. E essa é a maior força do desenho livre, não na etapa final, mas na etapa inicial e no meio do processo, não é um desenho para uma banca, ou para um cliente... um desenho para uma apresentação final, é um desenho que está dentro do seu ateliê, do seu escritório, é um desenho para discutir com os seus colegas e com você mesmo. Você vai olhar para o seu desenho e vai pensar a partir dele. (FONSECA, 2018).

Ao longo da história vários arquitetos, artistas e, até cientistas utilizaram da técnica do desenho em série para composição dos seus trabalhos. Le Corbusier é um desses exemplos. Para ele, o desenho é uma linguagem, uma ciência, um meio de expressão do pensamento.

> “Graças ao seu poder perpetuador da imagem de um objeto, o desenho pode chegar a ser um documento contendo todos os elementos necessários à evocação do objeto desenhado, quando na sua ausência”. (CORBUSIER apud ALVES, 2009).

O reconhecimento de que a abertura do projeto para o debate crítico se dá por meio do desenho, ou talvez melhor, por meio das ideias referentes ao projeto, é compartilhada por Ortega e Baibich (2015). Os autores acreditam que é pela análise dos desenhos que esse diálogo se inicia, permitindo que o desenho seja a representação do pensamento do estudante dentro dos ateliês de projeto.

> A produção de um desenho constitui sempre uma ação e reação que fornece ao aluno um caminho necessário no complexo processo de antecipar uma imagem do edifício imaginado e, consequentemente, desenho após desenho, chegar à solução desejada, ou possível para o momento. (ORTEGA, A. R. e BAIBICH, T. M., 2015, p.134)

Historicamente, para elaboração dos desenhos de Arquitetura nos Ateliês, eram disponibilizados, as tradicionais pranchetas. Apesar de ser possível notar a progressiva inserção de ferramentas digitais no ato de se projetar já há alguns anos, a implantação do seu uso no ensino de projeto de arquitetura pode ser considerada, de certo modo, embrionário.

A sala de aula digital e integrada ainda é um ambiente raro, com pranchetas e computadores individuais para os alunos e lousa eletrônica para os professores. No entanto, na prática profissional as estações de trabalho já compartilham pranchetas e computadores, conforme demonstrado em figura 1.

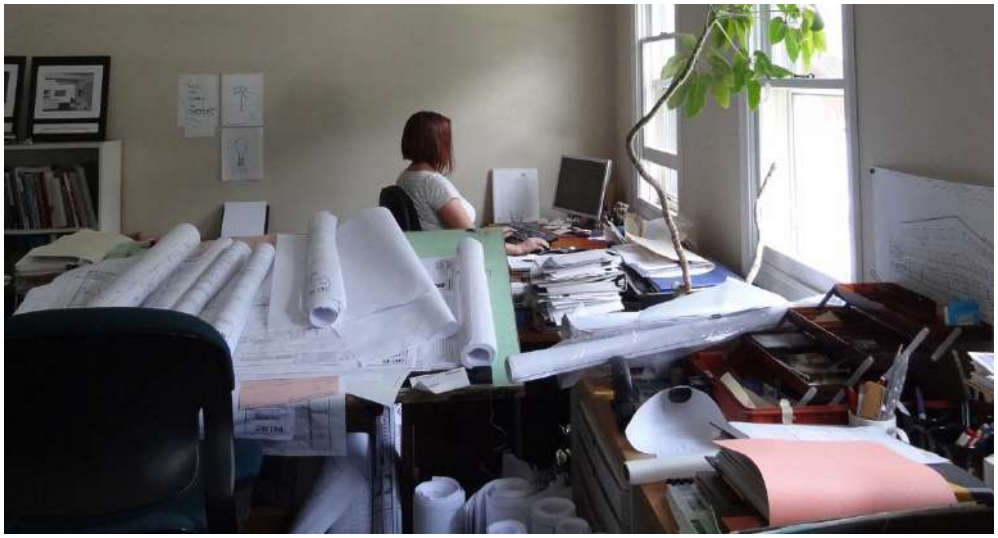


Figura 1 – Inside Architecture.
Fonte: https://insidearchitecture.com/wordpress/our-office/

Atualmente programas computacionais possibilitam visualização rápida e elucidativa do objeto em elaboração. Permitem testes de materiais, cores, iluminação, estudos de insolação, relações com o entorno. Tudo isso de forma quase que imediata, sem grande disponibilização de tempo e emprego de técnicas de desenho muito elaboradas.

Entretanto, como umas das primeiras reações a possibilidade de o computador tornar-se referência ou inibir os processos criativos da atividade projetual, muitos alunos e professores quando se deparam com novas ferramentas computacionais, experimentam sensações ambíguas, familiaridade e/ou aversão. Tussi e Junior (2013) acreditam que essa reação é responsável pela geração automática de uma dialética que aos poucos ganhou força: prancheta versus computador que, desde os primeiros momentos de inserção digital, passou a rondar os ambientes de ensino de projeto e, parece, que ainda não foi abandonada.

A expressão “novidade velha”, utilizada num contexto antropológico pelos autores Ingold (2011) e Taussig (2011) *apud* Kuschnir (2016), ilustra bem essa tensão em relação ao desenho também no campo de conhecimento da arquitetura, visto que consegue demostrar a mescla de sensações: nostalgia pelo que passou e, ao mesmo tempo, angústia pelo que não se conhece ainda.

Atualmente, em tempos de grande avanço tecnológico, Carvalho e Savignon (2012) apontam para a preocupante desatualização dos ateliês de projeto quanto aos equipamentos digitais para concepção de projeto. O que sugere uma pergunta: a força do paradigma criado entre prancheta e computador ainda se justifica como um fator preponderante para que as escolas de arquitetura não priorizem aproximar os ateliês de projeto das ferramentas digitais?

3 Desenho digital: uma realidade ainda distante dos ateliês de projeto

O desenho, como uma das principais ferramentas no processo de criação arquitetônica, tem sido o foco para implementação de programas computacionais. Programas desde o *Computer Aided Design* (CAD), outros de manipulação da forma tridimensional (3D) como o *Sketch Up* e, mais, recentemente, aqueles baseados em um modelo de informação para construção - Building Information Modeling (BIM) - são alguns dos exemplos da crescente e constante informatização inserida na atividade de projetação arquitetônica e urbanística.

Esse processo tem remodelado os conceitos tradicionais do desenho manual e por instrumento e provocado uma grande modificação no método de desenvolvimento de projetos, nas rotinas e nas formas de trabalho adotadas nos escritórios e Escolas/Faculdades de Arquitetura. A partir disso, parece natural que os métodos de ensino de projeto sejam repensados para que se adequem a estas novas condições. Porém essa não se parece com a realidade do que acontece na maioria dos ateliês de projeto das escolas de arquitetura brasileiras.

A FAU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) – UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) é um exemplo disso. Boas e Pinheiro (2007) fizeram uma avaliação da experiência relacionada com a implantação da disciplina Gráfica Digital na grade curricular da faculdade em 2006. Segundo os autores, a intenção era inserir a representação gráfica digital no processo criativo dentro da escola. Porém, ainda numa avaliação superficial, verificou-se que o distanciamento entre as ferramentas computacionais e o ateliê de projetos se manteve o mesmo depois disso, como exemplificado em Figura 2: registro de uma das salas utilizadas para o ensino de projeto aparelhadas somente por pranchetas.

Figura 2 – Mobiliário da FAU - UFRJ.
Fonte: fotografia registrada pelas autoras

Florio (2013) reverbera essa ideia, de que as transformações causadas na arquitetura pela inserção dos recursos computacionais, ainda são incipientes no Brasil, e não conseguiram transformar nem mesmo o ensino de graduação, que continua defasado:

> As novas tecnologias digitais potencializaram a criação de projetos de arquitetura. Desde a década de 1990 houve grandes avanços na modelagem geométrica, na modelagem paramétrica, na prototipagem rápida, nos recursos de simulação, animação e de fabricação digital. Contudo, o ensi-

> no de projeto pouco se alterou diante destas rápidas transformações tecnológicas, aumentando a defasagem entre a realidade e a universidade. [...] Simulações de ambientes, de conforto térmico e acústico, de comportamento estrutural e deformações ainda são praticamente desconhecidos nas faculdades de arquitetura (FLORIO, 2013, p. 56).

Para se entender a enormidade do desafio de inserção das ferramentas computacionais nas salas de aula, é preciso buscar as fontes que divulguem as discussões dentro do cenário de ensino do Brasil. Batista e Cruz (2017) apontam a *International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design*, mais conhecida como GRAPHICA, um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Expressão Gráfica (ABEG), como palco central dessas discussões.

São nos trabalhos apresentados nestes Congressos, assim como nos Anais e nos Livros que são gerados pelos eventos, que docentes/pesquisadores e discentes abordam teorias e propostas para as questões supracitadas neste presente artigo, especialmente subtemas relacionados ao campo educacional em geral e ao ensino-aprendizagem em particular. A temática *Conexões entre o pensamento gráfico e as tecnologias* tem apresentado um maior percentual de trabalhos apresentados no GRAPHICA nos eventos a partir de 2011.

Fritzen e Castelan (2011) são exemplos ao mencionar a preocupação com procedimentos que viabilizem a aprendizagem com foco na superação de metodologias tradicionais. Para eles, o caminho seria a implementação de "um modelo de aulas inteiramente contextualizadas, onde a realidade prática do processo de fabricação é discutida, e não apenas o funcionamento das ferramentas dos *softwares*" (FRITZEN e CASTELAN, 2011, p. 1).

Nesse sentido, Ropelatto *et al.* (2013) menciona a utilização da hipermídia como recurso didático com intenção de favorecer a aprendizagem e dinamizar as aulas. E, ainda, Machado e Iwata (2015) enfatizam a importância da articulação metodológica diante das novas ferramentas tecnológicas no ensino. Segundo as autoras, "o professor precisa mudar a metodologia de ensinar desenho, aproveitar as possibilidades que a tecnologia oferece, mas sem se acomodar na crença de que os programas gráficos irão solucionar todos os problemas " (MACHADO; IWATA, 2015, p. 323).

Carvalho e Savignon (2012) fizeram uma síntese dos problemas mais recorrentes do ensino de projeto em ateliê apontados por diversos autores pelo mundo, são eles: Autores estrangeiros como Dutton (1991); Salama (1997), Schön (2000) e Corona-Martinez (1986, 2000); Autores brasileiros como Silva (1984, 1986, 2003 e 2007), Comas (1986), Mahfuz (1986, 1995, 2003, 2007), Rheingantz (1998, 2003), Veloso e Elali (2003) e Elali (2007).

Os problemas apontados são: desprezo do conhecimento prévio e da motivação do aluno; ensino baseado na intuição e na criação; falta de crítica, que resulta em uma baixa qualidade da produção arquitetônica; atividade projetual aprendida somente através da prática - ensino operacional, sem espaço para a teoria; repetição de modelos - atendimento às exigências do mercado; hierarquia do professor sobre o aluno: o ensino é baseado na experiência do professor, fazendo com que os estudantes fiquem dependentes e tentem conectar seus problemas com as expectativas do professor; pouco espaço para o trabalho em equipe – trabalhos individuais acirram a competição entre os alunos; ênfase no problema inicial e no resultado final – desconsideração do processo e avaliação centrada na opinião pessoal do professor (subjetiva).

A consolidação da discussão e do intercâmbio (de pesquisas e/ou experiências em salas de aula) entre os professores brasileiros, continuam Carvalho e Savignon (2012), compõe as propostas para equacionar os problemas levantados. Contudo, desde meados da década de 1990, com a inserção dos programas computacionais voltadas para a projetação arquitetônica e a sua construção, um novo problema vem à tona: como promover a inserção dos novos recursos tecnológicos no ensino de projeto em ateliê? E, mais: Como inserir essas tecnologias sem menosprezar ou, pior, extinguir a prática do desenho manual? Como possíveis respostas para estas questões, Pereira, Pinheiro e Vaz (2013) reforçam a ideia de que os recursos tecnológicos representam ferramentas essenciais no processo de ensino aprendizagem e, Botasso e Vizioli (2017), por sua vez, incentivam o uso de ferramentas digitais como *tablets* para a produção de croquis visto a possibilidade de grande armazenamento e posterior edição através de outros softwares e, principalmente, que os modelos mais recentes deste tipo de dispositivo já reconhecem as sensações de tato, criando assim uma similaridade com o desenho manual.

A introdução das novas tecnologias no ateliê de projeto depende de diversos fatores que, combinados, podem reorganizar o ensino de Projeto Arquitetônico – tanto para os professores, quanto para os alunos, como representado pela figura 3, cuja utilização de computadores nas aulas para ensino de projeto da FAU/USP parece ser feita de maneira alternada a pranchetas.

Figura 3 – Aula do Curso de Arquitetura FAU - USP.
Fonte: http://www.imagens.usp.br

> Neste novo contexto, desenvolver a capacidade de projetar e, sobretudo, de ensinar a projetar, é um desafio que exige dos professores e da própria instituição de ensino tanto um esforço de atualização e acompanhamento das novas tecnologias quanto uma mudança de mentalidade na cultura tradicional do ensino de projeto. Mas será que essa mudança tem sido verificada de fato no cotidiano do ensino de projeto arquitetônico nas escolas de arquitetura no Brasil? (VELOSO; RUFINO, 2007, p. 269).

Os ateliês de projeto precisam estar preparados para essas novas formas de projetar apresentadas pelos recursos tecnológicos. Carvalho e Savignon (2012) detalham: equipados com pranchetas tradicionais, computadores individuais, mesa digitalizadora, recursos

audiovisuais integrados e com acesso à internet, que dariam subsídio à projetação em tempos de arquitetura digital. Nesse mesmo sentido, os autores acreditam que a atualização dos professores e à adequação dos espaços físicos também são temáticas importantes de serem abordadas, além da questão referente à comunicação/interação entre o professor e os alunos, principalmente no caso de grande diferença etária e, por conseguinte, formações muito diversas.

3.1 A dinâmica das aulas nos ateliês e as ferramentas digitais: professor x aluno

Ainda é visto recorrentemente as disciplinas que, ministram o conteúdo de representação e o uso da informática, se limitarem ao ensino de como utilizar os vários programas dedicados ao desenho e à modelagem 3D. Ao contrário do que acontece, Mahfuz (2009), acredita:

> "É função do ateliê mostrar como os aplicativos de modelagem podem ir além de sua condição de ferramenta sofisticada de desenho e revelar sua utilidade transcendental como ferramentas de projeto". (MAHFUZ, 2009, p.2)

Assim sendo, é importante conhecer o perfil do professor/arquiteto atual. A geração que, durante a década de 1990 trabalhou como professor ou passou pela graduação, assiste desde então muitas ferramentas de uso nos ateliês de projeto serem substituídas ou terem seus usos reduzidos gradativamente. Como o nanquim, as lapiseiras com espessuras diferentes, gabaritos e, também, a própria prancheta. É o profissional com este perfil que vai precisar se adequar ao ensino de projeto por meio de ferramentas digitais.

De outro lado dessa dinâmica se encontra o aluno que, em sua maioria, já entra nas Escolas/Faculdades de Arquitetura e Urbanismo, tendo sido apresentado a uma enormidade de ferramentas tecnológicas desde sua infância, que toda uma geração de professores somente teve acesso muito mais tarde.

A atualização desse profissional se dá frequentemente em meios externos às próprias instituições em que trabalham. São em cursos livres oferecidos pelo mercado que são oferecidos treinamentos em determinados softwares. Cabe ao professor traduzir as informações recebidas para uma disciplina curricular que envolve questões relacionadas a didática, aproveitamento em classe, aplicabilidade do software e inter-relação com outras disciplinas, ou seja, o trabalho consiste em aperfeiçoar uma informação e qualificar um conhecimento para repassá-lo aos alunos. No entanto, muitas vezes a carga horária da disciplina de computação gráfica nas escolas e faculdades de arquitetura é inferior à dos cursos livres. Outra desvantagem que se observa é que o mercado oferece nos cursos livres máquinas de última geração com versões atualizadas e oficiais dos programas, enquanto que nas universidades públicas, especificamente, a dificuldade de se obter equipamentos e pacotes de software além de ser grande, não acompanha o ritmo do mercado dos cursos oferecidos externamente às Escolas.

Mesmo os professores que passaram pela transição analógica/digital das ferramentas de desenho durante sua formação, ou aqueles que procuram se adequar constantemente, enfrentam o desafio de estar sempre atualizados com as mais recentes tecnologias que tão aceleradamente evoluem. Estar à frente ou, no mínimo, acompanhar o ritmo da evolução

tecnológica ainda se mostra uma tarefa árdua para muitos profissionais e, não parece ser diferente, para o professor de Arquitetura e Urbanismo. Stelle (2001) aponta que, desde o começo do século XXI, o número de pacotes de softwares prolifera exponencialmente. Na figura 4 são ilustrados alguns desses *softwares* lançados.

Figura 4 – Softwares para Arquitetos.
Fonte: Autodesk e Trimble Navigation

De uma maneira ou de outra, a crítica costuma recair diretamente sobre os docentes de fundamentos de projeto, visto que incide também sobre eles a responsabilidade de alfabetizar o aluno iniciante nas questões relativas à representação digital do projeto.

4 Conclusão

O panorama apresentado neste texto indica que desde o início do século XXI que se discute o paradigma criado entre o desenho arquitetônico tradicional, feito à mão, e o desenho produzido em ambiente digital, com o auxílio do computador, bem como a inserção das ferramentas tecnológicas no ateliê de projeto. Desse modo, julgou-se necessário e importante que fosse verificado a forma como as Escolas/Faculdades de arquitetura e urbanismo e os professores estão se adaptando a esta nova realidade.

Entende-se que não deve existir também uma grande diferença entre a capacidade do professor e o potencial do aluno. Portanto, a atualização dos professores e a adequação dos espaços físicos são fundamentais para a minimização desse abismo.

Não é razoável limitar às pranchetas exclusivamente a ferramenta de criação dos desenhos, principalmente porque é inegavelmente irreversível a presença das ferramentas digitais no ato da projetação. Portanto, a inserção digital nos ateliês, mantendo as pranchetas como aliadas no processo do ato de projetar, numa dinâmica híbrida, se insinua como perspectiva ideal.

As habilidades manuais são impossíveis de serem suprimidas e menosprezadas, mesmo porque, em interface com programas computacionais, tem suas capacidades potencializadas e fortalecidas.

Acredita-se que é importante que se desmistifique os receios sobre o uso de ferramentas digitais e que se faça uma adequação das instalações e currículos das Escolas/Faculdades, além da capacitação de seus professores para que, as habilidades manuais e as ferramentas digitais, sejam plenamente integradas e inseridas conjuntamente no ensino dentro dos ateliês de projeto.

Referências

ALVES, Gilfranco Medeiros. **O desenho analógico e o desenho digital: a representação do projeto arquitetônico influenciado pelo uso do computador e as possíveis mudanças no processo projetivo em arquitetura**. M.Sc., PPGEL / UFMS, Campo Grande, MS, Brasil, 2009.

BATISTA, Gabrielly Beatriz e CRUZ, Kátia Maria da. Estatuto da temática ensino-aprendizagem no âmbito da expressão gráfica: o graphica em questão. **Revista Interritórios. Revista de educação Universidade Federal de Pernambuco.** Caruaru, v. 3, n. 4, 2017.

BOAS, Naylor Barbosa Vilas e PINHEIRO, Ethel. A gráfica digital na FAU/UFRJ: Experiências e possibilidades no ensino de arquitetura. **Graphica,** ed. 2007. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br>. Acesso em: 22 nov.2018.

BOTASSO, Gabriel Braulio e VIZIOLI, Simone Helena Tanoue. XII GRAPHICA -International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design: **Desenho e processo projetivo: aproximações entre Eduardo Souto de Moura e Eduardo de Almeida**, 2017, Araçatuba, Anais.

CARVALHO, Ramon Silva de e SAVIGNON, Affonso Pedro de. O professor de projeto de arquitetura na era digital: desafios e perspectivas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 6, n. 2, p. 4-13, jan., 2012.

FLORIO, Wilson. O croqui no atelier de projeto: desafios no ensino de arquitetura na era digital. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica,** v. 1, n. 1, p. 50-76, 2013.

FONSECA, Rafael. **Palestra: A importância do desenho livre para o arquiteto e urbanista**. In: SAU (SEMANA DE ARQUITETURA E URBANISMO), 16 set 2018, Niterói: Prédio da Computação, UFF, 2018.

FRITZEN, Daniel e CASTELAN, Jovani. IX GRAPHICA -International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design: **Aulas de CAD/CAM contextualizadas**, 2011, Rio de Janeiro, Anais.

GARDINER, Stephen. **Le Corbusier**. Tradução de Gilberto B. De Oliveira e Jamir Martins; revisão de Paulo J. V. Bruna. São Paulo: Cultrix – Universidade de São Paulo, 1977.

KUSCHNIR, Karina. A antropologia pelo desenho: experiências visuais e etnográficas, **Cadernos de Arte e Antropologia**, v. 5, n 2, p. 5-13, 2016. Disponível em: https://journals.openedition.org> Acesso em: 20 nov. 2018.

MACHADO, Silvana e IWATA, Nara. O processo didático na disciplina de Representação Gráfica na graduação de Design de interiores no Brasil. In: **GEOMETRIAS & GRAPHICA 2015 – Tendências no pensamento gráfico - Proceedings Geometrias & Graphica 2015.** Lisboa, v. 01, 2015.

MAHFUZ, Edson. O ateliê de projeto como mini-escola. ***Arquitextos*, São Paulo, ano 10, n. 115.00, dez. 2009.**

OBEGRON, Rosane *et al.* IX GRAPHICA -International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design: **Aprendizagem de representação gráfica: perspectiva colaborativa e compartilhada**, 2011, Rio de Janeiro, Anais.

ORTEGA, Artur Renato e BAIBICH, Tânia Maria. O desenho e o diálogo: alfabetização do aluno no ateliê de projeto arquitetônico. **Educar em Revista,** n.57, p. 131-146, jul./set. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 20 nov. 2018.

PEREIRA, Danilo, PINHEIRO, João Vitor e VAZ, Carlos Eduardo. X GRAPHICA -International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design: **I Love Edros – um game educacional para o ensino da geometria,** 2013, Florianópolis, Anais.

ROPELATTO, Luciane *et al.* X GRAPHICA -International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design: **História em quadrinhos como objeto de aprendizagem hipermidiático**, 2013, Florianópolis, Anais.

STEELE, James. **Arquitectura y revolución digital**. México: Gustavo Gili, 2001.

TUSSI, Jéssica e JUNIOR, Ivan Prado. 13º CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA: **Prancheta x computador: o exercício projetual nas escolas de arquitetura e urbanismo,** 2013, Campinas. Anais.

VELOSO, M. e RUFINO, I.A.A. **Entre a bicicleta e a nave espacial: os novos paradigmas da informática e o ensino do projeto arquitetônico**. In DUARTE. C. et al (org.). O lugar do projeto no ensino e na pesquisa em arquitetura e urbanismo. Rio de Janeiro: Contracapa, 2007.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

AINDA UTILIZAMOS NANQUIM – O USO DA AGUADA DE NANQUIM NA FORMAÇÃO DE ARQUITETOS

DINIZ, Luciana N.[1],
MARINS, Igor Klein da Silva[2],
RIBEIRO, Rodrigo Martins[3]

Resumo

O presente trabalho visa discursar sobre o nanquim como meio de expressão visual aplicado ao ensino de desenho, trazendo a temática das representações tradicionais como métodos de elaboração visual ainda interessantes para a formação profissional de arquitetos e urbanistas em um ambiente cada vez mais digital. Exploram-se as qualidades expressivas e técnicas do material nanquim em seus diversos estilos tendo maior enfoque em suas possibilidades pictóricas como aguada de nanquim, buscando assim a formação das capacidades artísticas e criativas de estudantes e profissionais de arquitetura e urbanismo. Baseando-se em trabalhos realizados em ambiente acadêmico, pela experiência pedagógica proporcionada pelo ensino da técnica em aula e complementada pela pesquisa bibliográfica em diversos textos da área, o artigo demostra as diversas possibilidades e oportunidades do uso do material.

Palavras-chave: Nanquim; Pintura; Representação.

Abstract

The present work aims to address the India ink as a means of visual expression applied to teaching drawing, bringing themes of traditional representations as methods of visual elaboration still interesting for the professional training of architects and urban planners in an increasingly digital environment. It explores the expressive and technical qualities of the Indian ink in its various styles, with a greater focus on its pictorial possibilities as ink wash, for the artistic and creative capacities of students and professionals of architecture and urbanism. Based on works carried out in an academic environment and by the pedagogical experience provided by the teaching of the technique in class and complemented by the bibliographical research in several texts of the area, the article shows the various possibilities and opportunities of the use of the material.

Keywords: India Ink; Painting; Representation.

[1] Universidade Federal Fluminense luciana_nemer@ig,com.br
[2] Universidade Federal Fluminense kleinmarins.igor@gmail.com
[3] Universidade Federal Fluminense arqrodrigoribeiro@gmail.com

1 Introdução

O projeto de monitoria da EAU-UFF (Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense) tem consistido em uma oportunidade no desenvolvimento de trabalhos acadêmicos, conciliando a análise teórica e prática de diversos temas com a experiência pedagógica em sala de aula. Os produtos gerados em tais projetos têm contribuído para constante evolução da qualidade de ensino e tem sido de uso para novos estudantes.

Aguada de Nanquim – apostila de auxilio para a disciplina de Expressão Gráfica da EAU-UFF, feita como projeto de Monitoria pelo aluno Rodrigo Martins Ribeiro no ano de 2007, é desde então base para a utilização do nanquim nos trabalhos realizados em aula. O tema evidência a significância do material em suas diversas formas para a expressão e representação gráfica, sendo historicamente utilizado como um meio de exposição de ideias na arquitetura.

O trabalho põe-se como pedra fundamental da realização do atual artigo, como ponto de partida para a elaboração de uma investigação sobre a importância do material, como meio para desenho e pintura, no desenvolvimento da arquitetura, tendo enfoque na sua relevância pedagógica no ambiente universitário.

Neste sentido, parte-se da importância de existir no repertório profissional do arquiteto e urbanista a capacidade de se expressar graficamente, característica compartilhada por designers de moda, de produto, artistas gráficos e ilustradores. É coerente dispor deste modo, de disciplinas de expressão gráfica durante a formação acadêmica, onde a aprendizagem de um conjunto de técnicas amplia o potencial de comunicação de ideias e conceitos através de desenhos e outras composições visuais.

> Para Elias apesar da evolução tecnológica e dos meios disponíveis pela computação gráfica, muitas vezes é exigido tanto de arquitetos quanto de Engenheiros que façam um esboço de um projeto, ou mesmo um projeto completo, rapidamente, sem acesso aos softwares e computadores que permitem fazê-lo no meio digital. Neste sentido, além dos demais materiais necessários para fazer um desenho técnico, as canetas nanquim, na execução dos desenhos finais, são indicadas, apesar de exigirem cuidado constante, e limpeza frequente, para evitar entupimentos. (ELIAS, 2019).

Outros autores como Albuquerque (2019) e Estúdio Nanquim (2019) também se dedicam ao estudo do material, da tinta e das canetas. Para ambos o bico de pena é uma ferramenta de desenho bastante popular. Quanto a caneta o primeiro a nomeia como caneta técnica e o segundo utiliza o tradicional nome de caneta nanquim, ambos se referem ao modelo que possui um reservatório recarregável e é encontrado em várias numerações de espessura. Segundo Albuquerque as canetas são bastante frágeis e deve ser usado um desincrustante para nanquim, além dessas dificuldades, afirma que atualmente caíram em desuso devido aos avanços da informática e das boas canetas-nanquim descartáveis disponíveis no mercado (ALBUQUERQUE, 2019).

A importância do material é enfatizada por Estúdio Nanquim ao descrever a caneta descartável: “de fácil acesso, é encontrada em lojas especializadas em materiais artísticos e em algumas papelarias. Prática no manuseio, não há o perigo de pingar tinta no trabalho. Ideal para quem deseja dar um traço uniforme ao desenho” (ESTÙDIO NANQUIM, 2019).

Na variedade de formas de se utilizar a tinta nanquim, diversos materiais e acessórios são empregados, o importante é chegar a um resultado esperado em termos de qualidade de representação gráfica, adequada aos diversos profissionais e escritórios.

2 Nanquim como Material

Em primeiro lugar é preciso definir os conceitos básicos que permeiam este trabalho. O material fundamental para a execução da técnica, a tinta nanquim, apresenta coloração negra sendo utilizada para escrever e desenhar, disponível em estado líquido ou sólido na forma de bastão. O principal componente do nanquim é o negro-de-fumo (carbono elementar), pigmento também conhecido de negro-de-carbono ou negro-vegetal, obtido de resíduos de petróleo queimado, combinado com água e goma arábica (MELLO e SUAREZ, 2012, p.5).

> "Hoje as tintas nanquim são fabricadas a partir de uma mistura entre cânfora, gelatina e um pó escuro conhecido como pó de sapato (fuligem ou negro de fumo) muito usado na pigmentação de graxa para sapatos, pneus, artefatos leves de borracha, tintas para impressão, entre outros. É uma das variedades mais puras de carvão" (ESTUDIO NANQUIM, 2019).

O material que pode ser aplicado com caneta ou pincel é fabricado em diversas cores, a partir de fórmulas e ingredientes diferentes. O termo também nomeia os trabalhos realizados com essa tinta. Atualmente existem tintas tipo nanquim à prova d'água (permanentes) e solúveis, adequadas a diferentes estilos de desenho e a vários tipos de caneta.

Assim como a aquarela, a aguada de nanquim é descrita como uma técnica úmida conforme apresentado por Lopes (2017, p.193), que as comparam a técnicas alternativas como manchas de café, beterraba e vinho.

3 Nanquim e Expressão na História

O nanquim é um material usado desde a antiguidade e pode ser listado entre as primeiras tintas utilizadas pelo homem. O desenho com tinta nanquim é um dos meios mais antigos de expressão visual do homem, presente em civilizações ancestrais.

Woods e Woods afirmam que o processo de fabricação da tinta nanquim surgiu na China entre o início e a metade do terceiro milênio a.C. durante o período Neolítico, sendo utilizado como meio de escrita em superfícies de madeira, pedras e ossos. (WOODS e WOODS, 2000, p.51-52).

A partir da Idade Média, os artistas começaram a utilizar a aguada para dar mais veracidade e vivacidade ao desenho, complementando a representação linear com um jogo de luz e sombra que a mesma proporcionava, representado com mais qualidade o motivo escolhido.

No Renascimento, o pincel de ponta chata foi substituído pelo pincel de ponta pontiaguda. A execução minuciosa das transições entre os tons médios e as partes diretamente iluminadas se fazia gradualmente de forma mais difusa, manejando o pincel com mais independência e autoria. Grandes nomes se destacam em trabalhos com aguadas, com os italianos Guercino, Rembrandt, Claude, Lorrain, etc.

Entre os diversos implementos para aplicar tinta nanquim sobre o papel, muitos são originários da antiguidade. Através dos tempos, a engenhosidade humana produziu varetas mergulháveis em tintas, penas cortadas e modeladas e caniços cortados, sem falar na caneta bambu usada durante séculos pelos chineses e ainda atualmente preferida por muitos artistas.

4 Representação Gráfica com Nanquim

A versatilidade do material para a expressão gráfica é notória, comumente usada com o auxílio de pincel ou na forma de caneta, a tinta nanquim apresenta a possibilidades de diferentes técnicas de desenho, incumbindo o desenhista a escolha daquela que melhor atenda suas necessidades expressivas e adapte-se a suas capacidades como artista.

A versatilidade apresentada pelo nanquim, como material de desenho, pode ser categorizada conforme a etapa do processo de aprendizagem de desenho, iniciando pela técnica de linhas e ranhuras e finalizando pela aguada de nanquim, mais próxima da pintura, apresentando uma ampla semelhança com a aquarela.

A seguir são apresentadas as principais técnicas utilizadas em aula, bem como uma análise conceitos de teoria de desenho relacionados:

4.1 Linhas e Hachuras

Nesta técnica, a utilização do nanquim, principalmente por canetas descartáveis ou do tipo bico de pena, estimula a eliminação dos elementos não essenciais da composição, se focando na reprodução das formas através de silhuetas.

A utilização da técnica de linhas permite ao desenhista a reprodução rápida daquilo que é visto, permitindo um processo investigativo de elementos reais através do desenho, tornando a técnica ideal para a realização de croquis rápidos.

As canetas nanquins, em seus mais diversos tipos, abrangem uma diversidade de possíveis traços e aplicações (Figura 1). Traços mais grossos podem ser combinados com mais finos para a criação de uma hierarquia de linhas que permitirá definir as formas mais importantes ou mais próximas do observador. Ainda as hachuras podem indicar as mais variadas texturas e materiais em um desenho. A importância do aprendizado das formas que compõe o mundo, através de croquis e desenhos mais investigativos, fica explicada na fala de Borgman:

> Antes de se debruçar sobre a arte final, é preciso ter um bom conhecimento de croquis e desenhos. Para alguns artistas a técnica se torna um fim em si mesma, no entanto, tão importante quanto a técnica pode ser, a primeira preocupação deve ser a fidedignidade do desenho com o tema e seu conteúdo. (BORGMAN, 2002, p.129)

Figura 1 – Nanquim com Técnica de Linhas e hachuras.
Fonte: MARINS, 2019.

4.2 Aguada de Nanquim

Entre as técnicas de desenhos abarcadas pela tinta nanquim, a aguada pode ser considerada como a inserção deste material no domínio da pintura, sendo tecnicamente a mais próxima representação da aquarela, de forma que sua utilização contém a dupla vantagem de apresentar uma grande possibilidade de expressão visual e, no tocante ao caráter pedagógico da representação gráfica, permite a exemplificação de um conjunto de teorias e técnicas de expressão, sendo uma técnica de transição entre o desenho com lápis e caneta, para a pintura com tinta e pincel.

A aguada assim como a aquarela, é considerada uma técnica liquida de pintura, relativamente simples. Consiste na mistura de pigmentos e água para se alcançar determinadas tonalidades, onde maiores quantidades de água resultam em tons mais claros e a maior proporção de tinta significa tons mais escuros ou vibrantes.

As pinturas com as técnicas líquidas decorrem da utilização de processos, que trabalham a aplicação de água e tinta sobre a tela ou papel de gramatura elevada, o manuseio e controle do liquido acima do desenho, seja pela adição posterior de água ao mesmo, tornando-o pintura ou pela mistura prévia feita em um godê. A técnica compreende a delimitação das formas ou massas com tons mais claros e a subsequente adição de pigmentações mais escuras, como apresentado na Figura 2.

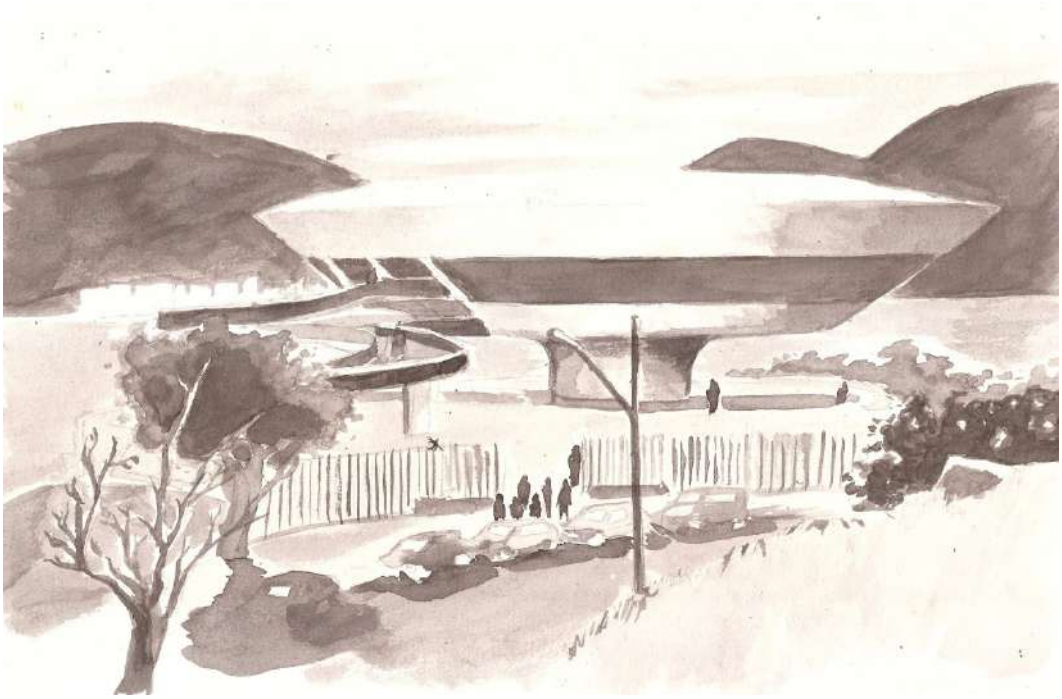


Figura 2 – Museu de Arte Contemporânea – Oscar Niemeyer.
Fonte: MARINS, 2013.

Quando analisado exclusivamente a aguada de nanquim como método monocromático de representação, é possível perceber a potencialidade desta técnica como uma introdução à teoria da escala de tons e valores que formam o desenho, partindo de tons mais claros para mais escuros, em uma simplificação que elimina qualquer confusão possível pelas variedades de cores. Conforme as palavras de David Sanmiguel, “justaposição tonal, contraste e gradação são fundamentais para representar apropriadamente uma paisagem” (SANMIGUEL, 2002, p.55).

A pintura como método expressivo de representação daquilo que é visto exige um processo que passa pela apreensão das formas vistas no ambiente, sejam elas naturais ou feitas pela mão do homem, adequando e treinando o olhar para a compressão detalhada de proporções, relações de contraste e gradação e texturas, conforme na fala de Loomis:

> O primeiro passo do artista para a beleza definitiva, unidade e organização da pintura é aprender a ver tudo em termos pictóricos. Isto significa a mais próxima aproximação entre olho e mão e o meio escolhido para se trabalhar. (Loomis, 1960, p. 23)

Os termos pictóricos apresentados por Loomis, podem ser compreendidos como o domínio de um processo muito mais intelectual do que manual, residindo em uma capacidade de entendimento do motivo a ser representado.

No caso da pintura, significa a abstração da forma em tons e massas de cor, ao invés de contornos e traços (que por sua vez não existem na natureza), tornando a pintura, por essência, mais próxima da realidade experienciada pela visão. A simplificação de formas em a busca pelo equilíbrio da composição, conferem uma natureza única na forma que o pintor compreende o mundo a sua volQuando nos referimos a arquitetos, urbanistas, designers e profissionais afim, temos uma qualidade especial no uso do desenho e da pintura, conforme dito por Edwards:

> Ser capaz de desenhar uma cadeira é pré-requisito para alguém que deseja projetar uma. O desenho tem duas funções para o designer – permite ele ou ela memorizar e analisar exemplos existentes e o croqui provê o meio para testar a aparência de objetos imaginados. (Edwards, 2008, p.10)

Nesta lógica não se pode ignorar, o que em se tratando da formação de futuros profissionais, a aplicação de técnicas de pinturas como aguadas de nanquim e aquarela que podem contribuir para o entendimento do mundo e posteriormente a sua análise com um enfoque em cor, texturas e contrastes de maneira significativa e aprofundada.

5 Materiais

A aguada de nanquim não difere de outras técnicas expressivas tradicionais quando se considera a necessidade de um conjunto de materiais para a execução de uma obra artística, explorar estes materiais permite ao artista conhecer a melhor opção para a formulação adequada do seu estilo pessoal, ou ainda a experimentação de novas formas de expressividade individual. Considerando os materiais em diferentes categorias pode-se apresentá-los da seguinte forma:

Bases: são os papéis utilizados para a execução do trabalho artístico, dada a semelhança com a aquarela são recomendados para as pinturas com aguada de nanquim os papéis de gramatura alta, normalmente utilizados para a primeira técnica. Além da gramatura do papel, sendo esta a principal característica a ser considerada, é importante considerar a textura da superfície, variando entre lisa e rugosa, tendo diversas variações dentro deste espectro.

Instrumentos de desenho e pintura: são estes os lápis, as borrachas e os pincéis, utilizados para elaboração do trabalho. Os primeiros são aplicados para o esboço inicial das aguadas, colaborando com a etapa de visualização primária das formas e das relações de proporção e perspectiva entre os objetos representados. Uma vez que será um material para

esboço, recomenda-se o uso de lápis não muito macios que não manchem o papel, os HB, 2B e 3B são os que em geral mais se adequam a este uso. Para a correção do esboço recomenda-se a limpa tipos pela sua característica de não desgastar o papel. Ainda são utilizados acessórios para o auxílio da execução do trabalho, como: fita crepe para prender a folha, prancheta, pano para secar o pincel e godê para preparação dos tons da aguada. Os pincéis, por sua vez são encontrados em diversos tipos no mercado e para diferentes usos. Podem ser utilizados pincéis chatos de pelos macios para grandes áreas, e pincéis redondos de ponta fina para detalhes precisos. Conforme Sanmiguel; "é possível atingir traços de várias espessuras com um único pincel. Pode-se facilmente mudar a direção dobrando e arredondando as bordas, enquanto as canetas falham em fazer o mesmo" (SANMIGUEL, 2002, p.59).

De modo geral, a escolha dos materiais e equipamentos para a realização do trabalho artístico passa pela adaptabilidade do desenhista aos meios de representação, sendo um aspecto pessoal, marcado pelos hábitos manuais, as técnicas dominadas e aos objetivos visuais que se pretende alcançar (GILL, 1981, p. 319).

6 Aguada de Nanquim aplicada ao Ensino

A aplicação destas técnicas de desenho e pintura com nanquim em sala de aula propicia a experimentação com diferentes objetivos, de início para o ensino teórico de desenho, fundamental para o desenvolvimento artístico mais crítico, e em segundo através de trabalhos práticos, onde a teoria, técnica e estilos pessoas são colocados à prova para a aquisição de maturidade na representação.

Na imagem a seguir, figura 3, a escala de aguadas para a representação de diferentes tonalidades, apresenta o primeiro contato com a técnica, também inclui a primeira noção de gradação de valor para os estudantes, aspecto fundamental para a construção de uma composição pictórica.

A realização do trabalho prático de desenho de observação, seja pela observação em loco ou através do auxílio de fotografias, requer um conjunto de etapas, para a mais plena e eficiente realização do trabalho, a saber:

Organização: preparação dos materiais a serem utilizados. O trabalho de aguada, depois de iniciado, não deve ser interrompido.

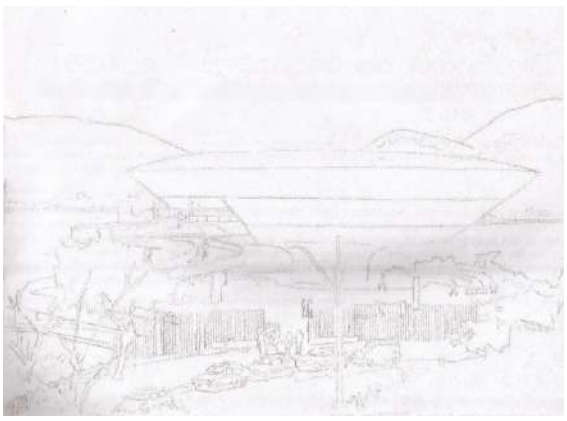
Preparação dos Tons: para se tomar decisões sobre as tonalidades adequadas a determinado desenho ou pintura, é preciso contar com olhos relativamente treinados em ver em termos de tom, ao invés de cor, além disso, deve-se aceitar a ideia de que, ao reduzir o número de tons, consegue-se chegar quase sempre a resultado bem melhores.

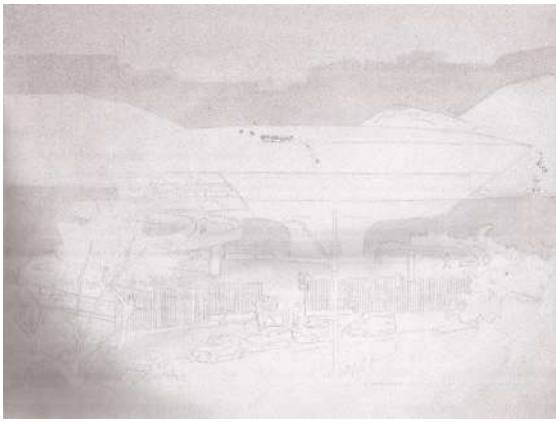
Figura 3 – Escala Tonal.
Fonte: BASTOS, 2013.

Esboço da cena representada: devem-se estabelecer as linhas gerais da cena. Um esboço bem elaborado, pode conter a delimitação e contornos de detalhes e sombras a serem representados na aguada. Via de regra, todo esboço deve possuir traços claros, para que não apareça depois de aplicada a aguada; a figura 4 exemplifica o tipo de traçado adequado para posterior recebimento de técnica líquida de pintura.

Aplicação da aguada: nesta etapa, o ideal é iniciar pelos tons mais claros, e pelo fundo do desenho, e gradualmente adicionando os tons médios e mais escuros, de tal modo que aplicação não ocorra com excesso de água, que pode encharcar o papel, ou com falta da mesma, que deixará o traço seco e com a má aplicação do pigmento a base.

A figura 4 apresenta o passo a passo de uma aguada de nanquim cujo resultado final foi apresentado na figura 2 deste artigo. Em cada estágio o nível de informação vai se aprimorando. Algumas recomendações tradicionais são imprescindíveis: o branco do papel é mais um tom da aguada; a pintura de uma área contígua, se de outra tonalidade carece que se aguarde o tempo de secagem da primeira e sempre será possível escurecer uma área pintada, no entanto, clareá-la é inviável. Também no tipo de pincelada o modelo se constituiu em um desafio, uma vez que dispõe de um conjunto de diferentes formas para representação da técnica de aguada, que implica em diversas maneiras de aplicação da mesma como: preenchimento de grandes áreas, pinceladas circulares para a representação de vegetação e traçados essencialmente lineares.





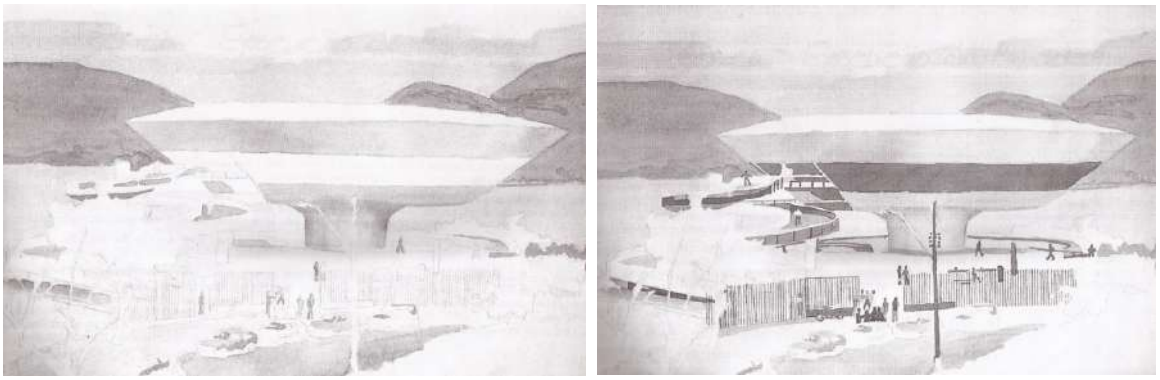


Figura 4 - Museu de Arte Contemporânea - passo a passo da aguada.
Fonte: RIBEIRO, 2007.

A pintura a seguir, figura 5, exemplifica também o resultado do método explicado.

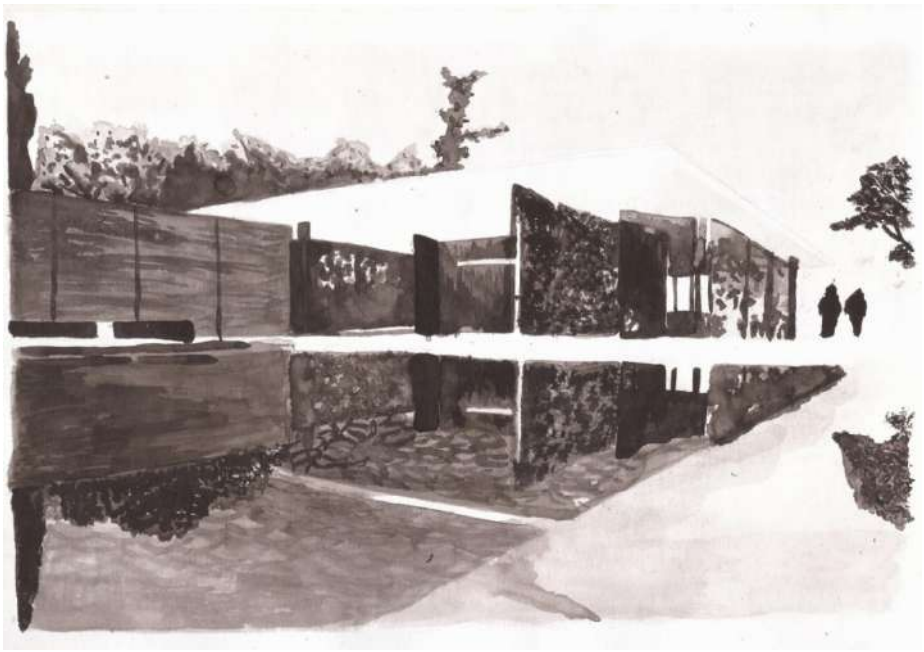


Figura 5 – Pavilhão Alemão - Mies Van der Rohe.
Fonte: MOREIRA, 2012.

Em ambos os casos, o tema escolhido, obra arquitetônica de valor cultural, se torna oportuna em razão da disciplina em questão ser oferecida essencialmente a estudantes de arquitetura. As possibilidades de aplicação da aguada de nanquim são diversas e em desenhos de arquitetura pode ser utilizada em perspectivas de interiores, exteriores, croquis etc.

A aguada pode ser desenvolvida em diversos tipos de representação gráfica, como esboço a carvão, lápis ou caneta (nanquim), croquis e desenhos acabados. No caso de trabalhos de aguada de nanquim e caneta nanquim, a segunda participa na etapa de esboço, delimitando os contornos do desenho, ou mesmo através de alguns grafismos.

7 Conclusão

Adaptado ao seu “restrito” uso nas representações gráficas, o nanquim é sempre empregado com a finalidade de causar estímulo e sensibilidade. Por isso, sua aplicação deve ser planejada no sentido do melhor aproveitamento do material.

A análise e a investigação realizada no presente artigo visou colaborar para a desmistificação do material com relação à dificuldade do uso e da pouca aplicabilidade. O nanquim continua sendo necessário para "soltar" as primeiras pinceladas, sendo aconselhável seu uso antes da aquarela.

Mais usual que a anterior, a técnica de linhas dá identidade ao autor à medida que gera traços marcantes em contraste com o fundo e que podem trazer o caráter dinâmico do croqui e dar fluidez aos esboços ou ainda a rigidez e a organização dos desenhos técnicos a nanquim. Logo, o material é adaptável a diversas técnicas e indicado para muitos fins. Ainda usamos nanquim como produção artística, técnica, expressiva e como fonte didática.

Agradecimentos

Agradecemos as alunas da EAU-UFF, pelas ilustrações 3 e 4 respectivamente, Victoria Rezende Bastos e Vanessa Bonilha Moreira.

Agradecemos ao CNPq a bolsa de Iniciação Científica de Igor Klein da Silva Marins. Agradecemos a Universidade Federal Fluminense à bolsa de Monitoria de Rodrigo Martins Ribeiro.

Referências

ALBUQUERQUE, Marcelo. **História da Arte e Arquitetura.** Disponível em: < https://historiaartearquitetura.com/2017/03/30/nanquim-introducao/>. Acesso em: 24 jul. 2019.

BORGMAN, H. **Pen and Pencil Drawing Techniques**. New York: Dover Publications, 2002.

ELIAS, Henrique. **Por que o desenho técnico é importante para minha carreira?** Disponível em: <https://hspnet.com.br/por-que-o-desenho-tecnico-e-importante-e-para-minha-carreira/ >. Acesso em: 24 jul. 2019.

EDWARDS, B. **Understanding Architecture Through Drawing**. 2. ed. Abingdon: Taylor & Francis, 2008.

ESTÚDIO NANQUIM. **Nanquim.com.br**. Disponível em: <https://nanquim.com.br/sobre-a-tinta-nanquim/>. Acesso em: 24 jul. 2019.

GILL, Robert W. **Desenho para apresentação de projetos.** Rio de Janeiro: Editora Tecnoprint, 1981.

LOOMIS, A**. The Eye of the Painter**: And the Elements of Beaty. New York: Viking Press, 1960.

LOPES, R. F. **Sentir Através de**: O ensino de desenho de observação na arquitetura e urbanismo à luz da Fenomenologia da Percepção. 2017. 467 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

MELLO, V. M.; SUAREZ, P. A. Z. As Formulações de Tintas Expressivas Através da História. **Revista Virtual de Química**, Brasília, v. 4, n. 1, p.2-12, 05 mar. 2012. Anual. Disponível em: <http://www.uff.br/rvq>. Acesso em: 01 fev. 2019.

SANMIGUEL, D. **Art of Drawing:** The Complete Course. 2. ed. New York: Sterling, 2002.

WOODS, MICHAEL; WOODS, MARY B. **Ancient communication**: from grunts to graffiti. Minneapolis: Runestone Press, 2000.

Referências das Imagens

Figura 1 – Nanquim com Técnica de Linhas e hachuras. Fonte: Igor Klein da Silva Marins.

Figura 2 – Museu de Arte Contemporânea – Oscar Niemeyer. Fonte: Igor Klein da Silva Marins.

Figura 3 – Escala Tonal. Fonte: Victoria Rezende Bastos.

Figura 4 –. Museu de Arte Contemporânea - passo a passo da aguada - Fonte: Rodrigo Martins Ribeiro.

Figura 5 – Pavilhão Alemão - Mies Van der Rohe - Fonte: Vanessa Bonilha Moreira.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENHO DE VEGETAÇÃO A CORES PARA EXPRESSÃO

NEMER, Luciana[1],
RODRIGUEZ, Juliana[2],

Resumo

O trabalho apresenta uma experiência didática de monitoria com a elaboração de apostila sobre Desenho de Vegetação a Cores para a disciplina Expressão Gráfica na Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense que promoveu a reunião de conceitos referentes ao assunto. O material propiciou uma maior agilidade em classe e trabalhos práticos com resultados de melhor qualidade. A coleta dos dados deu-se em 2018 e o conteúdo segue a base da apostila anterior de vegetação em preto e branco, realizada pela monitora Isadora Cabral em 2006. Nesta, a vegetação é classificada em: arbóreas; arbustos; trepadeiras; herbáceas e pisos vegetais. Na nova apostila, esses tipos são demonstrados com diferentes técnicas coloridas, utilizando lápis de cor aquarelável e técnicas mistas. Apresenta também a vegetação como elemento que reforça o efeito de profundidade em perspectiva, valoriza a ambiência e a composição do desenho. Como conclusão deste artigo, as imagens são analisadas de acordo com os métodos mencionados, permitindo que os discentes visualizem a aplicação direta da teoria.

Palavras-chave: cores; desenho; expressão; vegetação; paisagismo.

Abstract

The work presents a didactic experience of monitoring with the elaboration of a handout on Design of Vegetation in Colors for the discipline Graphic Expression in the college of Architecture and Urbanism of Universidade Federal Fluminense that promoted the meeting of concepts related to the subject. The material provided greater agility in class and practical work with better quality results. The data were collected in 2018, and the content follows the basis of the previous black and white vegetation handout, carried out by the monitor Isadora Cabral in 2006. In the last one, the vegetation is classified in: arbóreas; shrubs; creepers; herbaceous and vegetal floors. In the new book, these types are demonstrated with different colored techniques, using water-colored pencils and mixed techniques. It also presents vegetation as an element that reinforces the effect of depth in perspective, enhances the ambience and the composition of the drawing. As a conclusion of this article, the images are analyzed according to the mentioned methods, allowing the students to visualize the direct application of the theory.

Keywords: colors; expression; illustration; vegetation; landscaping.

[1] Universidade Federal Fluminense luciana_nemer@ig.com.br
[2] Universidade Federal Fluminense julianarodriguez@id.uff.br

1 Introdução

O projeto de monitoria da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense tem representado uma oportunidade de pesquisa para estudantes e seus orientadores. A criação e organização de material didático para disciplina Expressão Gráfica tem propiciado a experimentação, nas classes posteriores a implantação do mesmo, gerando uma melhoria na qualidade do ensino, na medida em que sua classificação e imagens possuem aplicação direta nos trabalhos práticos desenvolvidos nas aulas.

A apostila Desenhos de natureza para a arquitetura - Os tipos vegetais em diferentes Formas de representação e em diferentes planos era adotada na disciplina desde 2007, no entanto, carecia de informações referentes ao uso da cor. Em 2018, a monitora Juliana Rodriguez demonstrou interesse e habilidade com o tema o que motivou o retorno ao material com novas perspectivas elaborando a apostila Desenho de Vegetação a Cores.

O tema evidencia a importância da vegetação para desenhos de arquitetura, e também explica ao estudante como essa vegetação pode ser representada, seja ela para desenho de observação, em um trabalho de apresentação de projeto (arquitetônico, paisagístico ou urbanístico) ou até mesmo com objetivo de croquis.

O lápis de cor passou então a ser a premissa da criação da nova apostila. O material foi escolhido por ser acessível e familiar a todos os alunos do curso, pois a maioria das escolas de ensino básico trabalha com ele. É também um material versátil, podendo ser utilizado para desenhos com detalhes ou com pinturas uniformes, basta ser adaptado (com o uso de estilete ou apontador) para ter pontas convenientes ao resultado desejado.

Este novo material didático foi disponibilizado a partir da turma de 2018.2, e contém desenhos feitos pela monitora e por discentes como forma de demonstração das técnicas de representação dos tipos vegetais. Também, apresenta imagens de referências da bibliografia analisada de acordo com sua aplicação nos trabalhos práticos da disciplina. A apostila é a forma de exemplificar a importância do referencial para melhoria dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos. Como é distribuída em formato digital é sempre disponibilizada aos alunos e ex-alunos da disciplina via grupo de Expressão Gráfica no Facebook, podendo ser impressa, se necessário.

2 Lápis de Cor e os Tipos Vegetais

Incluir a cor no desenho de natureza pode torná-lo mais fácil de ser compreendido, assim como mais dinâmico e mais atraente, mas, isto não significa que a representação precisa ser complicada. Dependendo da técnica utilizada, é possível conseguir resultados rápidos e bonitos, seja em croquis ou apresentações de projeto.

O material selecionado para a experiência em vegetação foi o lápis de cor aquarelável, que possui diversas vantagens em relação a outros materiais: é acessível, facilmente encontrado em papelarias, familiar a maioria dos estudantes, macio e muito versátil.

Segundo Doyle a flexibilidade do lápis de cor (pode ser aplicado de leve ou com pressão) permite o uso dos mesmos nas mais diferentes bases (DOYLE, 2002, p. 39).

> A versatilidade do material também é destacada por Forslind quando relata suas experiências em clarear, escurecer e misturar. O uso do branco e

> do preto e das misturas que estão relacionadas também as preferências do autor [...] e a certeza que a adição de cores resultará sempre numa mais escura. (FORSLIND, 1996, p. 13)

Para Carneiro sempre que as proporções das cores complementares se equalizam surge uma tonalidade de sombra mais escura, bem próxima do negro, denominada cinza neutro, como tonalidade central da escala cromática (CARNEIRO, 2011, p. 134).

O contraste das cores complementares e vegetação é também observado por Arnheim:

> "uma bola que rola sobre um gramado pode ser localizada e apanhada com muito mais certeza se for identificada não apenas por seu movimento, configuração, textura e talvez claridade, mas também pelo vermelho intenso que a separa da grama verde" (ARNHEIM, 2000, p. 321).

Com lápis de cor é possível trabalhar as propriedades das cores para obtenção de tons de luz e sombra, ajustando a pressão aplicada e trabalhando em camadas.

O emprego de tonalidades rebaixadas ou cores queimadas (que tem adição de sua complementar) é de real importância em ilustração botânica, na medida em que essas tonalidades garantem a representação dos volumes das estruturas retratadas, dentro de uma mesma escala cromática (CARNEIRO, 2011 p.134).

De acordo com Pedrosa as cores pigmento, como as são no lápis de cor, são a substância material que, conforme a sua natureza, absorve, refrata e reflete os raios luminosos componentes da luz que se difunde sobre elas (PEDROSA, 1995, p. 17). Na verdade o lápis de cor é muitas vezes o único material de colorir necessário para complementar desenhos pequenos, especialmente aqueles que possuem muitos detalhes. (DOYLE, 2002, p. 39).

No desenho de vegetação, é possível utilizá-lo com três técnicas, cada uma com um efeito diferente no desenho: lápis de cor como pintura (técnica que utiliza os lápis para preencher o desenho com cor, podendo criar sombreados, texturas e aparência realista), lápis de como aquarela (que proporciona efeitos semelhantes aos das tintas de aquarela com o uso de um pincel molhado sobre a pintura) e lápis de cor como desenho (trabalha a criação de linhas ou pontos para adicionar cor e textura aos objetos).

A combinação da técnica do lápis de cor escolhida com a intenção do desenhista pode tornar uma paisagem simples ou rebuscada. Lembrando o trabalho de Nemer e Cabral,

> "[...] é importante ressaltar que o desenho, qualquer que seja, envolve uma atitude do artista em relação ao real. Ele pode ter como objetivo imitar fielmente o que vê como pode transformar e até mesmo criar uma nova realidade para seu desenho." (NEMER e CABRAL, 2006, p. 5).

As diferentes técnicas associadas aos diversos tipos vegetais geram inúmeras combinações que valorizam a representação gráfica. Desta forma, optou-se pela utilização da classificação de Salviati para a correta abordagem dentro do paisagismo.

Conforme Salviati, a classificação dos grupos foi baseada no aspecto visual da planta, forma, tamanho, estrutura, densidade e disposição da folhagem, textura e cores do conjunto e de suas partes vegetais, que são aspectos que dizem mais respeito à arquitetura da planta tomada como objeto, ou ainda relacionados à forma como o vegetal ocupa e se desenvolve no espaço (SALVIATI, 1993, p.9).

3 Tipos Vegetais e as suas Representações

O aspecto visual dos tipos vegetais é a característica mais relevante para a representação gráfica. A forma como se apresentam ao olhar do observador; seu tamanho enquanto porte, se relacionando com a arquitetura e o urbanismo e ainda com a escala humana; a estrutura que apresenta e a densidade e disposição da folhagem que cobre essa estrutura é tão importante quanto os demais. Suas texturas e cores são fundamentais para o desenho que os represente.

Salviati enumera outras duas caraterísticas importantes ao se estudar as espécies: como o vegetal ocupa e se desenvolve no espaço e ainda de que depende para se desenvolver, florescer e frutificar (SALVIATI, 1993, p.1). Ambas são importantíssimas ao projeto paisagístico, porém, no presente trabalho estuda-se a forma de representá-los, como num *flash* retratar-se-á um momento e as linguagens gráficas com lápis de cor que melhor comunicam a forma vegetal. Pela tabela da página a seguir ver-se-á que a observação, ora proposta, trabalhará com oito diferentes categorias de tipos vegetais que serão representados em diversas técnicas com lápis de cor gerando uma profusão de ideias e soluções gráficas para os desenhistas.

A técnica define a ponta que se faz no lápis de cor, conforme figura 1. “A ponta fina (alto) é indicada para trabalho linear e sombreamento delicado, e é a de uso mais amplo. A ponta grossa (centro) é indicada para desenhar as linhas mais fortes e pesadas, em trabalhos acentuadamente lineares. A ponta em cinzel para pontilhado (embaixo) ajuda a evitar demasiada uniformidade no trabalho – é possível variar a qualidade de cada linha, bastando para isso uma simples virar o lápis” (FERRARI, 1985, p. 110).

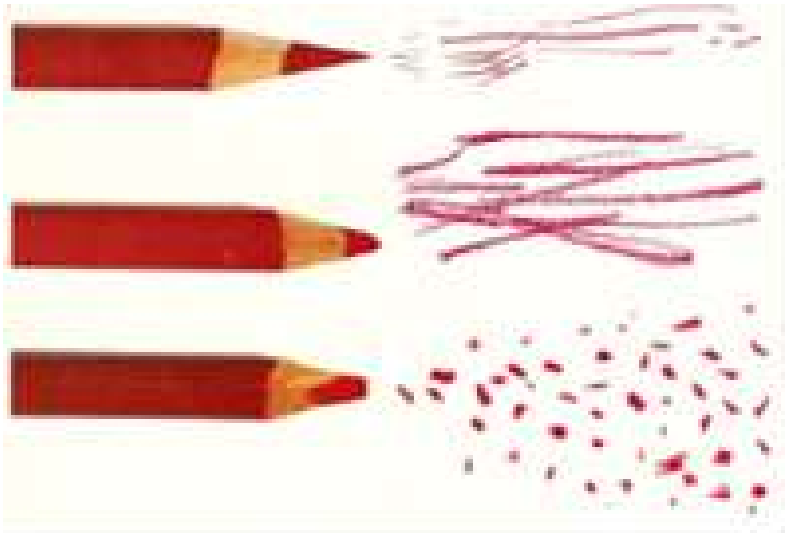


Figura 1 – As pontas e seus Traços.
Fonte: FERRARI, 1985

Tabela 1 – Tipos Vegetais Aplicados ao Paisagismo

Classificação Geral	Classificação específica	Descrição
Plantas arbóreas: plantas com altura normalmente acima de cinco ou seis metros, caule autoportante, único na base, repartindo-se acima do nível do solo.	Árvores	Plantas arbóreas, com estrutura ramificada em diferentes formas, caule único, ramos providos de folhas laminares, com formas e tamanhos variados.
	Palmeiras	Plantas de caule único, provido de folhas alongadas, caracteristicamente pinadas, inseridas em rosetas na extremidade superior do caule.
	Coníferas	Plantas arbóreas, em geral de grande porte, estrutura monopodial (caule vertical com ramificações laterais), copa frequentemente cônica, folha em forma de acículas, lâminas estreitas ou escamas.
Trepadeiras: plantas de caule não autoportante, que crescem apoiadas em outras estruturas.	Trepadeiras	
Plantas arbustivas: plantas até a altura de cinco ou seis metros, caule em geral subdividido junto ao nível do solo, resistente ao menos parcialmente.	Arbustos	
Plantas herbáceas: plantas de caule não resistente, herbáceo, com altura raramente acima de um metro.	Herbáceas	Plantas erguidas, geralmente até um metro de altura, excepcionalmente podendo atingir a altura de um arbusto, com o caule completamente herbáceo.
	Forrações	Plantas herbáceas, rasteiras, geralmente em comunidades densamente enraizada, com altura até 30 cm, aproximadamente, que não admitem pisoteio.
	Pisos Vegetais	Plantas herbáceas, rasteiras, normalmente providas de rizomas ou estolões, fortemente enraizados e muito resistentes ao pisoteio, admitindo poda rente ao solo.

Fonte: SALVIATI, 1993

O lápis de cor como pintura é uma ótima técnica para utilizar em projeto de paisagismo ou apresentações de projetos arquitetônicos e urbanísticos, no quais as cenas tenham a vegetação como elemento em destaque. A pressão na ponta do lápis define se vão se obter cores fortes ou pastéis. O lápis branco sobre as camadas de cor minimiza a textura do papel, tornando-se útil para o desenho de folhas mais lisas e brilhantes.

É possível conseguir efeitos semelhantes aos das tintas de aquarela com o uso de um pincel molhado sobre a pintura com lápis de cor. Quanto mais uniforme é a camada pigmentada, mais parecido se tornará com a tinta. As formas na natureza são mais fluidas que os edifícios, e com o lápis de cor aquarelado, consegue-se criar representações em croquis rápidos. As cores novamente ajudam a criar volumes, nas copas e troncos das árvores, e colorem de forma simples e solta as flores. Além disso, é uma forma interessante de pintura,

pois possibilita um processo mais rápido de preenchimento e pode ser combinada a outras técnicas para obter efeitos diferentes, por exemplo, adicionando rapidamente cor a um desenho de grafismos à nanquim.

Como desenho, o lápis de cor apresenta ponta grossa, criando linhas. Assim, rapidamente podem ser feitas: copas de árvores, arbustos e forrações com menos detalhes, com foco em adicionar textura e volume ao desenho. É uma técnica também rápida e prática, que pode ser utilizada em croquis ou em conjunto a outras técnicas.

Os tipos vegetais organizados por categorias são apresentados a seguir com as técnicas lápis de cor como pintura, como aquarela e como desenho.

3.1 Plantas Arbóreas

O desenho e a pintura de plantas com altura acima de cinco ou seis metros deve, como premissa, enfatizar a representação de um tronco único que se reparte acima do solo. Conforme Salviati as árvores possuem caule lenhoso único e ramificações próximas às folhagens (SALVIATI, 1993, p.9). Suas copas podem estar densas, escondendo a maior parte dos galhos, ou ralas, transmitindo uma sensação de leveza e deixando-os expostos.

Figura 2 – Árvore Ipê Rosa nas três técnicas a lápis de cor.
Fonte: RODRIGUEZ, 2018

Na representação com lápis de cor da figura 2, as copas são representadas como massas de folhagens, simplificadas com uso de luz e sombra. Dependendo da iluminação do dia, utilizam-se tons de ciano verde e marrons nas áreas de sombra, enquanto as áreas de luz ficam mais claras.

A representação de palmeiras difere bastante das árvores de estrutura ramificada porque são plantas que possuem caule único, sem ramificações, e proporções alongadas. Segundo Salviati as palmeiras podem atingir grandes alturas, e suas folhas longas, concentradas na extremidade, não formam massas vegetais como as das árvores (SALVIATI, 1993, p.24). Em projetos de paisagismo são muito populares como indicadoras de caminho e muito utilizadas para conferir uma ambiência tropical/praiana aos desenhos.

No desenho de palmeiras, como o da figura 3, é muito importante observar as proporções da espécie. As folhas precisam ser desenhadas uma a uma porque é uma característica muito marcante, assim como o formato do caule.

Figura 3: Palmeira Imperial nas três técnicas a lápis de cor.
onte: RODRIGUEZ, 2018

As coníferas são árvores mais facilmente encontradas em locais de clima frio e muitas são de grande porte. Possuem um único caule vertical, lenhoso, com ramificações em seu entorno. Suas folhas costumam ter um formato parecido ao de escamas ou pequenas lâminas, e ficam bem próximas às ramificações.

Figura 4: Araucária nas três técnicas a lápis de cor.
Fonte: RODRIGUEZ, 2018

Os tufos de folhagem verde e ciano verde expressam uma característica marcante da araucária enquanto no volume do tronco, por meio de luz e sombra, se sugere a trimensionalidade da forma. Na técnica do grafismo, a araucária foi representada de maneira mais abstrata onde a pressão aplicada no lápis influenciou no resultado das cores, assim como os espaços em branco no papel, para criar tons mais claros (figura 4).

3.2 Arbustos e trepadeiras

Os arbustos compreendem plantas de porte menor que o das árvores, com no máximo cinco ou seis metros de altura, para tal podem ter um caule mais definido ou não, bem como florescências. Salviati afirma que os arbustos não atingem grande altura por terem seu caule repartido ao nível do solo. Constituem plantas normalmente muito resistentes e, como as árvores têm um período de vida bastante longo (SALVIATI, 1993, p. 30).

Na figura 5 pode-se observar uma representação muito semelhante à da copa das árvores, com massas de folhagens que cobrem totalmente suas ramificações.

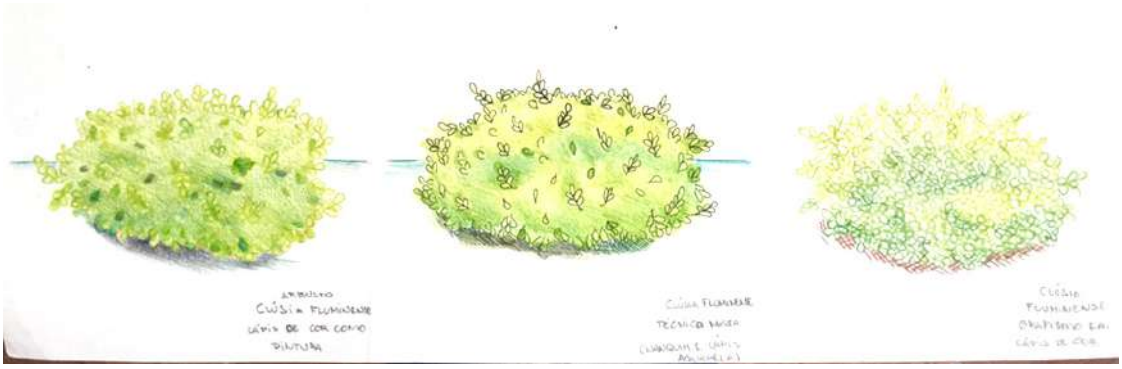


Figura 5: Clúsia nas três técnicas a lápis de cor.
Fonte: RODRIGUEZ, 2018

Muitos arbustos possuem folhas tão pequenas que são simplificados com as mesmas sendo representadas apenas no contorno e algumas poucas saliências na borda. Em outros arbustos pode ser necessário representar folhas individualmente ou flores para que a planta possa ser reconhecida.

As trepadeiras são plantas com caule frágil que dependem de superfícies para se apoiarem, sejam elas outras plantas ou elementos arquitetônicos, como na figura 6.

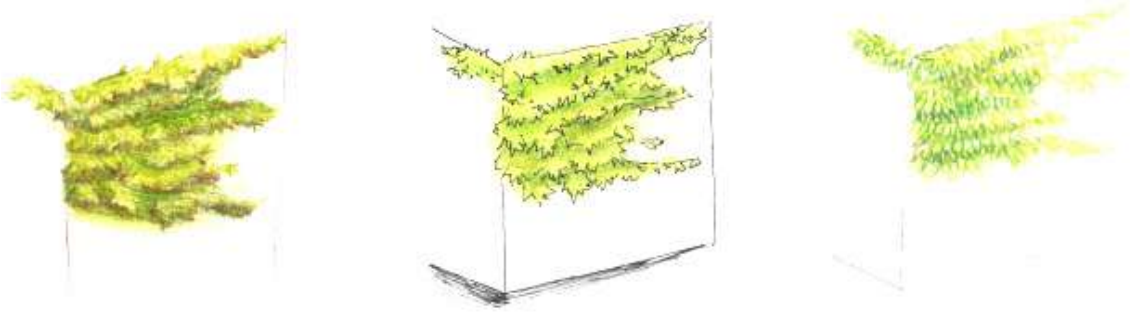


Figura 6: Hera Japonesa nas três técnicas a lápis de cor.
onte: RODRIGUEZ, 2018

De acordo com Salviati as trepadeiras constituem uma categoria de plantas muito especiais que se caracterizam, entre outras coisas, pelo seu polimorfismo. Certas espécies quando podadas segundo técnicas especiais podem adotar a forma de uma árvore, enquanto outras, quando não dispõem de um suporte adequado, assumem a forma de um arbusto ou, dependendo da consistência de seu caule, podem se desenvolver horizontalmente junto ao solo comportando-se como uma perfeita forração. (SALVIATI, 1993, p. 27)

Para a representação em cores, podem ser desenhadas com detalhes, ou simplificadas como massas de vegetação.

3.3 Plantas Herbáceas

O desenho a cores das herbáceas deve atender ao comportamento da planta e em especial das suas folhas, elementos mais visíveis. A perspectiva bem resolvida permitirá o posicionamento correto das mesmas em função da inclinação dos caules e da luz e da sombra incidida sobre as mesmas. Neste sentido a técnica do lápis de cor como pintura produz resultados capazes de representar com bastante fidelidade este tipo vegetal como demonstra a figura 7.

Figura 7: Bastão do Imperador - técnica lápis de cor como pintura.
Fonte: NEMER e GOMES, 2018

Conforme Salviati poucas herbáceas como algumas espécies da família das musáceas (entre as quais as bananeiras e helicônias), conseguem atingir um porte relativamente grande, podendo chegar a mais de cinco metros pelo reforço provido pelas bainhas das folhas (SALVIATI, 1993, p.35).

As forrações são herbáceas que se alastram na direção horizontal e cobrem as áreas dos canteiros. Sua representação é feita de forma semelhante à de trepadeiras, desenhando pequenas folhas e massas de cor com luz e sombra.

No exemplo (figura 8) as forrações foram representadas com a técnica do lápis de cor como desenho enquanto que na edificação foi utilizada a técnica do lápis de cor como pintura. Existe no mesmo um grau de detalhamento de acordo com a perspectiva e também é possível identificar que há diferentes espécies de forração nos canteiros. As áreas de luz foram destacadas pelo uso do amarelo e amarelo verde enquanto as de sombra tendem para o ciano verde. Tons de cinza e preto completam os efeitos de sombra.

Figura 8: Forrações- técnica lápis de cor como desenho.
Fonte: NEMER, 2018

Afirma Salviati que a altura da planta neste caso deve ser desprezível em relação à extensão da área coberta. A cobertura vegetal é percebida mais como elemento de superfície do que de volume, permitindo ao observador uma visão de conjunto, ampla e desimpedida (SALVIATI, 1993, p. 37).

As gramas ou pisos vegetais são plantas rasteiras de raiz fortes, que podem ser pisoteadas. São representadas de forma simplificada, utilizando cor e texturas ou contornos em alguns trechos do desenho para que a representação não fique sobrecarregada visualmente.

3.4 Perspectiva, Ambiência e Composição

A vegetação pode ser utilizada como para criar profundidade no desenho, como visto na figura 9 e ajudar a situar melhor o elemento arquitetônico na cena, dando noção de escala ao observador.

Na figura 9 veem-se três representações da árvore Abricó de Macaco, em diferentes planos. No primeiro plano, foi feita uma representação mais detalhada, com o contorno da copa mais definido, formato das folhas e flores mais visíveis e textura do tronco mais marcada. Na árvore em segundo plano, há a perda de detalhes: a marcação da copa se torna mais leve, e a representação das folhagens e do tronco é feita mais com a textura do próprio papel e o uso de verdes claros e escuros para acrescentar volume. As cores também ficam menos saturadas ao se afastar do primeiro plano. Aos fundos, a árvore é formada praticamente por manchas de cores suaves e um pouco de luz para dar volume.

As cores no desenho de vegetação também expressam as estações no ano, a iluminação natural daquele dia ou, em uma esfera psicológica, traduzem visualmente as sensações que o lugar representado passa ao observador.

Figura 9: Abricó de Macaco em perspectiva.
Fonte: RODRIGUEZ, 2018

A mudança da iluminação natural ao longo do dia pode comprometer a representação das cores e alterar desenhos de sombra. Um *croqui* como o apresentado na figura 10 é uma das formas de solucionar a questão. Na ocasião o artista Borgeson o aproveitou registrar as cores no local através da pintura e anotação do número de referência do lápis de cor e ainda lembretes sobre onde aplicar mais luz, onde escurecer e “aquecer e esfriar” cores. Atualmente os recursos digitais favorecem esta captura de imagens e anotações servindo como auxílio técnico aos desenhistas.

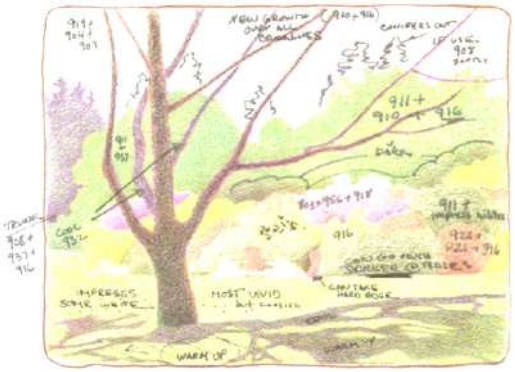


Figura 10: Cores no local.
Fonte: FERRARI, 1985

Na composição de uma representação gráfica, a vegetação também pode servir, de forma auxiliar, para emoldurar o desenho, para enfatizar a perspectiva e os planos e para destacar elementos arquitetônicos, em função do ponto de vista do observador. Ao organizar um desenho, seja ele de observação ou de projeto, deve-se sempre utilizá-la e a outros elementos de natureza para obter resultados mais agradáveis.

4 Conclusão

O seu amplo uso nas representações gráficas faz do lápis de cor um poderoso material que se emprega com a finalidade de descrever a realidade e ao mesmo tempo provoca estímulo e sensibilidade. Sua aplicação é bastante versátil em função do tipo de ponta, formas de utilização e combinação com outros materiais, neste texto, nanquim e água.

A análise sobre os tipos vegetais neste trabalho visou colaborar para categorizar e organizar formas de representá-los, a cores para a arquitetura, para o urbanismo e o paisagismo. Compreender as características de cada um deles permite explorar desenhos e pinturas com maior entendimento e profundidade.

Através de desenhos de vegetação é possível transmitir ambiências, estações do ano, iluminação e clima dos locais. Como elemento principal de uma composição, por exemplo, nos projetos paisagísticos, os diversos tipos vegetais se reforçam.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal Fluminense à bolsa de Monitoria de Juliana Rodrigues.

Agradecemos aos estudantes da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense pela ilustração 7, respectivamente Clarice Nemer e Vinícius Gomes.

Referências

ARNHEIM, Rudolf. **Arte e Percepção Visual: uma psicologia da visão criadora.** São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learn, 2000.

CARNEIRO, Diana. **Ilustração Botânica: princípios e métodos.** Curitiba: Editora UFRR, 2011.

DOYLE, Michael E. **Desenho a Cores.** Tradução Renate Schinke. 2ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2002.

FERRARI, Vera Rodrigues Caetano. **Lápis de Cor.** Rio de Janeiro: Rio Gráfica Editora, 1985.

FORSLIND, Ann. **Cores: jogos e** experiências**.** Tradução Helena Gomes Klimers. São Paulo: Callis, 1996.

NEMER, Clarice e GOMES, Vinícius. **Vegetação (notas de aulas).** Niterói: Escola de Arquitetura e Urbanismo UFF, 2018.

NEMER, Luciana. ICOMOS Brasil – Simpósio Científico 2018: **Solar Monjardim: da Casa Colonial a Casa Museu – Vitória –** ES, 2018, Belo Horizonte, Anais.

NEMER, Luciana e CABRAL, Isadora Thomaz. **Desenho de Vegetação a Cores.** Apostila de Monitoria de Expressão Gráfica, TAR / UFF, Niterói, RJ, Brasil, 2018.

NEMER, Luciana e RODIGUEZ, Juliana. **Desenhos de natureza para a arquitetura - Os tipos vegetais em diferentes Formas de representação e em diferentes planos.** Apostila de Monitoria de Expressão na Arquitetura, TAR / UFF, Niterói, RJ, Brasil, 2006.

PEDROSA, Israel. **Da cor a cor inexistente.** Rio de Janeiro: Léo Christiano Editorial Ltda, 6ªEdição, 1995.

SALVIATI, Eurico João. Tipos vegetais aplicados ao Paisagismo. **Paisagem E Ambiente**, volume 5, 1993.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

CRIAÇÃO DE VÍDEOS EDUCATIVOS: EXPERIÊNCIA DIDÁTICA EM DISCIPLINA DA ÁREA DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

MANICA, Carlo Rossano[1],
RAUPP, Lucas[2],
STUMPP, Monika Maria[3].

Resumo

O presente artigo apresenta uma experiência desenvolvida junto ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tratou da produção de vídeos educativos como suporte a uma disciplina de representação gráfica do segundo semestre do curso. A criação de vídeos teve por objetivo a confecção de material audiovisual que desse suporte ao trabalho desenvolvido em sala de aula. Esse tipo de recurso, além do caráter multimidiático, apresenta imagens, som e imagem em movimento, elementos esses que podem facilitar a interatividade do estudante com o conteúdo. Para esta experiência foi escolhido foi o software *Movavi Screen Capture Studio* 9, devido ao fato de apresentar capturas em alta qualidade, efeitos de captura, legendas automáticas e a possibilidade de gravar áudio simultaneamente. Após a elaboração dos vídeos, os mesmos foram disponibilizados em um canal da disciplina no *Youtube*. Desta forma, os alunos puderam interagir com o canal, curtinho ou descurtindo, deixando comentários e compartilhando os vídeos em redes sociais.

Palavras-chave: vídeo educativo; representação gráfica; arquitetura.

Abstract

This article presents an experience developed at the Architecture and Urbanism Course of the Federal University of Rio Grande do Sul. It dealt with the production of educational videos as support for a discipline of graphic representation of the second semester of the course. The creation of videos aimed at the production of audiovisual material that supported the work developed in the classroom. This type of resource, besides the multimedia character, presents images, sound and image in movement, elements that can facilitate the interactivity of the student with the content. For this experience was chosen the software *Movavi Screen Capture Studio* 9, due to the fact that it presents high quality captures, capture effects, automatic subtitles and the possibility of recording audio simultaneously. After the videos were prepared, they were made available on a YouTube channel. In this way, the students could interact with the channel, short or discounting, leaving comments and sharing the videos in social networks.

Keywords: educational video; graphic representation; architecture.

[1] UFRGS, crmanica@gmail.com
[2] UFRGS, lukas_raupp@hotmail.com
[3] UFRGS, monistumpp@hotmail.com

1 Introdução

O desenvolvimento de novos recursos tecnológicos proporcionou um impulso para novas configurações de ensino, não no sentido de se sobrepor às configurações já existentes, mas sim de acrescentar e melhorar o existente (AMIEL, 2012). Diversos são os estudos que apresentam propostas pedagógicas inovadoras, com o intuito de aproveitar as novas tecnologias e romper com o tradicionalismo ainda presente em sala de aula.

Neste contexto, insere-se a internet e suas possibilidades, tais como a Educação a Distância (EaD), modalidade educacional na qual alunos e professores estão separados, física ou temporalmente e, por isso, faz-se necessária a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação. Um dos meios que vem sendo utilizados na EaD são os videos educativos, caracterizados como aqueles que carregam a intenção e o tratamento orientado a um enfoque informativo ou formativo, cuja finalidade é complentar processos de ensino aprendizagem (HERNÁNDEZ, 2018).

O emprego desse tipo de material audiovisual na educação é chamado de "uso educativo do vídeo". Os vídeos educativos trazem, desde seu planejamento, passando pela produção até sua pós-produção, um caráter pedagógico (HERNÁNDEZ, 2018).

Considerando o contexto acima, o presente artigo apresenta uma experiência desenvolvida junto ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tratou da produção de vídeos educativos como suporte à disciplina de Representação Gráfica I (RG 1), do segundo semestre do curso. Tal disciplina pretende capacitar os estudantes na representação, leitura e reprodução dos principais elementos que comparecem na graficação de um projeto arquitetônico; na graficação de projetos arquitetônicos, dando-lhes plenas condições para representar as ideias construtivas que criará na sequência da formação profissional; na utilização de aplicativos computacionais em trabalhos acadêmicos com ênfase para a representação e apresentação de projetos arquitetônicos e na objetividade da representação técnica da ideia construtiva.

Caracteriza-se como teórico-prática, onde o aporte teórico desenvolve-se através de aulas expositivas, apoiadas por material audiovisual. O aporte teórico trata da apresentação da linguagem do desenho técnico, das normas técnicas do desenho arquitetônico e da representação de projeto arquitetônico por meio de sistemas CAD e subsidia diretamente os exercícios práticos propostos.

Neste caso foram elaborados vídeos didáticos, caracterizados por Hernandez (2018) como um dos sete tipos de vídeos educativos. Os vídeos didáticos objetivam o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. Esse tipo de recurso, além do caráter multimidiático, apresenta imagens, som e imagem em movimento, elementos esses que podem facilitar a interatividade do estudante com o conteúdo.

2 Revisão bibliográfica

Autores como Moran, Masseto e Behrens (2000) colocam que na sociedade informatizada do séc. XXI, a construção do conhecimento tem acontecido cada vez mais de forma multimídia, de forma que a aprendizagem tem acontecido quando ocorre um equilíbrio e uma integração do sensorial (por exemplo, quando entramos em contato com tudo o que nos

rodeia), do racional (quando percebemos o objetivo e a utilidade de alguma informação), do emocional, do pessoal (por exemplo, a passagem da experiência particular para a geral), do ético e do social (quando interagimos com os outros e com o mundo).

Segundo Martins Filho, Gerge e Fialho (2015) um novo padrão de sociedade vem se configurando, e isso "requer diferentes habilidades, competências e atitudes" (MARTINS FILHO, GERGE e FIALHO, 2015, p.581). Para os autores este padrão deve ser percebido pelos gestores educacionais e professores quando lidam com seus discentes nos dias atuais, pois há um "distanciamento abissal entre a maneira de raciocínio dos indivíduos considerados imigrantes digitais e os considerados nativos digitais" (MARTINS FILHO, GERGE E FIALHO, 2015, p.582).

Diante desse novo contexto de aprendizagem, os aprendizes passam a ter acesso às informações de qualquer lugar e a qualquer momento. Por conseguinte, são criados novos significados de tempo e novas definições de espaço. Além do mais, as novas tecnologias da web 2.0, têm possibilitado uma postura agentiva de seus usuários "em suas interações on-line do cotidiano, exercendo, assim, um papel ativo ao criar espaços digitais, modificá-los e também ao colaborar e/ou receber colaboração de outros..., além de compartilhá-los com o mundo" (REINILDES, 2012, p.2).

O desenvolvimento de novos recursos tecnológicos proporcionou um impulso para novas configurações de ensino. Torres e Fialho (2009) comentam que está ocorrendo uma hibridização dos processos de ensino-aprendizagem, já que é possível deslocar-se virtualmente e estar 'telepresente', por meio de tecnologias ainda mais fantásticas. Segundo os autores, essa "hibridização se refere a uma mistura do processo de ensino-aprendizagem e a cultura digital, isto é, a influência das novas tecnologias e suas multilinguagens no processo de ensino-aprendizagem" (TORRES e FIALHO, 2009, p.458).

Neste contexto, de hibridização dos processos de ensino-aprendizagem, foram inseridos os vídeos, elementos que têm sido cada vez mais utilizados como recurso pedagógico. O uso de vídeos em educação respeita as ideias de múltiplos estilos de aprendizagem e de múltiplas inteligências: muitos alunos aprendem melhor quando submetidos a estímulos visuais e sonoros, em comparação com uma educação tradicional. McKINNEY et al (2009), por exemplo, demonstraram que um grupo de alunos que utilizou *podcasts* teve melhores notas em provas do que outro grupo, que assistiu a aulas tradicionais em sala.

Kotler (2006) coloca que o "...o vídeo em sala de aula agiliza o processamento da informação disponível e proporciona mais tempo livre para interações mais relevantes entre professor-aluno e aluno-aluno na construção das competências." (KOTLER, 2006, p. 35)

No caso da Educação à Distância, o uso de vídeos possibilita um design instrucional renovado, capaz de engajar os nativos digitais. No entanto, esses recursos deve ser integrado à educação de uma maneira criativa para contribuir com o aprendizado (MATTAR, 2018).

3 Metodologia

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o uso de vídeos em EaD e sobre os softwares necessários para a captura de tela e produção das vídeoaulas. Posteriormente ocorreu a produção dos vídeos e sucessiva divulgação.

3.1 Sobre a criação dos vídeos

A criação dos videos contou com as seguintes etapas:

- Seleção do conteúdo da vídeoaula pelo professor;
- Elaboração do roteiro da vídeoaula levando em consideração critérios como: melhores ferramentas necessárias para a execução da tarefa proposta; retomada dos ensinamentos apresentados em aula; tempo necessário para que o aluno não perca o interesse, mas possa entender de maneira satisfatória o processo ensinado nos vídeos;
- Captura da tela utilizando softwares e ferramentas da disciplina;
- Narração do processo apresentado em vídeo;
- Edição do áudio de narração;
- Edição do vídeo;
- Inserção de vinhetas, narração e ajustes da captura de tela;
- Postagem da vídeoaula;
- Divulgação para os alunos.

A pesquisa apontou diversos softwares para a criação dos vídeos. Para esta experiência foi escolhido foi o *Movavi Screen Capture Studio* 9, devido ao fato de apresentar capturas em alta qualidade, efeitos de captura, legendas automáticas e a possibilidade de gravar áudio simultaneamente. Além disso, o programa apresenta uma interface simples e intuitiva. Para a edição dos vídeos, foi utilizado o programa *Movavi Video Editor* que faz parte do mesmo pacote de softwares do programa de captura e que possibilita um processo integrado de gravação e edição. Assim como o *Movavi Screen Recorder*, o *Video Editor* conta com uma interface simples e intuitiva, com ferramentas necessárias para a produção de conteúdos básicos (Figuras 1, 2 e 3).

Dessa forma, o processo de adaptação e aprendizagem do uso dos programas necessários para a captura e edição das vídeoaulas se deu de forma rápida e ocorreu sem grandes problemas.

Figura 1: Tela inicial do Movavi Screen Capture Studio 9.
Fonte: Autor, 2018

Figura 2: Interface da ferramente de captura de tela.
Fonte: Autor, 2018

Figura 3: Interface do Movavi Video Editor.
Fonte: Autor, 2018

Além dos programas de edição e captura de tela, foi utilizado um software para a captura de áudio, já que a narrativa das aulas foram feitas após a gravação da tela. Para tal, foi utilizado o programa de edição e gravação de áudio *Audacity*. O programa apresenta diversas ferramentas de manipulação de áudio, mais que as necessárias para a elaboração das vídeoaulas. A escolha se deu pelo fato do programa ser gratuito, apresentar uma interface totalmente em português e possuir diversos tutoriais de apoio (Figura 4).

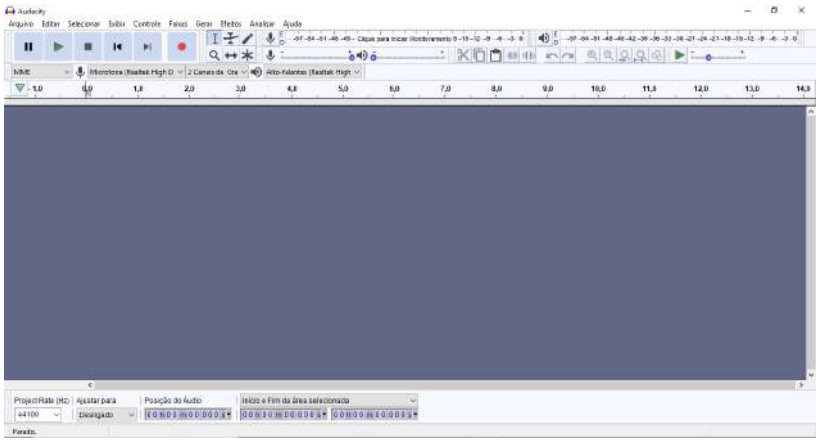


Figura 4: Interface do programa de gravação e edição de áudio Audacity.
Fonte: Autor, 2018

As ferramentas utilizadas para a produção das vídeoaulas foram: microfone, fones de ouvido e computador com softwares de gravação e produção instalados.

Após a elaboração dos vídeos, discutiu-se onde os mesmos seriam disponibilizados aos alunos. A disciplina de RG I utiliza uma plataforma EaD, o Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) da UFRGS. O Moodle é um sistema de gerenciamento de

aprendizagem (LMS – Learning Management System) ou ambiente virtual de aprendizagem de código aberto, livre e gratuito. A UFRGS ao adotar no ano de 2007, o Moodle como uma de suas plataformas de EAD, definiu padrões de configuração e sincronizou algumas informações do Moddle com seus sistemas institucionais de informação, em especial o sistema acadêmico.

Como a intenção era de que os videos não ficassem restritos aos alunos da disciplina e pudessem ser visualizados por outros alunos e pela comunidade acadêmica optou-se por criar um canal no site *Youtube* (plataforma de compartilhamento de vídeos) com o nome da disciplina (https://www.youtube.com/channel/UCc2BDy7iC6h_3QWzVX_skAQ). Desta forma, os alunos poderiam interagir com o canal, curtinho ou descurtindo, deixando comentários e compartilhando os vídeos em redes sociais. Desta forma, poderiam ser pensados em temas que as pessoas mais procuram e nos formatos de vídeos que mais agradam a audiência. Além disso, os comentários deixados pelos usuários são *feddback*s que servem para orientar a produção de novos materiais (Figura 05).

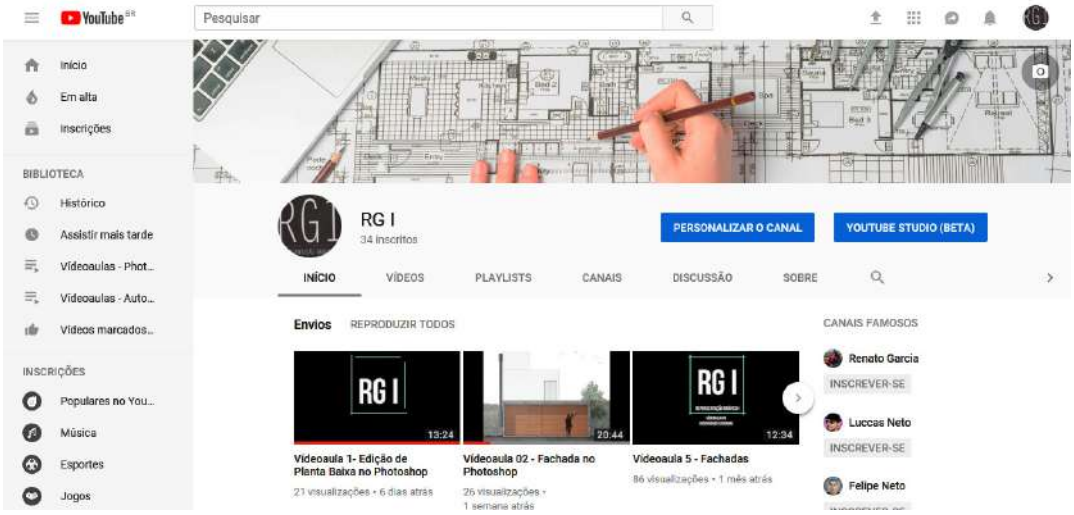


Figura 5: Página inicial do canal no *Youtube.*
Fonte: Autor, 2018

Os vídeos publicados foram inseridos em diferentes *playlists* (Autocad, Renderização e Photoshop). Sempre que um novo vídeo era inserido no canal, a turma era informada em aula e em um grupo criado no *Facebook* pelos monitores da disciplina. O canal é público e, portanto, de livre acesso para outros usuários do *Youtube*, além dos alunos da disciplina e do Curso de Arquitetura.

4 Conclusão

Este artigo apresentou uma experiência desenvolvida junto ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tratou da produção de vídeos educativos como suporte à disciplina de Representação Gráfica I.

Como a intenção era de que os vídeos não ficassem restritos aos alunos da disciplina optou-se por divulgar o material confeccionado em um canal no site *Youtube*. Desta forma, os alunos poderiam interagir com o canal, curtinho ou descurtindo, deixando comentários e compartilhando os vídeos em redes sociais. Além disso, os comentários deixados pelos usuários são *feddback*s que servem para orientar a produção de novos materiais. Neste con-

texto, o professor exerceu um papel essencial, não mais como um "provedor de conteúdos", mas como um catalisador de reflexões e conexões para os alunos com relação ao mundo digital (GABRIEL, 2013).

Embora até o presente momento não se tenha resultados conclusivos sobre a inserção dos videos no processo ensino-aprendizagem da disciplina, verificou-se que pode existir uma tendência de um melhor aproveitamento por parte dos alunos que tiveram suporte da ferramenta. Uma das possíveis explicações seria de que com a utilização dos vídeos, os alunos se obrigaram a se concentrar mais no conteúdo apresentado. Nas aulas meramente expositivas da disciplina tem-se, por vezes, a percepção de que eles assumem uma postura mais passiva, ou seja, nem sempre mantem a atenção na exposição do professor.

Como sugestão de futuros trabalhos, pretende-se replica esse trabalho em um maior número de turmas, de forma a possibilitar cálculos de significância entre as turmas. Pretende-se eliminar o contato Professor-Aluno em determinados conteúdos, visando o uso dos videos.

Referências

AMIEL, T. **Educação aberta: Configurando ambientes, práticas e recursos educacionais**. In: SANTANA, Bianca; ROSSINI, Carolina.; PRETTO Nelson L. (Org.). Recursos educacionais abertos: Práticas colaborativas e políticas públicas. Salvador: Edufba; São Paulo: Casa da Cultura Digital, 2012.

DIAS, R. **Gêneros digitais e multimodalidade: oportunidades online para a escrita e a produção oram em inglês no contexto da educação básica**. In: DIAS, R.;DELL'ISOLA, R.L.P. (orgs.) Gêneros textuais: teoria e prática de ensino em LE. São Paulo: Mercado das Letras, 2012.

GABRIEL, M. **Educar a revolução digital na educação.** São Paulo: Saraiva , 2013.

HERNÁNDEZ, G. D. **El vídeo educativo**. Disponível em: <http://cursos.cepcastilleja.org/uploaddata/1/tic/videos/video_educativo.pdf>. Acesso em agosto 2018.

KOTLER, P. **Administração de Marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

McKINNEY, D.; DYCK, J. L.; LUBER, E. S. **iTunes University and the classroom: Can podcasts replace Professors?** Computers & Education 52 (2009) 617–623. Disponível em: <http://www.fredonia.edu/department/psychology/pdf/CAE1263.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2018.

MARTINS FILHO, V.; GERGE, N. R. **Design thinking, cognição e educação no século XXI.** Revista Diálogo Educacional, v.15, n.45: 579 -596, 2015.

MATTAR, J. **Youtube na educação: o uso de vídeos em ead**. In: Abed Congresso. 11, 2009, São Paulo. Disponível em:<http://www.abed.org.br/congresso2009/CD/trabalhos/2462009190733.pdf> Acesso em 19 set. 2018.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.s T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.

TORRES, P.; FIALHO, A. **Educação à distância: o estado da arte** (pp.456-461). São Paulo: Pearson, 2009.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

COLAR EM PROVAS DE DESENHO GEOMÉTRICO: CONTRAVENÇÃO OU OPORTUNIDADE DE APRENDIZADO?

BRAVIANO, Gilson[1],
BRAVIANO, Giselle Piucco[2]

Resumo

Será que o aluno sabe realmente fazer cola? O ato de colar, de fato, beneficia sua nota? Essas questões abrem espaço para contrapor o aspecto jurídico – no qual o ato de colar é um desvio de conduta – ao aspecto pedagógico associado à 'cola autorizada' – situação em que o estudante tem a opção de consultar anotações que ele mesmo registrou em um espaço limitado de papel. A partir da análise do conteúdo de 84 dessas colas e dos resultados das provas de Desenho Geométrico, este estudo permitiu identificar os conteúdos frequentemente inseridos na 'cola autorizada', bem como elaborar hipóteses que relacionam o formato e a estruturação das colas com a compreensão do conteúdo da disciplina, a nota na prova e a redução da ansiedade durante ela. Com base nos resultados das provas, foram realizados testes de inferência acerca de hipóteses levantadas, gerando resultados com significância estatística, indicando a realização de um estudo mais robusto.

Palavras-chave: cola autorizada; desenho geométrico; aprendizagem.

Abstract

Does the student really know how to cheat on tests? Does the act of cheating on tests benefit your score? These questions open space to counteract the legal aspect – in which this act is considered a deviation from conduct – to the pedagogical aspect associated with the *authorized cheat* – a situation in which the student has the option to consult notes that he registered by himself in a limited space of paper. From the analysis of the contents of 84 of these *cheat sheets* and the results of the Geometric Drawing tests, this study allowed the identification of frequently inserted contents in *cheat sheet*, as well as to elaborate hypotheses relating the format and the structure of the cheat sheets with the understanding of the content of the course, the score on the test and the reduction of anxiety. Based on the results of the tests, inference tests were performed on the hypotheses raised, generating results with statistical significance, indicating a more robust study.

Keywords: cheat sheet; geometric drawing; learning.

[1] Universidade Federal de Santa Catarina, gilson@cce.ufsc.br
[2] Bacharela em Direito pela Universidade do Sul de Santa Catarina e Pós-Graduanda em Direito Tributário pela Damásio Educacional, gisellepiucco@gmail.com

1 O uso de 'cola autorizada' como estratégia didática

Ao colar em uma prova, o aluno realiza um desvio de conduta, assim como é o ato de falsificar uma carteira estudantil ou aquele de assinar a lista de presença para um colega ausente. Desta forma, colar em provas pode ser compreendido como o uso de um meio ilegal por parte do estudante para se apropriar, em seu próprio benefício, de informações privilegiadas.

Ao considerar a cola como um ato imoral, pode-se enquadrá-la como conduta ilícita, haja vista que o Código Civil Brasileiro afirma que "aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito" (BRASIL, 2002, art. 186). O aluno estaria, nessa situação, agindo de forma voluntária contra as regras – é unânime o entendimento de que é proibido colar – causando dano àqueles alunos que não se utilizaram do subterfugio da cola, e, portanto, cometendo um ato ilícito.

Esse ato, entretanto, não é considerado um crime quando se tratam de provas de avaliação de desempenho acadêmico, haja vista o Código Penal, segundo o qual "não há crime sem lei anterior que o defina" (BRASIL, 1940, art. 1º), já que a conduta de colar em provas na situação supracitada não está tipificada no Código Penal. Por outro lado, colar em certames de interesse público pode ser enquadrado como crime de fraude, em decorrência da presença do artigo 311-A[3] no Código Penal, que tipifica o ato de fraudar, por exemplo, processo seletivo para ingresso no ensino superior (CAVALCANTE, 2011).

Seja na forma manuscrita ou na eletrônica, apesar da negatividade dos efeitos da cola, ela é praticada nos diversos níveis de ensino, por parte dos estudantes. É inegável, segundo Souza (2018, p. 19), que "a prova desperta uma forte carga emocional, como ansiedade (capaz de bloquear o desempenho, o pensamento e causar lapso de memória – "o branco"), medo da nota baixa e da reprovação, nervosismo, dúvidas, insegurança, esquecimento etc". Por isso,

> A cola pode se configurar como um meio de diminuir a ansiedade – se houver esquecimento, ela pode gerar segurança – como uma fuga ao fracasso, uma estratégia de defesa ou uma porta de escape à prova que tem poder de atribuir notas baixas, reprovar e refletir na imagem pessoal. Então, do ponto de vista prático, o aluno pode colar para garantir nota mínima e ser aprovado. (SOUZA, 2018, p.19)

Pode-se, nesta linha, minimizar a ansiedade que precede o momento da prova e acompanha diversos alunos durante a sua realização, por meio de uma 'cola autorizada' pelo professor. Tal tipo de cola está alinhado à ideia de prova com consulta, mas não se trata de uma consulta aberta (internet, livros, apostilas,...), e sim a um único material com características específicas, criado por cada acadêmico.

A simples elaboração desse material é potencialmente capaz de demandar estudo prévio do conteúdo, a seleção daquilo que irá integrar a 'cola autorizada' e a produção pessoal desse material, o que pode ser extremamente positivo para a aprendizagem.

[3] Art. 311-A. Utilizar ou divulgar, indevidamente, com o fim de beneficiar a si ou a outrem, ou de comprometer a credibilidade do certame, conteúdo sigiloso de I - concurso público; II - avaliação ou exame públicos; III - processo seletivo para ingresso no ensino superior; ou IV - exame ou processo seletivo previstos em lei: Pena - reclusão, de 1 (um) a 4 (quatro) anos, e multa.

Alguns pesquisadores vêm analisando o uso de prova-escrita-em-fases como estratégia docente para viabilizar o uso da cola como meio de estudo. Não se trata de uma prova que é corrigida e gera diretamente a nota do aluno, mas de uma série de etapas que contam com a intervenção escrita do professor e retomada do material pelos alunos, que irão codificar a resposta das questões e validá-las. De acordo com Forster (2016, p. 27), "a construção do gabarito da prova-escrita-com-cola também pode ser vista como um momento (ou uma oportunidade) de aprendizagem. Os alunos são, assim, colocados diante de situações sociais em que a reflexão e a interação se fazem presentes".

A prova escrita, nesse processo, é um instrumento que integra as atividades de ensino com aquelas de avaliação. Souza (2018) especifica que a prova-escrita-com-cola é uma prova escrita na qual o aluno tem a sua disposição um pedaço de papel (a cola) no qual ele pode anotar as informações que julgar pertinentes para utilizar durante a realização da prova. Para este papel, deve ser estabelecido um padrão comum, com suas dimensões e requisitos de escrita, determinando se o texto deve ser manuscrito, se deve ser feito individualmente, entre outros elementos.

A ideia de permitir o uso de um papel, com espaço limitado, no qual os alunos possam anotar as informações que julgarem mais relevantes, e consultá-las durante a prova, configura uma oportunidade de aprendizagem, já que o ato de escolher as informações que irão compor a cola estimula uma postura ativa do aluno frente ao conteúdo.

Neste artigo, descreve-se o modo como foi implementado o uso da 'cola autorizada' em provas de Desenho Geométrico, aplicadas na educação superior. Buscou-se, a partir da observação do material coletado, identificar os conteúdos mais frequentemente inseridos nas colas e, de modo indutivo, elaborar hipóteses. Essas objetivaram relacionar o formato e a estruturação das colas com a compreensão do conteúdo da disciplina pelos alunos, sua nota e a redução da ansiedade durante a prova. Com base nos resultados das provas, foram realizados testes de inferência estatística acerca das hipóteses levantadas.

2 Descrição dos procedimentos

Esta pesquisa foi realizada com base nos dados coletados nas turmas de Desenho Geométrico do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Santa Catarina. O uso da 'cola autorizada' ocorreu nos dois semestres letivos de 2017 e de 2018, com turmas de calouros, nas quais também estavam matriculados alguns alunos que não haviam sido aprovados anteriormente.

Por meio da plataforma *moodle*, em cada semestre foi enviada a todos os alunos dessas turmas uma mensagem explicando o tipo de 'cola autorizada' que eles poderiam trazer para a prova, contendo, entre outras informações, o texto a seguir: "Nas minhas provas, os alunos podem usar uma 'cola autorizada'. O que vem a ser isso? Bem simples: para que vocês foquem em conhecimento, e não em decoreba, todos estão autorizados a trazer meia folha de papel A4, com anotações em um dos lados. Coloquem seu nome no verso dessa 'cola', porque ela será entregue junto com a prova. A tal 'cola' deverá ser escrita à mão, podendo conter traçados efetuados com régua e compasso. Cada aluno anota/desenha aquilo que desejar, para usar durante a prova como material de apoio. Não autorizo fotocopias; cada um faz a sua 'cola', ok?"

A opção pelo uso de material manuscrito, com tamanho delimitado, objetivou que o aluno fosse levado a fazer escolhas relativas ao conteúdo que ele próprio identificou como importante para ser inserido na cola. Os estudantes já haviam sido avisados, desde o início das aulas, desse procedimento, então tiveram tempo hábil para refletir sobre suas decisões, bem como tirar dúvidas com o professor acerca do referido processo.

A Figura 1 ilustra colas onde foram usados diferentes recursos visuais para estruturar o conteúdo (elementos separadores; textos a lápis e canetas de diversas cores; marcadores), enquanto a Figura 2 exemplifica como a meia folha foi utilizada de modo desestruturado (pequenos lembretes em forma de microtextos; representações sintéticas de construções geométricas sem o uso de régua e compasso; grandes áreas vazias).

Como trata-se de material criado por acadêmicos do curso de Matemática, praticamente todos calouros, é natural que não tenham desenvolvido habilidades que lhes permitissem criar material com boa hierarquia visual. Contudo, não se pode negar que alguns dos alunos, mesmo sem ter conhecimento prévio sobre composição – escolha das cores, tamanhos, contrastes, orientação, posições, tipos, espaçamentos, grids e alinhamentos –, geraram colas bem organizadas estruturalmente, e priorizaram elementos importantes do conteúdo no momento de decidir o que incluir na sua cola.

Esses dois últimos aspectos serão explorados na sequência do artigo.

A ementa da disciplina contempla a aplicação de Lugares Geométricos, proporcionalidade, problemas gráficos envolvendo polígonos, transformações geométricas e equivalência de áreas. O aluno realiza três provas durante o semestre letivo, além de uma prova final de recuperação, no caso de não ter atingido média para aprovação. Em todas essas avaliações, ele pode se servir da 'cola autorizada'.

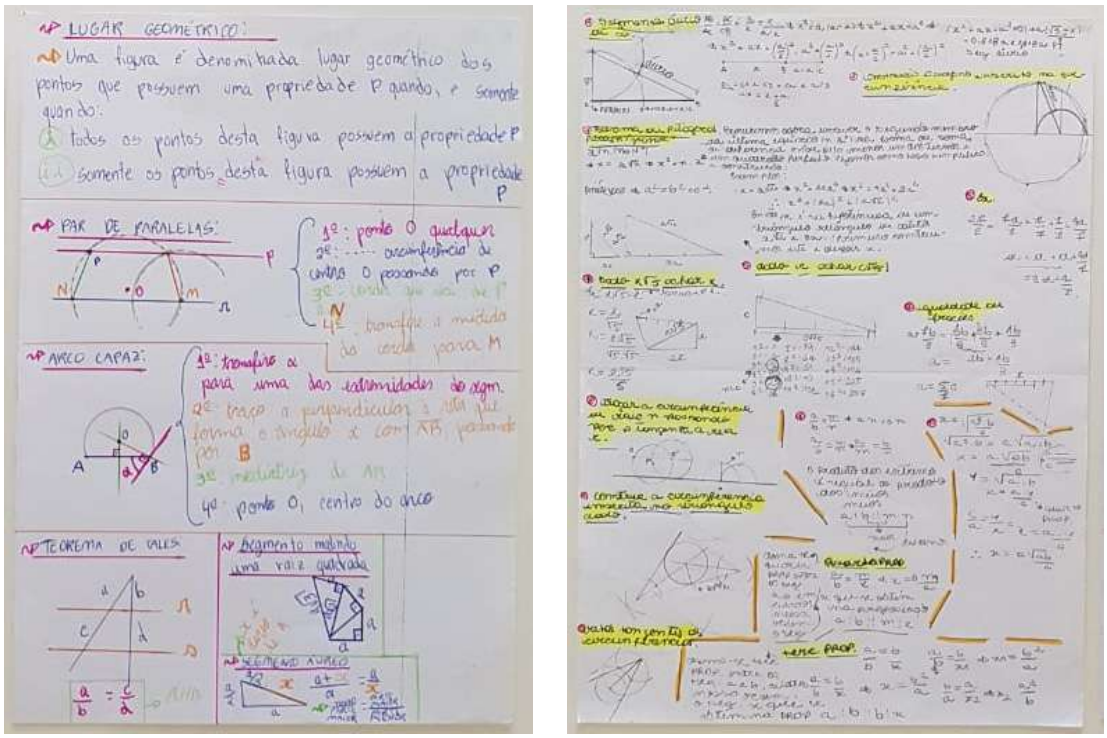


Figura 1 – Exemplos de colas produzidas por alunos da turma do primeiro semestre de 2018, servindo-se de diferentes recursos estruturais.
Fonte: Dos autores

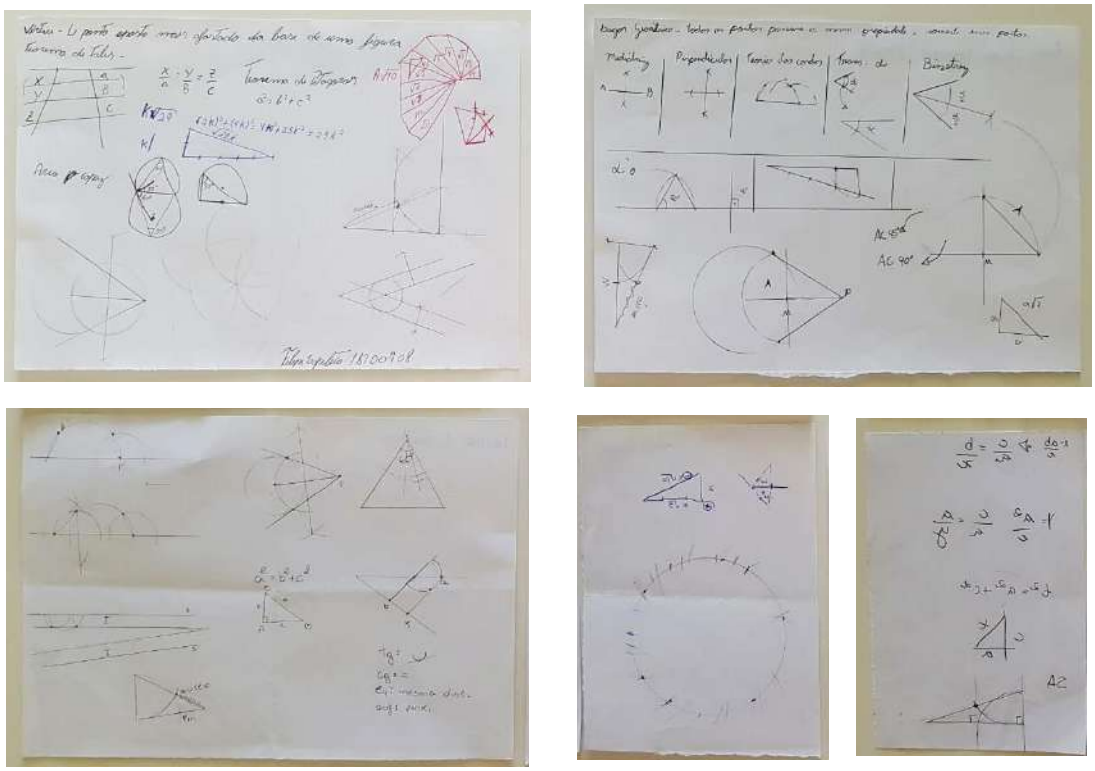


Figura 2 – Exemplos de colas produzidas por alunos da turma do primeiro semestre de 2018, com conteúdo pouco estruturado.
Fonte: Dos autores

Neste artigo, somente são apresentadas informações e análises relativas ao conteúdo da primeira prova, que contempla a resolução de problemas gráficos através de Lugares Geométricos fundamentais (circunferência, mediatriz, retas paralelas, par de bissetrizes e par de arcos capazes); e da construção de proporcionalidades (quarta e terceira proporcionais e divisão áurea).

A Tabela 1 quantifica, por semestre letivo, os alunos matriculados na disciplina, aqueles que frequentaram as aulas e realizaram a prova, os que optaram por usar a 'cola autorizada', bem como a média e o desvio padrão das avaliações. Não chega a ser uma surpresa as médias do primeiro semestre serem superiores àquelas do segundo semestre, já que os alunos melhor classificados no vestibular ingressam logo no início do ano.

Tabela 1 – Estatísticas da amostra utilizada neste estudo:

Ano e semestre		Matriculados	Fizeram a prova	Usaram a cola na prova	Média e desvio padrão das notas	
					Geral	Com cola
2017	1º	69	47	19 (40%)	6.86 DP=2.8	6.93 DP=2.2
	2º	51	32	26 (81%)	4.33 DP=3,1	4.61 DP=3,0
2018	1º	63	49	24 (49%)	6.47 DP=2.7	7,11 DP=2,7
	2º	42	25	15 (60%)	4,80 DP=3.4	5.08 DP=3.3
Total		225	153	84 (55%)	p>0,05 nas quatro comparações entre médias	

Fonte: Elaborado pelos autores.

3 Análise do material coletado

Em seu resumo, este artigo efetuou uma provocação: O ato de colar beneficia a nota na prova? Para embasar melhor a discussão sobre esse possível efeito, no contexto relativo à 'cola autorizada', foram realizados quatro testes de inferência estatística. Buscou-se verificar se a média dos alunos que utilizaram a cola é significativamente maior que a média global da turma. Em todos os quatro períodos analisados, a probabilidade de significância gerou valor maior que 0,05. Com isso, não se pode afirmar que os alunos utilizadores da 'cola autorizada' tiveram resultados estatisticamente superiores àqueles da sua turma. Qualquer generalização indicando que a cola é inútil no sentido de contribuir positivamente na nota da prova é desaconselhada, porque a amostra, mesmo tendo boa quantidade de participantes, não está isenta de diferenças prévias entre o grupo experimental (alunos que usaram cola) e o grupo de controle (os demais)[4]. Pode-se inferir que há alunos que não sentem necessidade do uso da cola para realizar a avaliação e têm notas equivalentes àquelas dos seus colegas que se servem da cola.

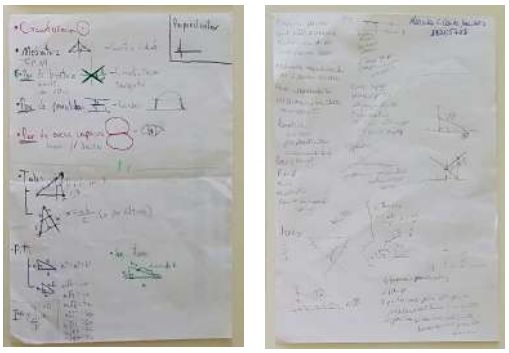
As Figuras 1 e 2, apresentadas na seção anterior, ilustram a diversidade organizacional dos estudantes no momento de estruturarem as informações em sua cola, inclusive quanto à horizontalidade ou verticalidade. Considerando todas as colas na turma do primeiro semestre de 2018, observou-se que o agrupamento contendo as cinco melhor estruturadas visualmente correspondeu às notas 10,0, 10.0, 9.5, 8.5 e 7.5 nas provas. De maneira oposta, as notas das provas associadas às cinco colas pior estruturadas foram mais baixas: 7.5, 6,0, 5.5, 2.5 e 2.0. Mesmo com subamostra reduzida, as duas médias (9.1 e 4.7) são significativamente diferentes ($p<0,01$), resultado esse que se reproduz para os demais períodos analisados. Abre-se espaço, então, para identificar elementos que permitam estabelecer hipóteses relacionando os diferentes estilos de cola com a aprendizagem.

Nesse sentido, as médias dos dois grupos em pauta parecem estar correlacionadas com o nível de organização estrutural da informação inserida nas colas. Há, entretanto, um grupo de colas, nessa mesma turma, que pode ser caracterizado como intermediário em termos estruturais, cuja média das notas dos alunos foi 8.5. Percebeu-se, após comparação desse material com aquele do grupo com média 9.1, que em ambos a qualidade do conteúdo é equivalente, havendo, neste segundo caso, uso de menos recursos relacionados para uma boa composição visual nas colas.

Um segundo aspecto analisado diz respeito à decisão que alguns estudantes tomaram no sentido de não utilizar o instrumental de desenho na confecção da cola. A Figura 3 apresenta duas das quatro colas nas quais toda informação imagética foi produzida à mão livre. Nessas colas, a hierarquia da informação parece ser desconsiderada, mas houve um caso (Fig. 3a) no qual ocorreu uso de canetas de diferentes cores. As notas associadas às provas desses acadêmicos foram bem dispersas: 10.0, 6.0, 5.5 e 2.0, sendo a nota mais alta associada à cola da Figura 3a, já citada, cujo autor demonstra ter nível de representação mental adequado em relação ao conteúdo avaliado.

[4] Havendo diferenças prévias entre o grupo experimental e o de controle antes do início da pesquisa, comprometendo a homogeneidade inicial dos grupos, é provável que a medida da variável dependente, ao final do estudo, não seja causada somente pela variável independente. Esta ameaça, denominada 'de seleção', é largamente discutida em Campbell e Stanley (1966).

Essa habilidade de representar mentalmente formas geométricas e estabelecer relações entre seus elementos é um desafio para muitos estudantes, inclusive aqueles que ingressam em um curso superior de Matemática. Tal dificuldade pode ser percebida a partir da análise da cola ilustrada na Figura 4a, cuja estrutura aparenta ter uma boa repartição de conteúdos, misturando texto com imagem e agregando lápis com caneta

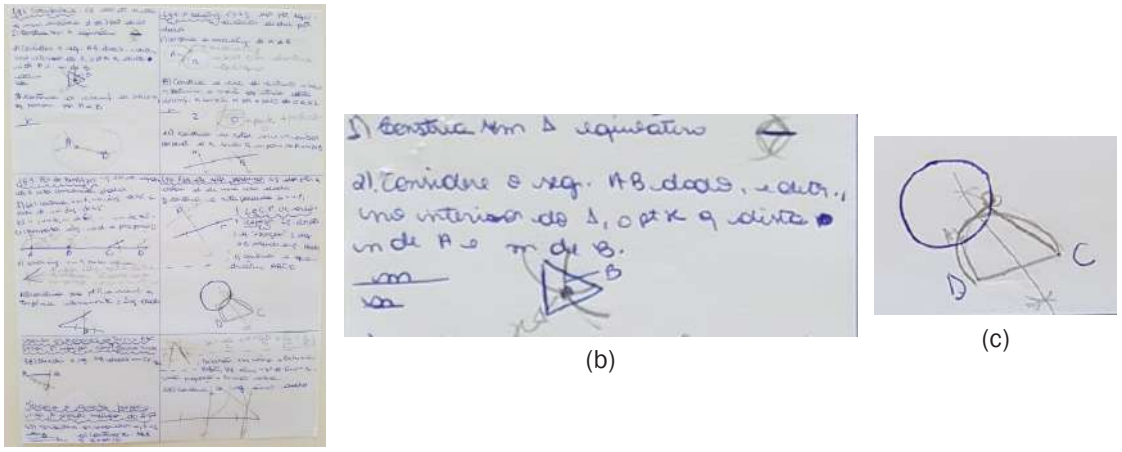


(a) (b)

Figura 3 – Exemplos de colas produzidas por alunos da turma do primeiro semestre de 2018, sem uso do instrumental de desenho.
Fonte: Dos autores

para representar etapas de algumas construções geométricas. Contudo, um olhar mais apurado sobre esta cola permitirá identificar que o aluno não desenvolveu a compreensão conceitual do que vem a ser um lugar geométrico, nem de como os diversos lugares geométricos podem ser usados, em conjunto, para a resolução de problemas gráficos. A cola se resume a um aglomerado de etapas construtivas pré-concebidas e lembretes dos passos necessários para a resolução de alguns dos problemas trabalhados em sala (Figuras 4b e 4c). Esses dois detalhes extraídos da cola mostram que o aluno não tem segurança para construir um triângulo equilátero, conhecendo um dos lados; e não automatizou o uso da circunferência, enquanto Lugar Geométrico, para determinar pontos que distam m de um ponto existente e n de outro, também conhecido. Além disso, o acadêmico insere na cola uma imagem (Fig. 4c) que indica o que fazer caso determinado problema apareça na avaliação. A nota deste aluno, na prova, foi 0.5.

A opção por fazer uma cola contendo lembretes dos passos necessários para a resolução de determinados problemas é típica do aluno que não assimilou a essência do Desenho Geométrico, considerando esta disciplina como um amontoado de sequências de passos. Pois bem, o uso dos Lugares Geométricos evita exatamente este tipo de trabalho enfadonho e contorna a estratégia de reproduzir as resoluções gráficas via sequências de etapas. Evidentemente, as construções são compostas por diversos traçados, contudo a interpretação de como cada Lugar Geométrico contribui para resolver determinado problema é a chave da aprendizagem. O aluno joga com a sorte, torcendo para que determinado problema caia na prova, e aí ele o tem na sua cola.



(a) (b) (c)

Figura 4 – Exemplo de cola produzida por aluno da turma do segundo semestre de 2017, e detalhes do conteúdo.
Fonte: Dos autores

Algumas das questões trabalhadas em sala ou presentes em uma das listas de exercícios parecem ter um atrativo especial, e comumente estão presentes em muitas das colas. É o caso de exercícios onde a resolução com régua e compasso é precedida por algum tipo de raciocínio analítico. Uma dessas questões, cujo procedimento mais complexo é obter 2/7 de um segmento r fornecido, tem o seguinte enunciado: O comprimento de uma circunferência de raio r é dado pela fórmula C=2πr, onde π = 3,141592... Considere, por aproximação, π = 22/7, e obtenha graficamente o comprimento da circunferência cujo raio r é dado. Costumam aparecer pequenos lembretes do raciocínio pré-construtivo, como aqueles ilustrados na Figura 5, às vezes acompanhados do esboço da construção.

Outro desses problemas, de enunciado bem curto (Dada a medida $k\sqrt{5}k\sqrt{5}$, construa o segmento que meça k), pede o inverso daquilo que normalmente os alunos estão habituados a fazer (dado um segmento k, construir $k\sqrt{2}$, $k\sqrt{3}$, $k\sqrt{5}$,...). Uma das maneiras de resolvê-lo exige conhecimento de operações envolvendo radiciação, então lembretes neste sentido são frequentes nas colas, como exemplifica a Figura 6.

Chamou a atenção uma das colas, na qual, ao final, a estudante deixou um recado motivacional para si próprio (Relaxa e pensa... Acredito em vc !), indicando certa leveza no momento de preparo do material. Esse é um elemento que pode corroborar, em análises mais profundas, aquilo que foi observado pelo professor da disciplina: o alívio que a permissão de uso da 'cola autorizada' gera em determinados alunos. Nesse caso, a aluna obteve nota 10,0 na prova.

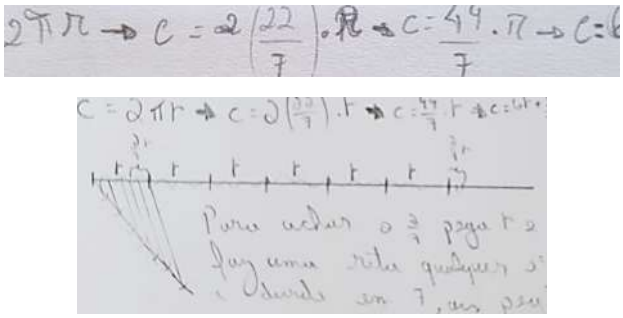


Figura 5 – Detalhes do conteúdo de colas produzidas por alunos da turma do segundo semestre de 2017, onde são inseridas dicas do raciocínio analítico que precede a construção do comprimento de uma circunferência de raio conhecido.
Fonte: Dos autores

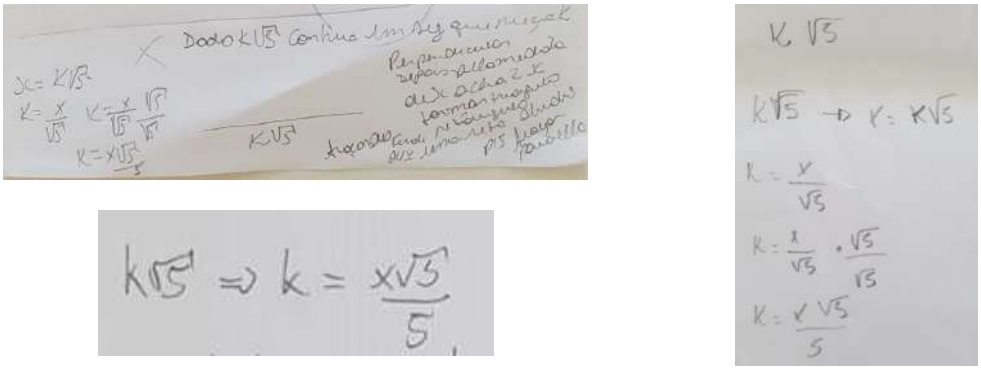


Figura 6 – Detalhes do conteúdo de colas produzidas por alunos da turma do segundo semestre de 2017, onde são inseridas dicas do raciocínio analítico que precede a construção do segmento k a partir da medida $k\sqrt{5}$.
Fonte: Dos autores

O material apresentado neste artigo, representante de tudo que foi analisado, indica que muitas das colas vão além de um lembrete de fórmulas, conceitos gerais, definições de Lugares Geométricos ou modos de resolução passo a passo de problemas específicos. Em diversas delas, a maneira como foram inseridas as informações gráficas indica que houve necessidade de estudo do conteúdo para a elaboração da cola, e isso é corroborado pelo fato dessas informações não terem sido simplesmente elencadas, mas sim apresentadas em composição com descrições relativas a seus significados.

Quanto ao conteúdo inserido nas 84 colas analisadas, observou-se com mais atenção aquelas 50 onde o material não serviu apenas para anotar um ou outro detalhe específico, mas sim para inserir elementos sobre os quais o aluno realmente gostaria de ter ao seu lado para consulta em caso de esquecimento ou de confirmação daquilo que ele, já de forma independente, faria sem o uso da cola. Não foi comum observar definições formais dos Lugares Geométricos fundamentais, mas sim um esboço de como construí-los com o instrumental de desenho. O par de arcos capazes é aquele que mais aparece nas colas, seguido do par de paralelas construídas utilizando a propriedade 'Pelos pontos extremos de cordas congruentes de uma mesma circunferência passam retas paralelas'. Em muitas das colas estão representados graficamente os teoremas de Tales e de Pitágoras, úteis para a construção de segmentos proporcionais e envolvendo raízes quadradas. Na maioria delas, percebeu-se a resolução de alguns casos particulares, sobretudo de segmentos envolvendo raízes, provavelmente para servirem de modelo mental. Notou-se, mas em número bem reduzido de colas, erros básicos de construção.

Um acadêmico do segundo semestre de 2018 inseriu em sua cola o raciocínio algébrico-geométrico que justifica a construção do segmento áureo a partir de um triângulo retângulo de catetos a e a/2. A cola desse estudante não continha lembretes básicos, e sua nota foi 8.5. O esboço que serve de lembrete para a construção do áureo está presente na grande maioria das colas, muitas vezes associado a alguma aplicação específica presente nos exercícios resolvidos em sala ou deixados como tarefa.

4 Considerações finais

Esta pesquisa considerou 84 'colas autorizadas' – conforme padrão apresentado na seção 2 deste artigo –, utilizadas por diversos alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Santa Catarina, durante os dois semestres letivos de 2017 e 2018, na primeira prova de Desenho Geométrico.

A partir da análise indutiva deste material e de testes estatísticos prévios, foram elaboradas hipóteses que relacionam o formato e a estruturação das colas com a compreensão do conteúdo da disciplina pelos alunos, sua nota e a redução da ansiedade durante a prova: (1ª) Há correlação positiva entre a boa estruturação da cola e a nota na prova; (2ª) Alunos que não compreendem adequadamente o conteúdo da disciplina não produzem colas bem estruturadas; (3ª) Alunos que compreendem bem o conteúdo da disciplina, mas que não têm paciência, tempo ou esmero para a confecção de uma cola bem estruturada, não têm notas significativamente diferentes daqueles que também compreendem bem o conteúdo, mas se esmeram em gerar uma cola com boa hierarquia da informação, trabalhando elementos de composição visual; e (4ª) A possibilidade de usar a cola é aliada da diminuição de ansiedade durante a prova, reduzindo a tensão e o medo do esquecimento.

Essas hipóteses, para serem comprovadas e gerarem conhecimento sobre o impacto na aprendizagem do aluno que usa a 'cola autorizada' e no seu nível de ansiedade durante a prova, deverão ser foco de um estudo mais robusto utilizando testes estatísticos e entrevistas com os estudantes.

O material serviu para o professor, no sentido de lhe indicar que a construção do par de arcos capazes é, dentro os cinco Lugares Geométricos fundamentais, aquele em que o aluno sente mais dúvida, sobretudo quando há casos particulares que dispensam o procedimento padrão. As construções de segmentos envolvendo raízes quadradas também deixam o aluno inseguro, sobretudo devido a não previsibilidade daquilo que pode 'cair na prova'. O esboço da construção do segmento áureo também aparece com frequência, demonstrando que o acadêmico não transita com facilidade nas situações que envolvem álgebra e geometria em parceria. Alguns exercícios específicos, por aparecem em significativa parte das colas, aparentam ser percebidos como possíveis candidatos a serem cobrados na prova, ou então, são considerados de alto grau de dificuldade. Todos esses elementos são levados em conta, semestre após semestre, para identificar quais aspectos da disciplina o professor dará maior ênfase.

A cola, nesse sentido, deixa de ser uma contravenção, e torna-se aliada de ambos os parceiros da relação didática. Os estudantes percebem que, mesmo para colar, é preciso saber alguma coisa, porque o foco não é a repetição de informação, mas a compreensão. É importante avançar as pesquisas para saber se, de fato, seu uso trás segurança e tranquilidade para o aluno na hora de realizar a prova. Já o professor, nessa situação, a utiliza como aliada, em vez de controlá-la.

O panorama do estudo aqui apresentado não levou em conta as colas via consulta eletrônica, para as quais, em situações de fraude, ainda há divergência quanto ao seu enquadramento, já que esta conduta não está ainda tipificada no Código Penal.

Referências

BRASIL. **Lei nº 2.848, de 07/12/ 1940**. Código Penal. Disp. em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm#art361>. Acesso em: 21 abr. 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm>. Acesso em: 21 abr. 2019.

CAMPBELL, D. T., STANLEY, J. C. **Experimental and quasi-experimental designs for research**. Boston: Houghton Mifflin Company, 1966.

CAVALCANTE, M. A. L.. Fraude Eletrônica: Nova lei traz punição para “cola eletrônica”. **Revista Consultor Jurídico**, dez. 2011. Disponível em: < https://www. conjur.com.br/2011-dez-20/lei-preve-punicao-cola-eletronica-concurso-publico >. Acesso em: 21 abri. 2019.

FORSTER, Cristiano. **A utilização da prova-escrita-com-cola como um recurso à aprendizagem**. Dissertação no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, 2016.

SOUZA, Juliana Alves de. **Cola em prova escrita: de uma conduta discente a uma estratégia docente.** Tese no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2018.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

O USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE DESENHO ARQUITETÔNICO E TOPOGRÁFICO

GOULART, Shane Aparecida Soares[1],
CRUZ, Andréa Cristina Félix da[2],
MENEZES, Eduarda Gomes de Oliveira[3]

Resumo

O ensino tradicional de Desenho Arquitetônico corrente aos cursos de Engenharia Civil durante várias décadas foi pautado somente na criação de desenhos utilizando os instrumentos de desenho técnico, como escalímetro, par de esquadros, transferidor, compasso, lapiseira e borracha. Estes desenhos eram criados dentro de um formato de papel seguindo as normas técnicas. Posteriormente, com o advento dos computadores, surgiram as ferramentas CAD (*computer aided design*) ou desenho assistido por computador, aplicado à construção de desenhos técnicos, facilitando consideravelmente a criação de desenhos utilizados pela engenharia, geologia, geografia, arquitetura e *design*. A partir da década de 90, a evolução tecnológica propiciou o aparecimento da realidade aumentada. O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia de ensino por intermédio de uma interface de usuário mediante a tecnologia RA (realidade aumentada) em forma de um *e-book* com atividades aplicadas à unidade curricular de Desenho Arquitetônico, onde o discente visualizará alguns desenhos tridimensionalmente, capturados por imagens específicas, focalizadas por *QRcodes* (códigos de barras bidimensionais) direcionados por um aplicativo via *smartphone*, facilitando e potencializando a interação dos discentes com as aplicações computacionais. Espera-se assim, que a utilização do *e-book* possa auxiliar e favorecer uma melhor percepção espacial.

Palavras-chave: percepção espacial; ensino; realidade aumentada.

Abstract

For decades, traditional teaching of Architectural Design applied in Civil Engineering courses has been solely based on the development of drawings by using technical drawing instruments, namely engineer scale, set square, protractor, pair of compasses, mechanical pencil, and eraser. Those drawings were developed within a given paper format in compliance with technical standards. Afterwards, with the onset of computers, it came along the Computer Aided Design - CAD tools applied to the development of technical drawings, making it considerably easier to put together drawings for the engineering, geology, geography, architecture, and design segments. From the nineties on, technological evolution has paved the way for augmented reality. The purpose

[1] Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA shane_s_goulart@yahoo.com.br
[2] Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA andreafelix.engcivil@gmail.com
[3] Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA eduarda19981@outlook.com.br

of the herein paper is to introduce a teaching methodology which makes use of an augmented reality user interface. It refers to an e-book that presents activities related to the Architectural Design subject matter, by means of which the student, using a smartphone application, can sees some 3D drawings captured by specific images that are focused by QRcodes (two-dimensional barcodes). Hence, facilitating and leveraging students' interaction with computing applications. It is expected that the use of the e-book may support and allow for a better spatial perception.

Keywords: spatial perception; teaching; augmented reality.

1 Introdução

A unidade curricular de Desenho Arquitetônico e Topográfico (UniFOA, 2019), comum a algumas matrizes curriculares do curso de Engenharia Civil contemplam em seus ementários, os seguintes conteúdos: representação gráfica de planta baixa, corte transversal, corte longitudinal, fachada, planta de situação, planta de cobertura, detalhe de escadas, detalhe de telhados e detalhe de esquadrias. Além disso, identificamos também a exemplificação e utilização de formatos de pranchas e carimbos de acordo com as normas técnicas vigentes.

Dessa forma, observa-se que, docentes da unidade curricular de Desenho Arquitetônico e Topográfico em regra, ainda lecionam de forma tradicional e caso utilizassem algum recurso tecnológico facilitador de visualizações tridimensionais, possivelmente seria de grande valia para uma melhor concepção espacial por parte dos discentes (BARROS; CORREIA, 2007).

No livro "*Why Architects Draw*" de Edward Robbins (1994), Renzo Piano revela como explorar o desenho é importante no processo de projeto.

No entanto YEE (2016), numa perspectiva inovadora pontua que, tanto nos desenhos a partir da realidade quanto naqueles a partir da sua imaginação, as formas geométricas devem ser expressas graficamente em uma composição bidimensional visando transmitir uma percepção da terceira dimensão.

Neste sentido, recursos computacionais avançados, como o *Autodesk Revit Architeture*® e o *Graphisoft ArchiCAD*® têm sido utilizados para a criação de desenhos arquitetônicos e topográficos, e atualmente se configuram como ferramentas facilitadoras e eficazes, resultando precisão do processo construtivo.

Dessa forma, a década de 1990 tornou-se marco da evolução tecnológica, propiciando o aparecimento da realidade aumentada e permitindo a sobreposição de objetos e ambientes virtuais com o ambiente físico, através de dispositivo tecnológico. Vale destacar que, em termos conceituais a realidade virtual e a realidade aumentada consideram suas variações técnicas de interface computacional baseada no espaço tridimensional.

Neste caso, o usuário aguça sua percepção de maneira multissensorial tendo como referência o espaço por meio da visão, audição e tato. Tais percepções podem alcançar ainda o olfato e o paladar abrangendo as sensações de frio, calor e pressão (KIRNER, KIRNER, 2011).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo propor um caderno de atividades no formato de *e-book* como recurso pedagógico para a unidade curricular de Desenho Arquitetônico e Topográfico. É importante pontuar que, para além de desenhos conceituais, o *e-book* apresenta um roteiro explicativo com o intuito de demonstrar a utilização do aplicativo para exibição dos desenhos em formato tridimensional de acordo com a atividade proposta.

2 Revisão bibliográfica

2.1 Desenho arquitetônico

O desenho arquitetônico pode ser criado à mão livre ou com o uso de recursos computacionais. Sua representação gráfica se da de forma bidimensional (2D) ou tridimensional (3D), constituída por elementos gráficos, números, símbolos e informações textuais, normatizadas internacionalmente. (VIZIOLI *et al*., 2010).

A percepção do desenho arquitetônico requer conhecimento da metodologia de representação e capacitação específica. Na prática, a análise do desenho técnico é realizada através da leitura da representação gráfica bidimensional, imaginando a forma tridimensional.

A leitura e a interpretação da linguagem gráfica, são desenvolvidas com a prática de uma forma parecida com a alfabetização, sendo uma habilidade fundamental para os discentes de cursos superiores, como por exemplo Engenharia Civil. Pois esta habilidade alicerça o desenvolvendo de várias competências.

> Desenhar é um processo que progride do olhar para o visualizar e, finalmente, para o expressar. A habilidade de ver nos fornece a matéria-prima para nossas percepções e, em última análise, para o que desenhamos. A informação visual percebida pelos olhos é processada, manipulada e filtrada pela mente em sua busca permanente por estruturação e significado. Os olhos da mente criam as imagens que vemos e eventualmente tentam representa-las na forma de imagens gráficas. Nossa habilidade de expressar e comunicar reside em nossa habilidade de desenhar. (YEE, 2016, p. 3)

Conseguir diferenciar os inúmeros elementos que determinam a configuração do objeto representado, e as ilusões de ótica criadas por sua representação, na percepção do observador é significativo para se chegar a uma representação profissional detalhada.

Considera-se nas figuras 1 e 2 representações de um esboço mais técnico e um esboço mais simples, que podemos denominar de profissional e amador respectivamente.

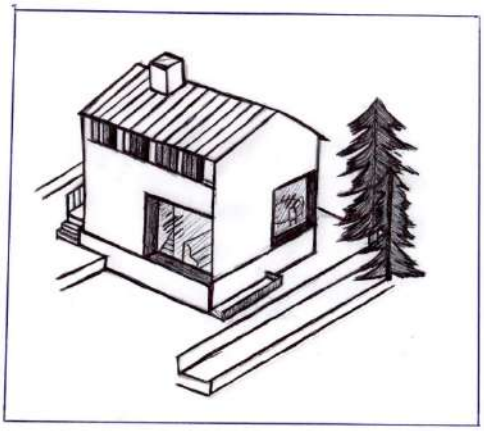


Figura 1 – Representação profissional.
Fonte: Acervo das autoras, 2018.

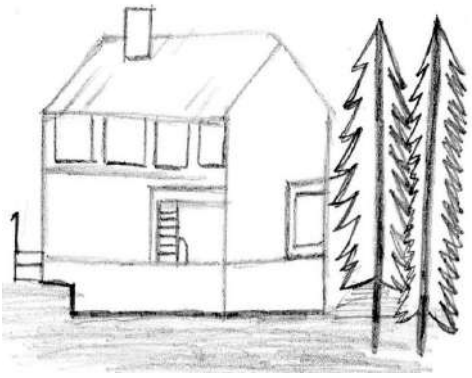


Figura 2 – Representação amadora.
Fonte: Acervo das autoras, 2018.

Com o avanço da tecnologia, as ferramentas CAD (desenho assistido por computador) abarcaram as criações de desenhos que anteriormente eram realizadas por meio de instrumentos de desenho técnico, gerando para muitos discentes a problemática da percepção espacial e conhecimento de geometria, acarretando com isso, uma perda considerável do olhar projetivo.

Os desenhos arquitetônicos devem ser elaborados seguindo uma padronização preconizada pelas normas técnicas.

2.2 Realidade aumentada

A Realidade Aumentada permite que o mundo real seja conectado ao virtual, aumentando assim, o leque de interações entre o usuário e a máquina.

Para Milgram (1994), a Realidade Aumentada é uma mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade e virtualidade contínua, que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais.

> A Realidade Aumentada é um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes propriedades: combina objetos reais com virtuais no ambiente real; executa interatividade em tempo real; alinha objetos reais e virtuais entre si e aplica-se a todos os sentidos, incluindo audição, tato, visão e cheiro. (AZUMA, 2001, p. 34)

Para que a Realidade Aumentada seja apresentada é necessário que um objeto real possua um código de barras em 2D, de forma que, seja criado e interpretado como um objeto virtual por um *software* através de uma câmera ou dispositivo que transmita a imagem do objeto virtual em tempo real.

De acordo com a ISO/IEC 18000:2006, código de barras é a representação de informações, passível de leitura por máquina, composta por combinações de regiões de refletâncias altas e baixas da superfície de um objeto, as quais podem ser convertidas em “0”s (zeros) e “1”s (uns). Códigos de barras bidimensionais ou “matriz”, são marcas impressas que, geralmente, são compostas por quadrados da cor preta em um esquema bidimensional que contém alguma informação.

Seguindo a tendência de inovação e de convergência tecnológica, o Pokémon Go (Figura 3) surge como o *game* que se opõe a imagem de um jogador sedentário trancado em um ambiente fechado e vidrado em uma tela de computador. Por intermédio da realidade aumentada ele projeta animais virtuais em um ambiente real dando a sensação de que eles realmente existem.

Figura 3 – Game Pokémon Go.
Fonte: LAVORATO, Daniel. Actually, ‘Pokémon Go’ Is More Popular Than Ever. Consultado em 20/04/2019. (Disponível em: https://junkee.com/wp-content/uploads/2019/03/PokemonGo.jpg)

2.3 *E-book*

O *Electronic Book* (*e-book*), termo utilizado para nomear o livro em formato eletrônico. Pode ser adquirido via *Internet* para dispositivos eletrônicos como computadores, *tablets*, *smartphones* e leitores específicos denominados *e-readers*, por meio de *download*, possibilitando a visualização para o leitor.

O livro digital é uma nova forma de circular e sistematizar informações, apresentando-se como uma ferramenta eficiente incorporada às novas tecnologias, destacando-se por apresentar baixo custo de produção, quando comparado com produtos impressos, e garantindo acesso rápido aos conteúdos disponibilizados.

Diante desta realidade, criar novos métodos de ensino pode ser uma boa estratégia para que os discentes tenham mais interação pela busca do conhecimento.

3 Metodologia

Para a criação do *e-book* foi desenvolvido um projeto arquitetônico através da ferramenta *Autodesk Revit Architeture*®, considerando todos os itens abordados no ementário da unidade curricular em questão.

O aplicativo utilizado como repositório das imagens em 3D e dos *QRcodes* foi o *Augment*®.

As imagens em 3D foram disponibilizadas via *site* do aplicativo *Augment®*, sendo geradas a partir do envio de um arquivo formato *QRcode* (Figura 4).

Figura 4 – *QRcode.*
Fonte: Acervo das autoras, 2018.

As imagens a seguir (Figuras 5, 6, 7 e 8) mostram alguns exemplos de atividades, onde os discentes escaneam o *QRcode* e capturam a imagem a partir da tela do *smartphone*, podendo redimensionar, mover e rotacionar para uma completa visualização em 3D.

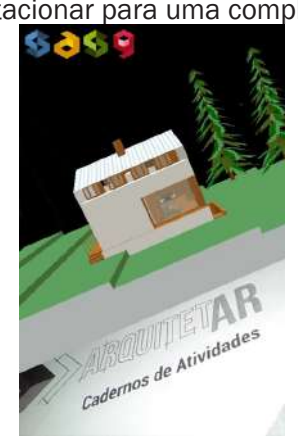


Figura 5 – Exemplo de uma atividade (visualização da FACHADA).
Fonte: Acervo das autoras, 2018.

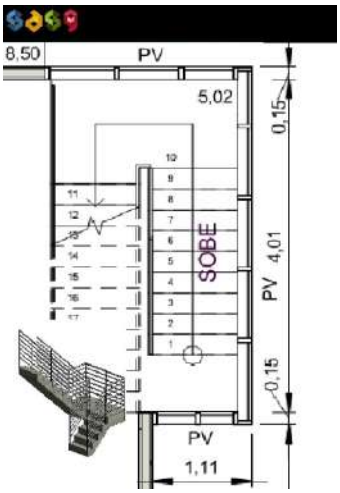


Figura 6 – Exemplo de uma atividade (detalhe da ESCADA).
Fonte: Acervo das autoras, 2018.

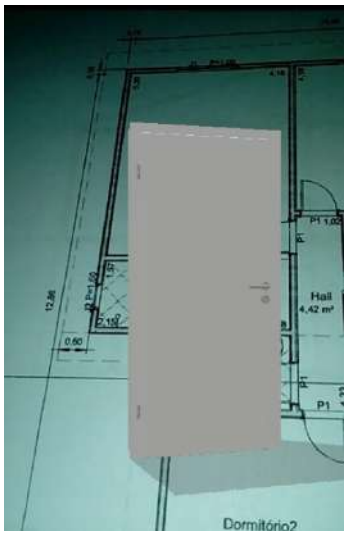


Figura 7– Exemplo de uma atividade (detalhe da PORTA P1).
Fonte: Acervo das autoras, 2018.

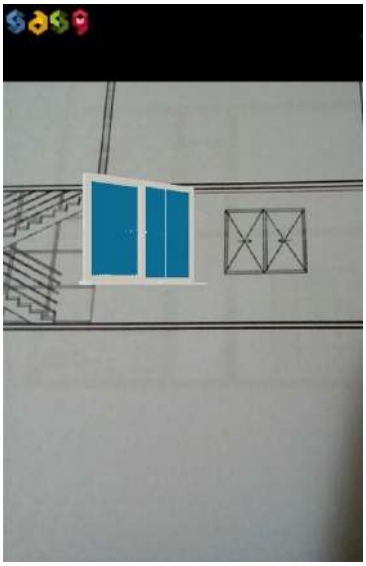


Figura 8 – Exemplo de uma atividade (detalhe da JANELA J1).
Fonte: Acervo das autoras, 2018.

Para a diagramação do *e-book* foi utilizado o *software Adobe InDesign CC*®, programa utilizado para a criação de jornais, livros e revistas. Abaixo, na (Figura 9), mostra a capa do *e-book*.

Figura 9 – Capa do e-*book*.
Fonte: Acervo das autoras, 2018.

Utilizando o e-*book* e o *app Augment*®*,* aplicativo que pode ser adquirido por um usuário para um dispositivo móvel por meio de *download*, o discente terá a possibilidade de visualização de várias imagens integrantes em relação aos temas abordados de acordo com o *QRcode* escaneado.

4 Proposta metodológica atual para desenho arquitetônico e topográfico

Utilizando como base metodológica a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Based Learning* - PBL), a pesquisa teve início através de questionamentos feitos aos discentes quanto as maiores dificuldades apresentadas para a execução dos desenhos arquitetônicos durante as fases de criação do "projeto desafio" que é apresentado no início de cada semestre da unidade curricular em questão.

Esta metodologia de ensino e aprendizagem é caracterizada pelo uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento crítico e das habilidades de solução de problemas e aquisição de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão. Propiciando uma aprendizagem inserida no contexto educacional, na qual o discente é agente na produção do seu conhecimento, rompendo com a forma rígida e pré-estabelecida do desenvolvimento dos conteúdos abordados tradicionalmente pelos cursos de engenharia e possibilitando que os mesmos sejam incorporados durante o desenvolvimento do projeto.

As experiências vivenciadas durante os semestres de 2018-1 a 2019-1, na condução da unidade curricular de Desenho Arquitetônico e Topográfico, tendo ênfase no desenvolvimento de projetos arquitetônicos, evidenciaram relatos por parte dos discentes sobre a dificuldade de percepção dos projetos em 3D, o que motivou a criação de um *e-book* que apresente a visualização de imagens em 3D a partir de desenhos fragmentados até a sua totalidade.

Durante esses três semestres, os procedimentos pedagógicos se deram através de aulas expositivas teóricas e práticas abordando o conteúdo programático e aulas práticas com atividades para fixação dos conhecimentos usando as ferramentas *Autodesk AutoCAD*® e *Autodesk Revit Architeture*®, além de acompanhamento e orientação em sala de aula para o desenvolvimento dos trabalhos práticos exemplificados através de exercícios.

Duas avaliações foram propostas por semestre, sendo que as primeiras avaliações foram realizadas através da aplicação de uma prova prática utilizando a ferramenta *Autodesk AutoCAD*® para o desenvolvimento de um módulo do projeto arquitetônico em uma versão

compacta, onde os discentes puderam consolidar a abordagem teórica apresentada em sala de aula. Concomitantemente para as atividades de modelagem em 3D, foi apresentada uma proposta de edificação, diferenciada a cada semestre. Estas modelagens em 3D foram sendo realizadas à medida que os subsídios para tal eram discutidos em sala de aula e criados através de um exercício comum a todos os discentes. Este modelo serviu de base para que os discentes tivessem a oportunidade de testar os principais comandos da ferramenta *Autodesk Revit Architeture*® e se familiarizarem com a lógica da plataforma BIM (*Building Information Modeling*).

As segundas avaliações foram para o desenvolvimento de um trabalho prático e orientado, em grupo, com dois ou três componentes em que tinha como proposta, a modelagem básica de uma edificação escolhida pela docente e direcionada como modelo para a instituição de ensino da qual, os discentes estão matriculados. Após o planejamento, os projetos foram desenvolvidos através de um arquivo padrão (*template*). Para o modelo arquitetônico da instituição, foram definidas as nomenclaturas para as famílias de objetos, os cortes transversal e longitudinal, a fachada principal e a secundária, a customização de textos e cotas, além da organização de arquivos e diretórios. A criação do arquivo disponibilizou uma documentação informando os formatos de folhas de desenho, as unidades de medida, os níveis, os eixos, materiais e etc.

A edificação sugerida para o projeto deveria possuir grau médio de complexidade, considerando alguns padrões mínimos exigidos pela docente de acordo com o conteúdo programático abordado, que apresentasse alguma prática agregada à construção sustentável, além de seguir a NBR 9050/2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Após a confecção do modelo no *Autodesk Revit Architeture*®, os discentes geraram as pranchas para a documentação e apresentação de forma a permitir a construção da edificação, conforme as normas técnicas para a representação arquitetônica.

Para a composição das notas da segunda avaliação, os discentes realizaram uma apresentação oral dos projetos (Figura 10) a turma e para uma banca composta por docentes, que avaliaram cada grupo, de acordo com os critérios estabelecidos, como a qualidade e esmero na construção, a criatividade, a relevância do tema proposto, entre outros.

Durante o fechamento deste ciclo avaliativo, os discentes tiveram a oportunidade de vivenciar as experiências dos colegas e puderam vislumbrar as potencialidades da ferramenta.

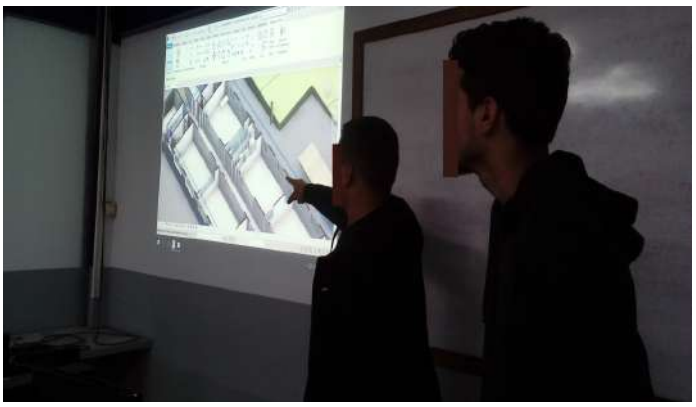


Figura 10 – Apresentação dos projetos arquitetônicos pelos alunos
Fonte: Acervo das autoras, 2019.

5 Nova proposta metodológica para desenho arquitetônico e topográfico

Devido à importância de incorporar o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino do Desenho Arquitetônico e Topográfico surgiu a ideia de criar um *e-book* que contemplasse em seu conteúdo o uso de ferramentas tecnológicas, através de ferramentas de modelagem 3D e recursos da Realidade Aumentada.

O caderno de atividades possui um projeto arquitetônico de uma edificação de dois pavimentos que deverá ser modelada ao longo do semestre de acordo com o conteúdo programático abordado em sala de aula. Em cada etapa do projeto, o discente terá a possibilidade de visualizar via *QRcode*, também conhecido como código de barras, alguns exemplos como referências e respostas das atividades em 3D criadas através da ferramenta *Autodesk Revit Architeture*®.

Do mesmo modo estará disponível, um passeio virtual pelo projeto arquitetônico, além da visualização de um projeto denominado “desafio” que será atualizado semestralmente de acordo com o tema escolhido.

6 Conclusão

Diante do presente momento interativo e tecnológico em que nos encontramos, a criação de um caderno de atividades de desenho arquitetônico em forma de *e-book* que visualizará projetos em 3D propiciará uma melhor visualização espacial dos projetos, contribuindo para uma melhor percepção espacial. Pois na prática a assimilação será mais detalhada do que as demonstrações apresentadas em livros teóricos.

Desta forma, as atividades realizadas pelos discentes complementarão os conhecimentos mínimos necessários para a prática profissional condizente com as demandas do mercado de trabalho.

O *e-book* será disponibilizado para os discentes regularmente matriculados na unidade curricular de Desenho Arquitetônico e Topográfico do Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA, pela infraestrutura e aos discentes que cursaram a unidade curricular de Desenho Arquitetônico e Topográfico, pela contribuição.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

AZUMA, R. *et al*. Recent Advances in Augmented Reality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, Los Alamitos, CA, EUA. v. 21, 6. ed., p.34-47, 2001. DOI: http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/38.963459. Disponível em: https://www.computer.org/csdl/magazine/cg/2001/06/mcg2001060034/13rRUwbaqNP. Acesso em: 15 julho 2019.

BARROS, Thyana Farias Galvão de; CORREIA, Ana Magda Alencar. **Quebrando tabus: O ensino do desenho arquitetônico no curso de engenharia civil**. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 7. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 18. Curitiba, 2007. **Anais**. Curitiba: Graphica, 2007.

Centro Universitário de Volta Redonda. **Matriz curricular: Expressão Gráfica**, 2019. Volta Redonda-RJ: UniFOA, 2019. Disponível em: http://www.unifoa.edu.br/cursos/engenharia-civil. Acesso em: 15 julho 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION and INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 18.004:** Information technology - Automatic Identification and data capture techniques - Bar code symbology - QR Code. Geneva, 2006.

KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. *In*: RIBEIRO, Marcos Wagner; ZORZAL, Ezequiel Roberto (org.) **Realidade virtual e aumentada: Aplicações e tendências**, 2011. Livro do pré-simpósio, XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality, Uberlândia-MG: Sociedade Brasileira de Computação, 2011. P. 10-23.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, Minato-ku, Tóquio. v. E77-D, nº 12, p. 1321-1329, 1994. Disponível em: https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321. Acesso em: 15 julho 2019.

ROBBINS, Edward. **Why Architects Draw**. Cambridge, Mass: MIT Press, 1994.

VIZIOLI, S. *et al*. **Desenho Arquitetônico Básico**. 1 ed. São Paulo: PINI, 2010.

YEE, Rendow. **Desenho Arquitetônico: um compêndio visual de tipos e métodos**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A PRÁTICA DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA NA DISCIPLINA DE SKETCH E RENDERING NO DESIGN DE PRODUTO

PAZMINO, Ana Veronica[1],
MEDERIOS, Ivan Luiz de [2],

Resumo

O trabalho inicia com uma pesquisa bibliográfica que trata da representação gráfica no tema de *sketch*, desenho e criatividade. Também a pesquisa de campo por meio da descrição da experiência do processo de ensino-aprendizagem na disciplina de *Sketch* e *Rendering*, oferecida na terceira fase do curso de design de produto da UFSC. O resultado apresenta a relação do *sketch* como técnica mais aberta dos meios de expressão e a informação da ideia de um objeto num curso de Design de Produto e mostra as mudanças na matriz curricular do curso de Design de Produto da UFSC e que serão implantadas a partir de 2019/1.

Palavras-chave: *Sketch;* design de produto; ensino de design

Abstract

The work shows the documentary research done in the bibliography that deals with graphic representation in the theme of sketch, drawing and creativity. Also the field research through the description of experience of teaching-learning process in the discipline of Sketch and Rendering, offered in the third phase of UFSC product design course. The result presents important conclusions about the importance of drawing and sketch as a more open technique of the means of expression and information of an idea of an object in a Product Design course and shows changes in the pedagogical project in the curricular matrix of the Design course. Product of UFSC and that will be implemented from 2019/1.

Keywords: Sketch; product design; teaching design

[1] UFSC - anaverpw@gmail.com
[2] UFSC - ivan.medeiros75@gmail.com

1 Introdução

Uma característica do processo de design de produto é o uso de uma série de diferentes tipos de desenhos. Estes estão associados às etapas ou fases do processo de projeto, seja, como um rabisco/*rough* relativamente desestruturado e ambíguo, ocorrendo no início do processo, passando para esboço/*sketch* com mais elementos icônicos e de perspectiva feitos à mão, até modelagens tridimensionais e renderizações por meio de *software* nas etapas finais do processo projetual.

O designer é um pensador não verbal, por esse motivo coloca grande ênfase da sua dialética na expressão gráfica, desenvolvida ao logo do projeto. Uma das maneiras dessa expressão é o esboço/*sketch* sendo uma exploração visual que permite a definição de formas, funcionalidade e usabilidade que o usuário terá com um objeto.

Para Tversky e Suwa (2009), os esboços servem para ampliar a imaginação do designer e ajudar a limitada capacidade da memória ativa. O designer, ao colocar as ideias mal definidas no papel, pode examinar e analisar antes que as alternativas se percam na memória. Estas ideais analisadas, descartadas, otimizadas ou redesenhadas permitem que o processo criativo siga um fluxo dinâmico.

O estudo de Tversky *apud* Henry (2012) menciona que as crianças quando são alfabetizados perdem grande parte da facilidade e sofisticação do desenho devido em parte à abstração inerente a linguagem.

Roam (2012), em uma pesquisa observou que quase todas as crianças no primeiro ano do ensino fundamental levantaram a mão quando perguntadas se sabiam desenhar. Feito o mesmo questionamento dez anos depois, apenas três dessas crianças levantaram a mão. Isso mostra, que a prática do desenho se perde ao longo dos anos e um jovem ao entrar num curso de design precisa resgatar essa habilidade para realizar esboços e desenhos sofisticados que expressem suas ideias e pensamentos quanto as soluções projetuais. Para isso, o designer vai utilizar e aplicar regras e procedimentos que facilitem o entendimento da mesma forma que acontece com a linguagem. Os três tipos mais comuns de sistemas de representação: ortogonal, isométrico e perspectiva e outros, como o corte transversal e representação de detalhes do projeto auxiliam na compreensão do produto.

Para Bill Buxton *apud* Henry (2012, p.43) "[...] o desenho é uma forma rápida de gerar e compartilhar novas ideias de forma que as mesmas gerem novas ideias". O autor salienta que para evitar a ambiguidade da interpretação do esboço é necessário que este consiga transmitir a informação claramente para que possa ser interpretado e compreendido de forma que possa ser analisado.

Depois do exposto, fica claro que ao abordar o desenho, mais especificamente o esboço/*sketch* este deve seguir algumas regras que permitam a clareza da mensagem mesmo sendo uma técnica mais aberta e solta. O esboço/*sketch* usa muito do pensamento visual, ou *visual thinking*, sendo uma forma de organizar os pensamentos, expandir o repertório e melhorar a capacidade de se comunicar. Ele permite fazer algo que o texto linear não possibilita. O esboço nesta pesquisa está associado à inovação e à criatividade. Por essa ênfase, diversos pesquisadores começaram a procurar entender o esboço/*sketch* e seu papel no Design. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho foi reunir e analisar o processo de ensino-aprendizagem da representação gráfica na resolução de problemas no campo do design de produtos.

Como objetivos específicos este trabalho teve, (1) revisar as implicações do *sketch* no Design em três áreas mencionadas em pesquisas preliminares: a memória funcional, a reinterpretação de imagens e a síntese mental, (2) investigar o desenho no processo de projeto e a dialética do esboço, (3) relacionar o pensamento criativo e produtivo com o *sketch*, (4) descrever a experiência investigativa do conhecimento inicial dos acadêmicos na disciplina de *Sketch* e *Rendering*, do curso de design de produto UFSC, e por último (5) apresentar resultados das atividades didáticas realizadas na mesma disciplina.

A pesquisa tem sua relevância pelo fato de que existe a necessidade de mais criatividade e inovação no Design e o esboço permite por em prática os meios técnicos necessários para desenvolver ideias. Também, sendo a fase inicial do esboço uma primeira representação da ideia que não considera as precisões dimensionais e sendo uma representação de conceitos que consideram as linhas mais significativas o esboço permite que a criatividade flua sem restrições para a imaginação.

2 Revisão de literatura

Para o desenvolvimento deste projeto, várias leituras e análises foram realizadas visando um aprofundamento das reflexões acerca do tema do papel da representação gráfica no design de produtos.

Segundo Julián e Albarracin (2010) o pensamento gráfico é um fator fundamental no processo criativo do designer. Para os autores, pensar graficamente nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento de produtos, no (momento conceitual), ou seja, na fase em que o pensamento e o desenho se encontram muito unidos, a sinergia propicia o desenvolvimento de novas ideias. Este pensamento gráfico, descreve o desenvolvimento de um conceito por meio da representação visual. Sendo importante devido a que existe um processo iterativo (vaivém) de informações que vai do papel à visão, ao cérebro, à mão e de novo ao papel. Segundo os autores, quanto mais fluida for esta operação, mais oportunidades terá o designer para gerar várias ideias.

Para Pazmino (2015) o desenho é uma técnica e como tal se apoia na experiência, na intuição e na prática. O desenho como técnica tem uma dimensão aberta. Para ser aplicado pode fazer uso de ferramentas, passos ou procedimentos estruturados e sistemáticos. O desenho pode ser considerado como método aberto e de caixa preta, onde há um mistério desconhecido, pois se apoia na experiência, na intuição e na prática. A experiência permite desenvolver as sensibilidades e habilidades e busca a aplicação de ferramentas (instrumentos de desenho) como um atalho para reduzir o excesso de esforço. Já a sensibilidade, é a capacidade de distinguir condições que são similares, mas não exatamente as mesmas, permitindo analisar um esboço e descartar ou alterar. A habilidade é a capacidade de realizar uma atividade de modo a produzir o resultado almejado de forma única, ou seja, a identidade do designer seu estilo, sua forma de representação vão propor produtos novos e únicos. Deve-se considerar que as habilidades e sensibilidades tendem a crescer e se aprofundar. À medida que se repete a tarefa (desenho), esta melhora a cada interação. Com o tempo a prática do desenho transforma os atos conscientes em hábitos automáticos, permitindo realizar esboços rápidos e claros.

O desenho dentro do processo de projeto representa entrar no campo do concreto. As ideias e pesquisa realizadas se encontram no plano abstrato, a partir do momento que os elementos constitutivos de um artefato são definidos o design passa para o plano concreto onde deve materializar as soluções para o problema de projeto.

2.1 A técnica de projetar desenhando

Para Cross (2004) o *rough* e o *sketch* ajudam a pensar. O uso dessas técnicas é uma parte importante do processo de projeto.

Os esboços podem ajudar o designer na construção de muitos aspectos de variáveis simultâneas dos elementos ou componentes de um produto, tudo pode ser visto e compreendido em conjunto.

Segundo Cross (2004) os esboços permitem que os designers controlem, ao mesmo tempo, diferentes níveis de abstração, o que é algo importante no processo projeutal. Os designers definem o conceito geral (semântica do objeto) e alguns detalhes. Eles usam o esboço para identificar e analisar os pontos críticos, aqueles que podem comprometer a usabilidade, o custo e a estética, inviabilizando um projeto.

Os esboços permitem a identificação e a exploração de uma grande quantidade de informação que pode ser pertinente para muitas soluções. O conjunto de elementos gráficos. Como símbolos, cores, texturas e formas. Permite a exploração do problema de projeto auxiliando o designer no funil de decisões para escolher pelas melhores alternativas de solução.

Segundo Cross (2004) muitos pesquisadores têm mostrado que esboços promovem o reconhecimento de características emergentes e propriedades do objeto. Eles ajudam o designer a fazer “transformações laterais” na solução, a troca criativa de elementos de uma alternativa para outra. E auxiliam no que Goldschmidt *apud* Cross (2004) chamou de “dialética do esboço”, o dialogo entre “ver o que” e “ver como”, em que o primeiro é uma crítica reflexiva. O segundo, um raciocínio analógico de reinterpretação que, novamente, estimula a criatividade.

Ainda para Cross (2004), o resultado do processo projetual normalmente requer um conjunto de representações gráfico-visuais, que proporcione um modelo que possa ser construído ou fabricado. A partir de determinados requisitos de projeto o designer precisa desenvolver um processo para que as representações visuais sejam gradualmente – às vezes arduamente – obtidas por meio de uma série de tentativas que são os rascunhos e *sketches*. Howe *apud* Cross (2004) menciona “rabisco algo, mesmo sem sentido; o ato de rabiscar parece clarificar meus pensamentos”. Para o autor, entender o que acontece no processo de pensar rabiscando e projetar esboçando, é importante porque faz parte da humanidade. Desenhos de Leonardo da Vinci são representações visuais para demonstrar e comunicar como os objetos deveriam ser construídas e como deveriam funcionar.

No campo do design, a natureza do problema de projeto só pode ser encontrada explorando-se algumas propostas de alternativas de solução por meio do desenho. O processo criativo deve oferecer uma grande quantidade de soluções para encontrar a melhor ideia que atenda as necessidades da sociedade.

Esboços ajudam designers a encontrar as consequências não intencionais, as surpresas que mantêm a exploração que Schön (2000, p. 31) chamou de “conversação reflexiva com

a situação do problema de projeto" o que caracteriza o pensamento produtivo. Para o autor "Desenhar e conversar são formas paralelas de construir um projeto e, juntas, elas fazem o que eu chamo de linguagem do processo de projeto".

Desenhar, em atividades de projeto, amplifica a compreensão do problema e da solução da mesma maneira que escrever, quando o designer tenta desenvolver argumentos. É difícil para um designer solucionar problemas de projeto complexos sem realizar esboços. Esboçar representa a natureza reflexiva do processo projetual intencional.

Os *sketchs* são desenhos realizados à mão livre, com traços rápidos e contínuos, que não apresentam compromisso com a escala e nem a pretensão de serem perfeitos. Para alguns designers, nesta fase de desenhos iniciais, é comum o uso de *sketchbooks*, (cadernos para realizar desenhos) pois eles permitem ver a evolução da ideia, fato que contribui para guardar os esboços produzidos. A rapidez na execução dos traços permite ao designer elaborá-los e reelaborá-los, exaustivamente, até que surja a possibilidade de solução para o projeto.

Os *sketches* ajudam o designer a encontrar os caminhos para a solução e realização de seus projetos. Eles representam as primeiras ideias sobre o projeto. Os *sketches* se transformam em uma ferramenta, cuja função é facilitar ao designer o encontro da solução para o problema projetual. À medida que o designer desenha, ele reflete sobre a situação projetual, questiona suas decisões, faz novas escolhas e experimenta outras ideias. Enfim, os *sketches* significam a essência do pensamento do designer, enquanto ele procura a solução mais adequada para o seu projeto.

Para TVERSKY (2009) o esboço se implica com três áreas que são: memória, reinterpretação de imagens e síntese mental. Já que quando se começa a formular um conceito, os esboços são úteis porque externalizam as ideias, incentivam a coerência e completude, permitem a expressão do vago, bem como do específico, extraem o crucial, fazem a ligação entre o concreto e abstrato, aliviam a memória de trabalho, facilitam o processamento de informações, incentivam a inferência e descoberta, promovem a colaboração entre outras.

2.1.1 Memória e o desenho

Rocha (2018) menciona que um aspecto importante relacionado à visão é o estoque de registros de memórias sensoriais, no caso memórias visuais que o ser humano guarda em sua mente e que podem ser utilizadas em diversas atividades.

A memória tem um fator inerente na construção de um desenho. Pode-se dizer que o objeto é uma cópia física da memória psicológica do designer. O trabalho do designer é influenciado por referências de objetos de que eles gostam, seus desenhos são um reflexo das formas e como estas foram absorvidas, com seu estilo e com as emoções que o designer coloca no seu projeto.

2.1.2 Reinterpretação de imagens

O desenho é uma forma de linguagem comunicativa e, como tal, muito utilizada no design em que o desenho deve ser intencional para mostrar as ideias de objetos para solucionar problemas dos usuários. Ao mesmo tempo o designer no desenho reinterpreta os materiais, as formas, as texturas, o estilo, a semântica por meio de traços, sombras, perspectivas.

O designer decodifica as relações de um objeto em estruturas, funções, formas trata-se de uma leitura por meio do campo visual e no âmbito cerebral para identificar a boa forma, o equilíbrio, a semântica.

2.1.3 Síntese mental

Por meio de desenhos pode-se projetar a estrutura e a forma dos objetos. Para conseguir uma síntese é necessário conseguir capturar os principais requisitos de um produto e organizá-los de forma lógica, de modo que depois possa ser entendido pelo cliente. Os desenhos são úteis durante a fase de síntese projetual já que as ideias principais podem ser facilmente registradas por meio de esboços, devido a serem de registro rápido.

A figura 1 mostra vários *sketches* para uma mesa para home office que sintetizam os elementos necessários como gavetas, nichos, espaços de tomadas. O *sketch* da figura 1 usa textos, auxiliando na comunicação e melhor entendimento do desenho.

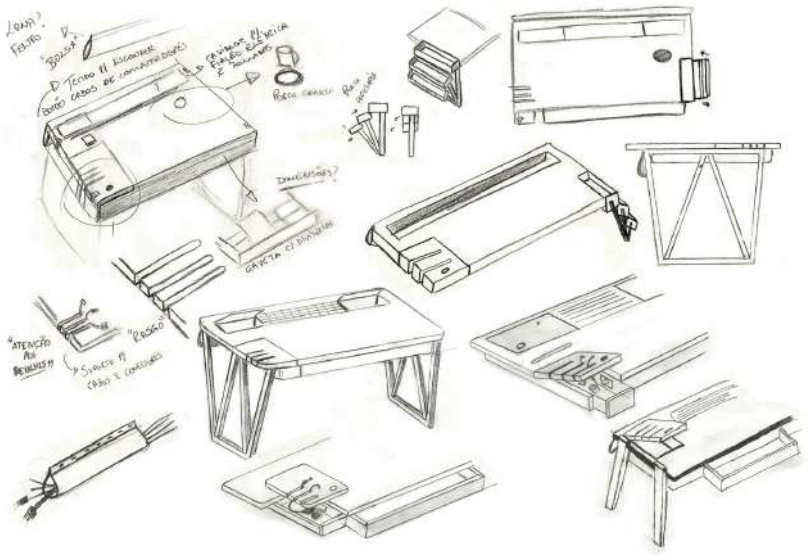


Figura 1 - Conjunto de *sketches* de uma mesa para *home office.*
Fonte: VARGAS (2016)

Segundo Fassbender (2013), na Universidade *Fachhochschule für Gestaltung, Pforzheim,* nas segundas-feiras ensina-se desenho artístico, durante todo o dia, e nas terças-feiras, aprende-se escultura. Segundo o autor isso ajuda o jovem estudante extravasar a criatividade. Fassbender (2013, p. 5), afirma que "um bom design não nasce de um dia para outro – ele é fruto de um processo trabalhoso e exaustivo, que requer muitos desenhos para se chegar a melhor solução". Deve-se lembrar que a base de todo processo está no desenho manual – o instrumento básico de comunicação do designer.

2.1.4 Pensamento criativo e produtivo com o *sketch*

Segundo Hallawell (2006) o pensamento criativo é evolutivo, dotado de *insights,* mas nunca é totalmente novo. O pensamento humano é um processo contínuo e as ideias de hoje são uma consequência das ideias do passado.

Ter ideias e concebê-las depende de uma atitude crítica e intuitiva que cerca o designer. Quanto mais se pensa no problema de projeto, quanto mais se observa o usuário, mais

ideias aparecem. Para Hallawell (2006), a qualidade e adequação ao problema de projeto dependerão da inteligência, sensibilidade, repertório e a quantidade de desenhos feitos e refeitos. É um processo longo, é preciso desenhar muito, experimentar técnicas e linguagens diferentes até se "encontrar". Este encontro acontece gradativamente exigindo autocritica do designer. As soluções não são encontradas facilmente, demonstrando a dificuldade da fase criativa.

Os esboços podem ser bastante variados, o importante é fazer vários desenhos de forma que possam ser comparados entre si. São a partir desses esboços que se fazem alterações necessárias para aperfeiçoar a ideia do produto.

Os novos conceitos surgem nos papéis, nos *sketchbooks*, nos cadernos em uma reunião com a equipe de projeto, durante uma viagem. Os profissionais com experiência sabem do valor dos esboços despretensiosos, que muitas vezes são a base de produtos inovadores.

Agrupar as características de como deve ser o produto é um processo que envolve criatividade e o processo racional. Desenhar envolve materializar as primeiras ideias que procuram a forma física do objeto que está sendo pensado, inclusive fazendo uso de alternativas de estudo de soluções técnicas ou funcionais que ele poderá ter.

2.2 O uso do *sketch* no Design de Produto

"O desenho é um poema sem palavras" segundo Horácio *apud* Rocha (2013, p. 10). O *sketch*, essencial na prática dos designers, tem papel fundamental na tarefa de projetar. Tanto pela possibilidade de representação que ele oferece, quanto pela possibilidade de comunicação gerada por ele. O desenho adquire, inclusive, um papel social, por meio da linguagem e comunicação. Os designers representam, elaboram e testam as suas ideias por meio dos desenhos. É por meio deles que é possível para o designer conversar com a situação projetual, com a equipe, elaborá-la e modificá-la, até julgá-la satisfatória. Os desenhos, ao mesmo tempo em que produzem o conhecimento do produto, significam a própria produção desse conhecimento.

Conforme Robbins (1997), os desenhos, ao serem constituídos de matéria, significa a representação fenomenológica de uma prática conceitual. Eles são uma representação, ao mesmo tempo, de uma ideia e de uma ação. Eles são, de forma antagônica, um objeto mudo e uma forma de discurso social. Significam, ao mesmo tempo, um instrumento cultural e social. Os desenhos são utilizados como ferramenta para "conectar as criações da imaginação com a produção material" (ROBBINS, 1997, p. 48).

Os desenhos significam, ainda, outras formas de comunicação no decorrer das atividades profissionais dos designers. Eles representam a maneira usada pelo designer para se comunicar com os demais membros de sua própria equipe. São os desenhos que permitem a interação entre o designer e o seu cliente ou usuário e, além disso, são eles que promovem a compreensão por parte desses sobre o projeto.

O termo *sketch* está associado a desenhos feitos à mão livre, executados nas fases iniciais do processo de projeto. De acordo com Pei (2009), *sketch* é uma representação preliminar, feita de forma rápida. Apesar disso, o autor salienta que este tipo de desenho deve apresentar alguns elementos-chave do produto proposto, ou seja, deve indicar a "essência"

do objeto. Esse conceito se assemelha muito com o exposto por Sjölén & Olofsson (2005), quando dizem que o *sketch* deve indicar um breve relato ou esquema da estrutura do objeto. Embora o significado indique "estado inacabado", isso não quer dizer que o *sketch* tenha aspecto semântico incompreensível.

3 Experiência na Disciplina: EGR7292 – Sketch e Rendering 3ª Fase

A seguir, apresenta-se a pesquisa realizada no ano de 2018, com duas turmas do curso de Design de produto da Universidade Federal de Santa Catarina. O professor da disciplina de *Sketch* e Rendering aplicou um questionário com perguntas abertas e fechadas com 32 alunos do curso, acadêmicos do terceiro semestre. O objetivo deste questionário foi conhecer a familiaridade dos alunos com o desenho. A figura 2 mostra o infográfico com a tabulação dos questionários.

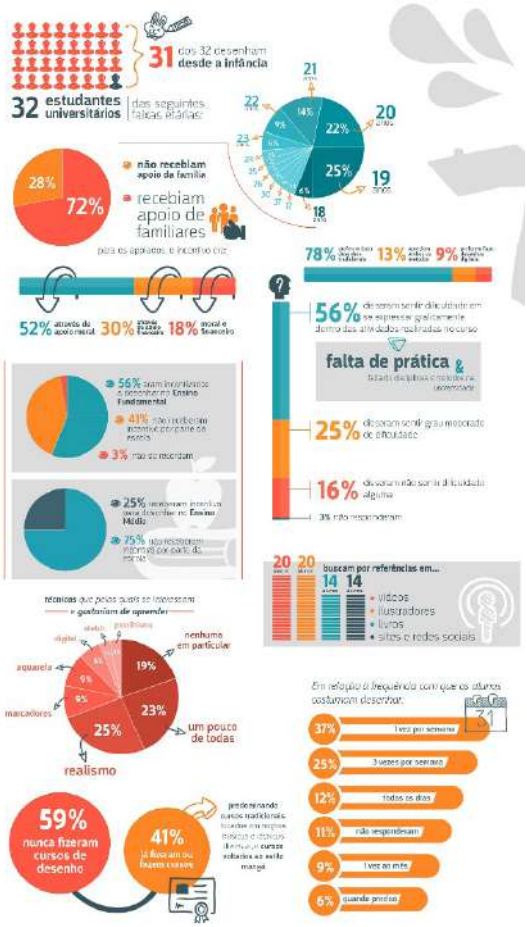


Figura 2 – Infográfico dos questionários.
Fonte: dos autores

O questionário demonstrou que os alunos desenhavam desde a infância, porém constatou-se que atualmente o hábito de desenhar limita-se de uma a três vezes por semana, mais da metade dos acadêmicos questionados não fez curso de desenho, 75% mencionam que não receberam incentivo ao desenho na escola e apenas 16% mencionaram ter pouca dificuldade na expressão por meio do desenho.

Para perceber a evolução dos discentes matriculados na disciplina de *Sketch* e Rendering, solicitou-se, no primeiro semestre que não descartassem os desenhos iniciais e fossem

todos anexados em um *Sketchbook* para a avaliação das atividades, porém, todos os acadêmicos de 2018/1 comentaram que descartaram os desenhos iniciais por não estar como gostariam de apresentar. Para evitar esse problema no início do segundo semestre de 2018, o professor optou por outra estratégia. Na primeira aula, antes de qualquer fala ou direcionamento sobre ementa ou as aulas, aplicou-se a seguinte atividade.

A sala de aula possui uma Televisão 43" onde foi deixada por dois minutos a imagem da figura 3, (apenas a foto da torneira) os alunos deveriam apenas observar a imagem sem iniciar o desenho. Depois desse tempo inicial foi desligada a TV e solicitado que desenhassem a torneira, realizando um desenho de memória. A figura 3 mostra a torneira exposta e três desenhos iniciais realizado pelos discentes.

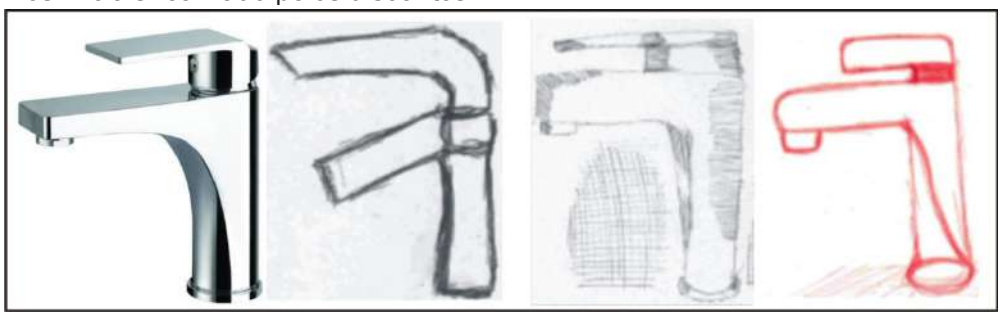


Figura 3 – Torneira e três desenhos iniciais.
Fonte: dos autores

Essa estratégia procurou identificar as habilidades de representação previamente conhecida pelos alunos, estruturas de construção, aplicação de pontos de fuga, sombras diretas ou projetadas. Este momento inicial de aproximação do professor e alunos, identificando habilidades e dificuldades, pode possibilitar estratégias didáticas e localizar acadêmicos que requeriam maior atenção. Ao final da atividade pode-se perceber desenhos sem planejamento ou estrutura de pontos de fuga. Executados apenas com uma visualização lateral e alguns elementos que foram guardados na memória. Esta primeira atividade/desenho demonstra falta de qualquer técnica construtiva que se espera de uma estética de Design Industrial. Cabe salientar que estes alunos estão na terceira fase e já tiveram as disciplinas de desenho de observação e representação gráfica.

Ao longo da disciplina de *sketch* foram trabalhados exercícios de desenho com um, dois e três pontos de fuga. Dando ênfase em representações com três pontos de fuga. As atividades foram direcionadas para que os acadêmicos conseguissem representar de maneira adequada o pensamento, ou seja, produzir uma representação gráfica coerente que expressasse a mensagem pretendida, evitando ruídos com perspectiva errada e ângulos inadequados para apresentar o produto.

Trabalhou-se também técnicas representativas com linhas guias nas superfícies, representação de luz e sombra com marcadores e *rendering* digital no Photoshop. Após as atividades com pontos de fuga, trabalhou-se atividades de estruturação geométrica de produtos. Em dado momento do semestre foi retomado o exercício da torneira, agora a atividade foi realizada com orientação e correções na sala de aula. A figura 4 mostra a evolução obtida, apresentando o desenho dos mesmos alunos da figura 3.

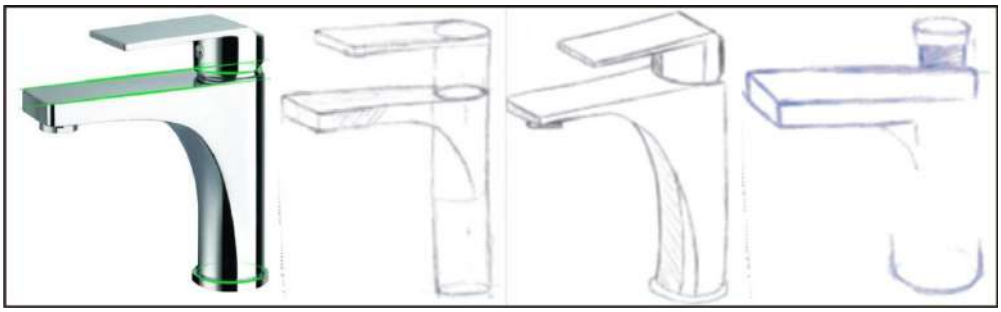


Figura 4 – Evolução dos alunos.
Fonte: dos autores

Na figura 4 o desenho foi acompanhado com explicações de linhas guia para iniciar a construção, pode-se perceber que os desenhos têm um traço mais fluido e uma perspectiva já pode ser vista, assim como linhas mais fortes e sombreamento. A evolução na qualidade dos desenhos foi elevada na turma no geral, porém os alunos que praticaram mais e os que no primeiro desenho já demonstraram mais domínio de técnica e conhecimento tiveram maior desempenho.

A disciplina de *sketch e rendering* foi incluída na terceira fase da matriz curricular do curso em 2017 e tem sido muito útil para que os alunos desenvolvam uma boa coordenação entre mão e olhos, além de um estilo individual. Percebendo que *Sketch* e *Rendering* é uma disciplina importante para o desenvolvimento da solução dos projetos e um estímulo a criatividade, a partir de 2019 será oferecida na segunda fase do curso e com uma maior carga horária, antes de 54h e agora de 72h.

4 Conclusão

A pesquisa visou reunir informações sobre as implicações da importância do esboço no design de produto em três áreas: a memória funcional, a reinterpretação de imagens e a síntese mental. Também investigar o desenho no processo de projeto e a dialética do esboço. Estas informações, além da pesquisa em sala de aula, mostram que o aluno deve ser incentivado a praticar a expressão gráfica por meio do desenho à mão livre. Embora o desenho não seja a característica do designer, esta técnica representa a expressão mais rápida das ideias do designer. No processo de ensino é importante que o professor identifique as dificuldades dos alunos e desenvolva a melhor estratégia de ensino para que os alunos desenvolvam as competências necessárias à profissão. A prática do desenho é fundamental para a melhoria da representação das ideias e o desenvolvimento de soluções criativas.

Referências

CROSS, Nigel. **Desenhante:** pensador do desenho. Santa Maria: sCHDS. Editora. 2004

FASSBENDER, Peter. Apresentação. In **ABC do Rendering automotivo**. Org. CASTILHO, Marcelo; STRAUB, Ericson. QUEIROZ, Hélio; BIONDAN, Paulo. Bookman 2013.

HALLAWELL, Philip. À mão livre: a linguagem e as técnicas do desenho. São Paulo: Editora melhoramentos 2006.

HENRY, Kevin. **Dibujo para disenãdores de produto:** de la idea al papel. Barcelona, España: Promopress, 2012.

JULIÁN, Fernando; ALBARRACÍN, Jesús. **Desenho para designers industriais**. Barcelona: Editorial Estampa, 2010.

PEI, E. **Building a common language of design representations for industrial designers & engineering designers**. Tese (Doutorado) - Faculty of Social Sciences and Humanities Department of Design and Technology. 2009.

PAZMINO, Ana Veronica. **Como se cria:** 40 métodos para o design de produtos. Blucher. 2015.

ROAN, Dan. **Desenhando Negócios**: como desenvolver ideias com o pensamento visual e vencer nos negócios. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ROBINS, E. **Why architects draw.** Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1997.

ROCHA, Ari. **Desenho:** expressão de uma cultura. In ABC do Rendering automotivo. Org. CASTILHO, Marcelo; STRAUB, Ericson. QUEIROZ, Hélio; BIONDAN, Paulo. Bookman 2013.

ROCHA, Eduardo. A importância da memória visual. https://jornal.usp.br/atualidades/a-importancia-da-memoria-visual/. Acesso em 16 de abril de 2019.

SJÖLÉN, Klara; OLOFSSON, Erik. **Design Sketching.** Sweden: Keeos Design Books, 2005.

SHÖN, Donald A. **Educando o profissional reflexivo:** um novo design para o ensino e a aprendizagem. Artmed. Porto Alegre. 2000.

TVERSKY, Barbara; SUWA, Masaki. Thinking with Sketches. **Tools For Innovation**, [S.l.], p.75-84, 1 nov. 2009. Oxford University Press (OUP). http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195381634.003.0004.

VARGAS, Fernando. **Mesa smart para home office**. PCC UFSC. 2016.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

AS NOTAÇÕES GRÁFICAS COMO INSTRUMENTO DE REGISTRO, ESTUDO E CONSTRUÇÃO DE REPERTÓRIO ARQUITETÔNICO. FUNCIONALIDADE E CONFORTO AMBIENTAL NO INSTITUTO MOREIRA SALLES, RJ.

REIS-ALVES, Luiz Augusto dos[1],
VASQUES, Michelle T. P. C.[2],

Resumo

O objetivo principal deste artigo é o estudo das notações gráficas como instrumento de registro, estudo e construção de repertório arquitetônico utilizado por graduandos do curso de Arquitetura e Urbanismo. Exemplificaremos esta vivência a partir de uma experiência didática iniciada em sala com os estudos teóricos sobre funcionalidade e conforto ambiental na arquitetura residencial unifamiliar e praticada *in loco* como aula externa no Instituto Moreira Salles (IMS), Rio de Janeiro, com o intuito de consolidar e expandir esses conhecimentos adquiridos ao utilizar somente a observação e a representação gráfica (notações gráficas) do objeto arquitetônico, excluindo totalmente o uso do registro fotográfico.

Palavras-chave: Notações gráficas; Conforto ambiental; Arquitetura; Residência modernista carioca; Instituto Moreira Salles.

Abstract

The main objective of this article is the study of graphic notations as an instrument of record, study and construction of architectural repertoire used by undergraduates of the Architecture and Urbanism course. We will exemplify this experience from a didactic experience started in the classroom with the theoretical studies about functionality and environmental comfort in the single family residential architecture and practiced in loco as an external class at Instituto Moreira Salles (IMS), Rio de Janeiro, with the purpose of consolidating and expanding this knowledge acquired by using only the observation and graphical representation (notations) of the architectural object, totally excluding the use of the photographic record.

Keywords: Graphic notations; Environmental comfort; Architecture; Modern carioca residence; Instituto Moreira Salles.

[1] Arquiteto D. Sc., Professor Associado da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Departamento de Arquitetura e Urbanismo. reis_alves@yahoo.com.br
[2] Graduanda do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Colaboradora da disciplina de Projeto de Arquitetura 1. michelletpcv@hotmail.com

1 Introdução

Teóricos afirmam que no campo da representação em Arquitetura o desenho (o manual e o digital) se impôs como modo dominante de concepção, como instrumento de experimentação, de comunicação, de análise e de avaliação, e ainda como meio de controlar o projeto e dirigir a sua construção (BROADBENT, 1990; BAKER, 1998; SAINZ, 2005). Inserido neste universo destacamos as notações gráficas, também chamadas de croquis, *sketches*, esboços, dentre outros nomes (YEE, 1997; CHING & JUROSZEK, 2010).

Nosso objetivo principal é o estudo das notações gráficas como instrumento de registro, estudo e construção de repertório arquitetônico utilizado por graduandos do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRRJ. A partir de uma experiência didática iniciada em sala sobre funcionalidade e conforto ambiental na arquitetura residencial, praticamos a consolidação e a expansão desses conhecimentos adquiridos *in loco* como aula externa com o intuito de utilizar somente a observação e a representação gráfica (notações gráficas) do objeto arquitetônico, excluindo totalmente o uso do registro fotográfico.

De modo a alcançar este objetivo, iniciaremos ao conceituar e destacar o papel das notações gráficas no universo teórico da representação e expressão gráfica em Arquitetura. Em seguida, delinearemos breves palavras sobre o histórico, a funcionalidade e o conforto ambiental do estudo de caso escolhido como recorte espacial. Após, explicaremos as orientações dadas aos discentes para a aula externa e ilustraremos algumas experiências das notações gráficas. Concluiremos ao refletir sobre a importância do desenho manual que concatena a observação, o pensamento crítico e a educação gráfica na formação contemporânea em Arquitetura em uma era temporal que tanto valoriza o digital e, por vezes, desvaloriza o desenho a mão ao não exercitá-lo.

2 As notações gráficas como instrumento de construção de estudo, análise e repertório arquitetônico.

O processo do desenho é compreendido através de 3 (três) etapas correlacionadas: ver, imaginar e representar. O ver estaria ligado ao estímulo sensorial da visão; o imaginar, à construção mental das imagens; e o representar, à ação de registro da coisa percebida ou imaginada (ARNHEIM, 1994; CHING & JUROSZEK, 2010; CHING & ECKLER, 2013).

O projeto compreende diversas fases, abrangendo um número crescente de informações e desenhos cada vez mais detalhados. A representação do objeto pode ser produzida por meio do grafismo (manual ou por instrumentos do desenho geométrico ou digital) e/ou por meio da modelagem tridimensional (física ou digital).

Gregotti (1972) explica que durante o projeto as representações gráficas relacionam-se a 2 (dois) modos segundo a operação projetual: o primeiro seria a conceituação e a resolução da imagem do edifício, representadas pelos chamados desenhos de concepção: tipo de registro gráfico que, nascendo de um processo, rápido ou lento, espontâneo ou elaborado, mesmo quando executados com o auxílio de instrumentos, acham-se, num sentido mais geral, pouco ligados a técnicas rígidas ou convenções; o segundo modo seria a comunicação formal por meio de um conjunto de símbolos e códigos predeterminados, representada pelo desenho codificado: registro gráfico executado, em geral, com o auxílio de instrumentos

com um certo compromisso de fidelidade ilustrativa e com rigor geométrico e dimensional. É um tipo de registro que faz uso intenso dos recursos da geometria descritiva e projetiva, de códigos e convenções para a transposição de três para duas dimensões e possibilitar uma correta compreensão do projeto e sua documentação.

No primeiro modo do processo projetual classificados como desenhos de concepção teríamos aqueles que envolvem o nascimento e o desenvolvimento inicial da ideia espacial como, por exemplo, os croquis (ou notações gráficas). Já no segundo momento, durante a comunicação formal da ideia do projeto, os desenhos codificados ganhariam mais importância e seriam os mais necessários durante esta fase. No caso do Brasil, a normatização dos desenhos é especificada pela NBR 6492/1994.

Esta norma também especifica o uso diferenciado de cada classificação de desenho em relação às fases do processo projetual[3]. Os desenhos de concepção estariam presentes nas fases iniciais, nas etapas chamadas croqui e no estudo preliminar. Já os codificados podem estar presentes no estudo preliminar, inclusive, e, principalmente até a fase final. Para cada fase há a indicação do tipo de suporte, meio e técnica mais adequados. Vale ressaltar que, atualmente, com a complexidade cada vez maior do processo projetual, há uma tendência de hibridismo de representação (gráfica e de modelagem, manual e digital) que pode estar presente durante todo o processo, inclusive nas fases embrionárias do projeto (LEGGITT, 2002).

Em termos da fundamentação teórica do desenho no campo da Arquitetura, em relação às etapas do processo projetual, Graves (2005) classifica o desenho, segundo a intenção, em 3 (três) tipos:

1. Desenho referencial: predominância da liberdade, da expressividade, da experimentação e da especulação; é o registro de ideias, de fatos observados ou imaginados; fragmentário por natureza; não há necessariamente um objetivo, a priori, a ser alcançado.
2. Estudo preparatório: é o exame de questões inseridas no processo de investigação; de natureza experimental, envolve a testagem de hipóteses com um objetivo a ser alcançado; configura um processo investigativo não linear.
3. Desenho definitivo: enquanto nos tipos anteriores o desenho encontra-se no nível da concepção, neste, a investigação objetiva a compreensão tridimensional e construtiva do objeto finalizado; o desenho coloca-se como um instrumento de respostas às perguntas feitas nas etapas precedentes.

Fraser & Henmi (1994) propõem, por sua vez, 5 (cinco) tipos básicos de desenho:

1. Referencial: definição mais restrita daquela sugerida por Graves (2005). Refere-se às pequenas ilustrações que podem ou não ter vinculação direta com o projeto.
2. Diagramático: caracterizado pela abstração ou particularização de um determinado aspecto: fluxos, setores, operacional, dentre outros.
3. Desenho de concepção: desenhos de estudo com certo rigor geométrico e dimensional em que se reconhecem as demandas e as condicionantes do projeto e se especulam possíveis soluções.

[3] Segundo a NBR 6492/1994, as fases do projeto de Arquitetura são: croquis (apesar da Norma não indicá-lo nas fases, ela o cita durante o processo de projeto); estudo preliminar; anteprojeto; projeto executivo; e, por fim, projeto como construído (Nota dos Autores).

4. Desenho de apresentação: desenho de comunicação que apresenta formalmente uma resolução de projeto nas suas diferentes etapas de evolução e visualização.
5. Visionário: desenho em que se aplica todos os recursos da técnica e da imaginação para se obter uma visão não convencional do espaço construído.

Seja nomeada como desenho de concepção (GREGOTTI, 1972), seja como desenho referencial (GRAVES, 2005), seja como desenho referencial ou diagramático (FRASER & HENMI, 1994), a notação gráfica, também chamada de croquis, desenho referencial, esquemas, diagramas, esboços, etc., é um tipo de registro de natureza especulativa que pode combinar pequenas ilustrações e esquemas gráficos de natureza variada, palavras e anotações, números e cálculos, além de riscos e marcas pessoais, de maneira livre, executada de forma precisa, sintética e rápida (YEE, 1997; CHING & JUROSZEK, 2010).

Paul Laseau (1980) argumenta que esta representação abre caminho para o inesperado e para a descoberta. Cada desenho representa uma realidade única que pode ser vista, avaliada e transformada. Mesmo se descartada, a notação gráfica estimulará a mente e posto em movimento a formação de outros conceitos e outros desenhos.

Apoiados nesse pensamento, propomos uma aula externa aos alunos da disciplina de Projeto I (4º período da graduação em Arquitetura e Urbanismo) de modo a vivenciarem in *loco* um edifício paradigmático da arquitetura residencial unifamiliar (atual Instituto Moreira Salles, RJ), de modo a consolidarem aspectos teóricos abordados em sala de aula (morfologia, funcionalidade e conforto ambiental). Os alunos foram orientados a levarem caderno de croquis e material de livre escolha para a execução de suas notações gráficas.

6 Instituto Moreira Salles (RJ): história, funcionalidade e conforto ambiental.

Projetada por Olavo Redig de Campos (1948-1951), a casa do embaixador Walther Moreira Salles (hoje sede do IMS RJ) situa-se no alto do bairro da Gávea, emoldurada pela exuberante mata atlântica, sendo um autêntico palacete de linguagem modernista.

Organizada em torno a um pátio interno, referenciando-se às luxuosas villas pompeanas da antiga Roma, a residência apresenta um contraste formal entre o classicismo italiano do arquiteto e a organicidade paisagística de Roberto Burle Marx, autor do projeto de paisagismo (Figuras 1, 2 e 3).

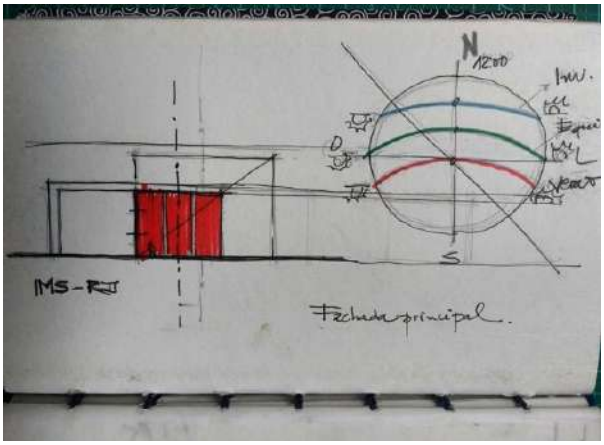


Figura 1 – Notações gráficas de aula do IMS RJ.
Fonte: REIS-ALVES, 2018 e 2019.

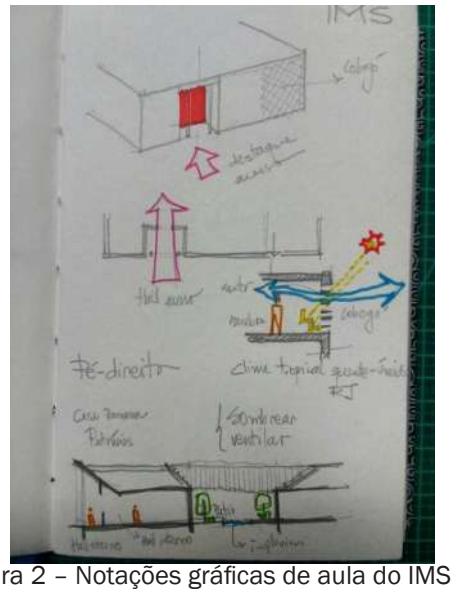


Figura 2 – Notações gráficas de aula do IMS RJ.
Fonte: REIS-ALVES, 2018 e 2019.

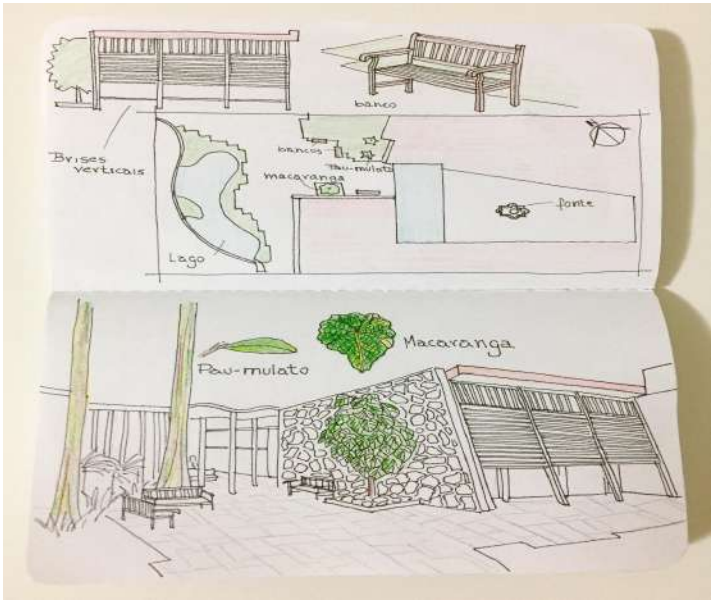


Figura 3 – Jardins de Burle Marx no IMS RJ.
Fonte: VASQUES, 2019.

Além dos ambientes convencionais e setores (social, íntimo e serviço) de uma residência, o programa de necessidades necessitava muitos ambientes para os numerosos encontros sociais e profissionais do embaixador.

O acesso principal é deslocado assimetricamente e destacado por seu volume retraído e emoldurado por 2 (dois) pilotis revestidos em mármore branco como figuras sobre um fundo na cor vermelho terroso, inspirado na Vila dos mistérios em Pompeia. O piso revestido em mármore italiano Rosso Verona e Botticino compõe um desenho geométrico losangular que adentra no interior pelo hall e circulação social (Figuras 1 e 2).

Ao lado esquerdo da planta (Figura 4), encontra-se todo o setor de serviços. Do lado direito, o setor social pode ser subdividido em ambientes de trabalho e de receber. No quadrante superior da planta baixa, tem-se o setor íntimo.

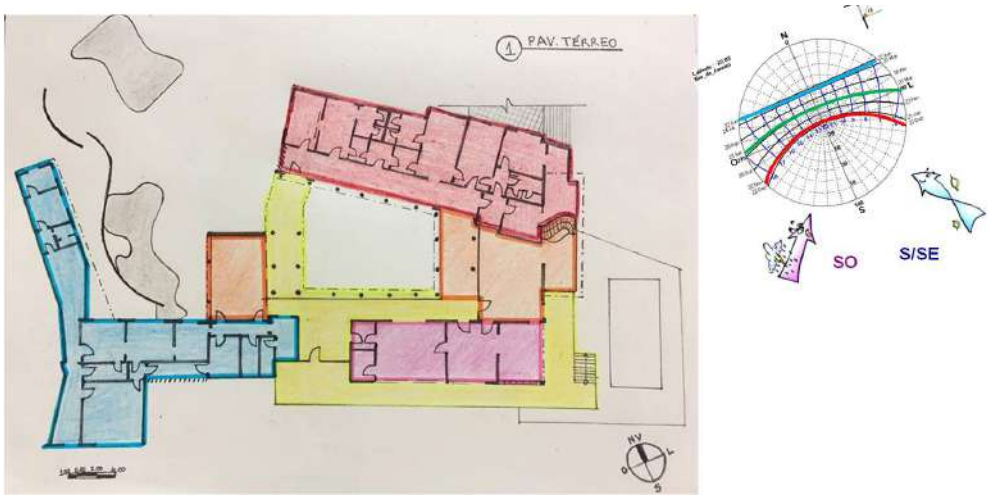


Figura 4 – Planta baixa setorizada do IMS Rio, análise da carta solar e incidência dos ventos da cidade. Fonte: VASQUES, 2019.
Legenda dos setores: perímetro amarelo – hall e circulações; perímetro azul – setor de serviços; perímetro laranja – setor social (receber); perímetro rosa – setor social (trabalhar) e perímetro vermelho – setor íntimo.

Podemos caracterizar o clima da cidade do Rio de Janeiro como tropical quente-úmido que apresenta 2 (duas) estações principais: o verão e o inverno. O período das chuvas é indefinido com maiores precipitações no verão. Pequenas variações de temperatura ocorrem durante o dia e a noite. Os quadrantes solares que mais recebem radiação solar direta são o Nordeste, Norte e Noroeste. Em geral, os dias são quentes e úmidos e durante as noites, a temperatura é mais amena com umidade elevada. Há um alto teor de umidade relativa do ar que gera uma intensa radiação difusa. As nuvens atenuam a radiação solar direta. Por essa razão, há a predominância de céu parcial a totalmente encoberto onde a cor varia de azul claro a branco. Os ventos são fracos com direção dominante a sudeste e o tempestuoso sudoeste (BUSTOS ROMERO, 2000; CORBELLA & YANNAS, 2003).

As principais estratégias bioclimáticas para o alcance do conforto neste tipo climático são: o sombreamento, a ventilação (diminuição da temperatura quando alta, retirada da umidade excessiva e higienização), o não aumento da umidificação e a seleção da luz natural (NBR 15220/2003; REIS-ALVES, 2006; LAMBERTS *et al*, 2014).

O setor íntimo tem sua fachada externa orientada para o nordeste. As suas aberturas voltam-se para o Rio Rainha que flui atrás da edificação, criando uma ambiência acústica singular. Esta fachada capta a luz solar matinal em quase todas as estações do ano, o que se mostra ser muito positivo em termos de uso para os quartos, pois as temperaturas são mais baixas e a luz direta solar é usufruída para higienização e iluminação natural.

No setor social (trabalho), sua fachada principal externa volta-se para o sudoeste. Neste quadrante, as árvores altas servem tanto como uma barreira de mascaramento acústico para os carros que transitam pelas vias adjacentes, como também servem como proteção do vento tempestuoso, além do bloqueio da luz solar direta intensa no verão.

Visando preservar a parte íntima da casa, Redig protegeu a fachada interna (SO) com *brises-soleil* verticais móveis que controlam tanto a incidência solar na circulação íntima como a sua visibilidade aos olhos de visitantes e empregados. No setor social, as vedações

envidraçadas ou vazadas parcialmente por rótulas e venezianas[4] permitem a permeabilidade, muito propício a um lugar de eventos sociais como as festas.

A tipologia arquitetônica de edificação com pátio interno propicia um aumento de áreas de fachadas (criação de fachadas internas) e juntamente com os tipos de vedações e adoção de grandes pés-direito permitem que a residência Moreira Salles seja permeável aos ventos, o que contribui positivamente na sua regulação higrotérmica, estratégia bioclimática essencial no clima tropical quente e úmido aliada ao sombreamento e a seleção da luz natural (REIS-ALVES, 2006).

A água é um elemento muito presente na criação da ambiência do IMS, surgindo na fonte do pátio, na piscina do jardim e no espelho d'água da sala de jantar, arrematado por um mural sinuoso de azulejos, autoria de Burle Marx (Figuras 5 e 6). Apesar de sua presença constante, as suas localizações provavelmente não incrementam o índice de umidade relativa do ar, pois estão fora da incidência dos ventos dominantes.

7 As notações gráficas na aula externa.

Atualmente, em razão do acesso e facilidade do uso de aparelhos eletrônicos de múltiplas funções, no caso aparelhos telefônicos celulares, que também podem registrar imagens (fotográficas ou vídeos), muitas vezes nos leva a não apreciar adequadamente o momento vivido e experienciado ao visitarmos uma edificação paradigmática ou uma exposição, por exemplos. Ficamos tentados a registrar as imagens para que elas nos sirvam como uma memória externa, capazes de nos relembrar das experiências passadas. Elas podem nos ser muito úteis em algumas situações, mas não quando utilizadas unicamente como registro para o estudo *a posteriori* de uma aula externa.

Como orientação didática para a aula externa, antecipadamente propusemos o uso exclusivo da observação (perceptiva em seus variados estímulos) e do registro gráfico ao utilizar o caderno de croquis. Em termos específicos do registro gráfico, excluímos também a busca pelo desenho dito 'realístico' (o que além de não ser o nosso objetivo, poderia inibir o discente face a uma maior ou menor capacidade representacional/técnica). As notações gráficas foram usadas para que cada aluno pudesse experimentar sua capacidade de observação, seleção, expressividade e experimentação gráfica.

Com o auxílio da planta baixa impressa da residência, pudemos visitar cada setor e vivenciá-lo, comparando e refletindo sobre os conhecimentos teóricos debatidos em sala de aula (funcionalidade, forma e conforto ambiental) com a nossa experiência espacial *in loco*. Ao explicar a residência e convidando os alunos a observarem e experimentarem o espaço arquitetônico, o docente também utilizou e exemplificou o uso das notações gráficas na visita. Essa postura auxiliou e estimulou os discentes a desinibirem-se e a executarem a prática, pois durante todo o tempo foi destacado que as notações gráficas não objetivam um desenho realista, 'bonito', mas sim para servir como um instrumento de registro, análise e construção de um caderno de memórias vividas e experienciadas.

[4] Redig de Campos referencia-se nos ensinamentos de Lúcio Costa ao utilizar esses elementos de vedação, mas adaptando-os a um vocabulário mais luxuoso (Nota dos Autores, 2019).

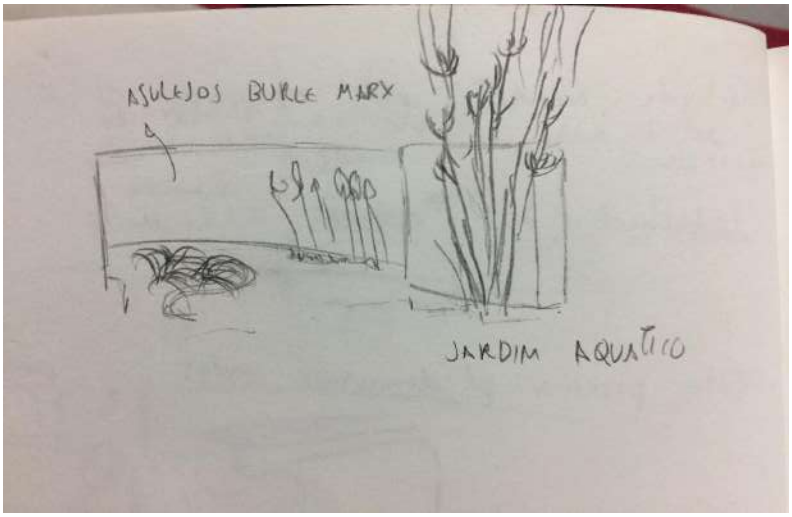


Figura 5 – Notações gráficas de aula. Área externa e jardim aquático do IMS RJ.
Fonte: aluno Robson de Oliveira Filho e VASQUES, respectivamente, 2019.

Figura 6 – Notações gráficas de aula. Área externa e jardim aquático do IMS RJ.
Fonte: aluno Robson de Oliveira Filho e VASQUES, respectivamente, 2019.

A relação entre a notação gráfica, a experiência espacial *in loco* e o ato de desenhar do professor foi muito importante para o alcance do objetivo da aula. Era essencial a experiência corporal em seus diferentes estímulos sensoriais, retirando assim a supremacia da análise visual do edifício. Inicialmente os discentes mostraram-se um pouco inibidos para desenhar. Contudo, a perseverança e o exemplo do próprio docente ao desenhar durante toda a aula acabou por estimular todos os alunos (Figuras 7 e 8).

As notações gráficas utilizam-se de meios variados de modos de representação gráfica: plantas baixas, cortes, elevações do todo edificado ou de suas partes, e também de pequenas marcas pessoais e textos. Elas não são um produto acabado; podem ser revisitadas, alteradas ao longo do tempo conforme as intencionalidades de cada um (Figuras 9 e 10).

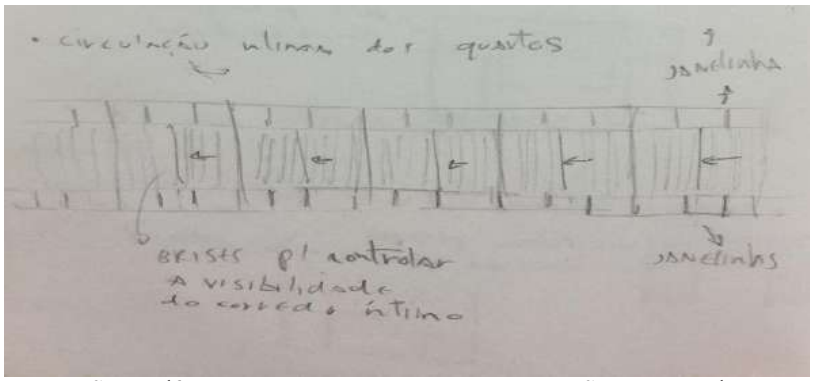


Figura 7 – Notações gráficas de aula. Esquadrias da circulação do setor íntimo do IMS RJ.
Fonte: aluno Robson de Oliveira Filho e REIS-ALVES, 2019.

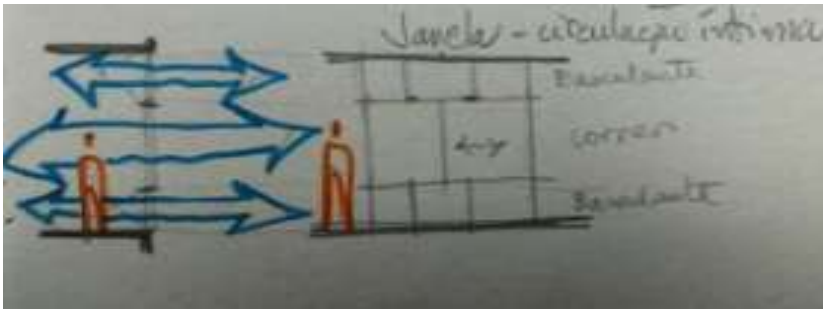


Figura 8 – Notações gráficas de aula. Esquadrias da circulação do setor íntimo do IMS RJ.
Fonte: aluno Robson de Oliveira Filho e REIS-ALVES, 2019.

Ao término da aula, a grande maioria dos alunos afirmou que apesar de já terem tido uma aula externa no edifício do IMS RJ em outra disciplina em semestres anteriores, a experiência aqui relatada, ou seja, 'apenas' observar e desenhar, permitiu uma nova vivência e descobertas do edifício em si, mas, principalmente, de novas formas de estudo, análise e experimentações.

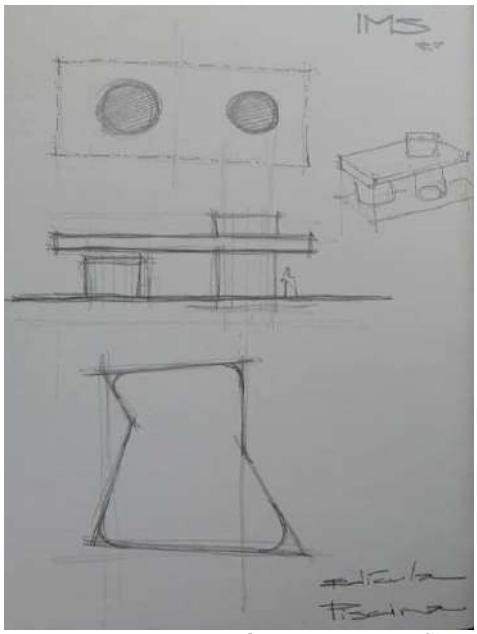


Figura 9 – Notações gráficas de aula. Estudo de morfologia, setorização e conforto ambiental do IMS RJ.
Fonte: alunos Yuri Mafra e Robson de Oliveira Filho, 2018.

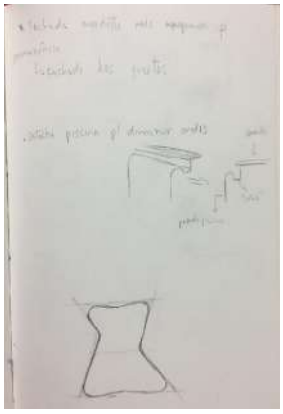


Figura 10 – Notações gráficas de aula. Estudo de morfologia, setorização e conforto ambiental do IMS RJ.
Fonte: alunos Yuri Mafra e Robson de Oliveira Filho, 2019.

Nas aulas em sala que se seguiram até a finalização do período, alguns alunos relataram que a partir da experiência vivida na aula externa do IMS RJ, começaram a adotar a prática do uso das notações gráficas em suas visitas e viagens pessoais.

Figura 11 – Alunos desenhando, professor desenhando, turma reunida.
Fonte: Acervo dos Autores, 2018 e 2019.

Figura 12 – Alunos desenhando, professor desenhando, turma reunida.
Fonte: Acervo dos Autores, 2018 e 2019.

Figura 13 – Alunos desenhando, professor desenhando, turma reunida.
Fonte: Acervo dos Autores, 2018 e 2019.

8 Conclusão

O objetivo principal deste artigo foi o estudo das notações gráficas como instrumento de registro, estudo e construção de repertório arquitetônico a ser utilizado por graduandos de Arquitetura na disciplina de Projeto de Arquitetura I da UFRRJ. A partir de estudos teóricos sobre funcionalidade e conforto ambiental na arquitetura residencial iniciados em sala de aula e vivenciado *in loco* como aula externa, objetivamos a expansão e a consolidação desses conhecimentos ao utilizar somente a observação e as notações gráficas do objeto arquitetônico, não fazendo o uso do registro fotográfico.

Ching & Juroszek (2010) afirmam que desenhar é o processo de representar algo percebido ou imaginado por meio dos elementos gráficos em uma superfície planificada. Na Arquitetura, o desenho é o principal meio pelo qual organizamos e expressamos os nossos pensamentos não somente visuais, mas sensoriais. Devemos considerar o desenho como uma expressão artística e, no caso específico das notações gráficas, como uma ferramenta para o registro, análise e construção do repertório arquitetônico.

Agradecimentos

Agradecemos à equipe do Instituto Moreira Salles RJ pela disponibilidade e acolhimento.

Referências

ARNHEIM, Rudolf. **Sketching and the psychology of design**. USA: The MIT Press, 1994. 194p., il.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492/1994.** Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro, 1994. 27p.

_____. **NBR 15220/2003 (Versão corrigida: 2008).** Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2008. 66p.

BAKER, Geoffrey H.. **Le Corbusier: uma análise da forma**. 2 ed. Rio de Jâneiro: Martins Fontes, 1998 (edição original ?). 400 p., il.

BROADBENT, Geoffrey. **Design in Architecture.** UK: Spon Press, 1990. 544 p., il.

BUSTOS ROMERO, Marta. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** 2 ed. São Paulo: ProEditores, 2000. 128 p., il.

CHING, Francis D. K. & ECKLER, J. F.. **Introdução à Arquitetura**. São Paulo: Bookman, 2014 (edição original 2013). 432 p., il.

CHING, Francis D. K. & JUROSZEK, Steven P.. **Desenho para arquitetos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012 (edição original 2010). 413 p., il.

CORBELLA, Oscar & YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável nos trópicos.** Rio de Janeiro: Revan, 2003. 287 p., il.

FRASER, Iain & HENMI, Rod. **Envisioning Architecture. An analysis of drawing**. USA: John Wiley & Sons INC, 1994. 194 p., il.

GRAVES, Michael. **The necessity for drawing**. Rio de Janeiro: Princeton Architecture Press, 2016 (edição original 2005). 272 p., il.

GREGOTTI, Vittorio. **Território da Arquitetura**. 3 ed. Rio de Janeiro: Perspectiva, 2010 (edição original 1972). 192 p., il.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência energética na arquitetura.** 3 ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás/Procel, 2014. 366 p., il.

LASEAU, Paul. **Graphic thinking for architects and designers**. 3 rd. USA: John Wiley Sons INC, 2000 (edição original 1980). 256 p., il.

LEGGITT, Jim. **Desenho de Arquitetura: atalhos que usam a tecnologia.** Porto Alegre: Bookman, 2004 (edição original 2002). 208 p., il.

REIS-ALVES, Luiz Augusto dos. **O pátio interno escolar como lugar simbólico. Um estudo sobre a interrelação de variáveis subjetivas e objetivas do conforto ambiental.** 2006. 393p. (Doutorado em Arquitetura) – FAU, UFRJ.

SAINZ, Jorge. **El dibujo de arquitectura**. España: Editorial Reverte, 2005. 256 p., il.

YEE, Rendow. **Desenho arquitetônico. Um compêndio visual de tipos e métodos**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009 (edição original 1997). 780 p., il.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ENSINO DE FERRAMENTAS PARAMÉTRICAS EM ARQUITETURA: UM EXPERIMENTO DIDÁTICO

ALMEIDA, Caio Augusto Rabite de[1],
BRANDÃO, Guilherme Valle Loures[2]
SOUZA, Jaqueline Leite[3]

Resumo

Este artigo tem como objetivo discutir a temática do ensino de ferramentas computacionais e desenho paramétrico realizados em uma experiência didática nos cursos de arquitetura e urbanismo e engenharia das faculdades Facsum e FJF, feita em um período de curso intensivo de modelagem digital aplicada à projetos de arquitetura. A proposta de ensino teve como premissa a formação de conceitos espaciais em conjunto com a interdisciplinaridade de conhecimentos oriundos de outras áreas como geometria, matemática, programação e linguagem visual. A abordagem prática deu-se através de exercícios e discussões sobre os processos feitos que pudessem traduzir-se em uma compreensão da mudança da lógica projetual que extrapolasse o mero uso da ferramenta. O trabalho apresenta as análises obtidas que possam contribuir para o entendimento de quais aprendizados podem ser relevantes para uma melhor transmissão das competências ligadas a estas práticas, bem como da exploração de suas principais potencialidades e dificuldades.

Palavras-chave: Design paramétrico; Processo de projeto; Arquitetura.

Abstract

This paper aims to discuss the teaching of computational tools and parametric design conducted in a didactic experience in Facsum and FJF Faculties architecture and engineering courses, done during a period of intensive digital modeling applied to architectural design. The teaching proposal was premised on the formation of spatial concepts associated with the interdisciplinarity knowledge from other areas such as geometry, mathematics, programming and visual language. The practical approach was through exercises and discussions about the processes that could translate into understanding of the change in design logic that went beyond the mere use of the tool. Thus, this work presents the analyzes obtained that can contribute to the understanding which learning may be relevant for a better transmission of skills linked to these practices, as well as exploring its main potentials and difficulties.

Keywords: Parametric Design; Design Process; Architecture.

[1] Universidade Federal de Minas Gerais; caioaugusto.arq@gmail.com
[2] Faculdade do Sudeste Mineiro - FACSUM; guilherme.loures@engenharia.ufjf.br
[3] Universidade Federal de Juiz de Fora; jaquelineleite.arq@gmail.com

1 Introdução

De acordo com Rozestraten (2004), a modelagem tridimensional sempre esteve integrada como um recurso indispensável de projeto ao longo da história da produção arquitetônica, que tinha como pretensão ultrapassar estilos, modismos e modelos prévios em prol de novas soluções espaciais e construtivas, podendo citar como exemplos Brunelleschi (séc. XV) e Michelangelo (séc. XVI) no Renascimento com a descoberta e codificação da perspectiva linear, até os pintores Gerrit Rietiveld e Moholy-Nagy nos anos 20 e o grupo de arquitetos ingleses Archigram entre os anos 50 e 70. Estes casos ilustram como a aplicação criativa de modelos que se utilizaram ou transformaram métodos de projeto com a tecnologia disponível em determinado momento podem ser determinantes na transformação e representação de conceitos.

Com o advento dos computadores ligados a elaboração de projetos, surge a tecnologia CAD (*computer aided design* - desenho assistido por computador), voltada inicialmente para a criação da linguagem de controle numérico padronizado na década de 50 em fábricas e indústrias (VIEIRA, 2007).

Já na década de 1980, há uma popularização do computador pessoal. A disseminação de programas de modelagem geométrica tridimensional (pacotes CAD), que tornaram possíveis as produções de "maquetes eletrônicas" que passaram a ser adotadas pelos arquitetos gradualmente como forma de avaliação e representação do projeto arquitetônico. Nos anos 90, os primeiros softwares com tecnologia paramétrica associada começam a ser introduzidos, trazendo como seu principal conceito, evitar o retrabalho e criar modelos contendo carga de informação.

O uso de *softwares* de modelagem digital abriu novas fronteiras na exploração de formas arquitetônicas, o processo de design computacional integra a concepção e a produção nos estágios iniciais de um projeto. Nesse aspecto, Kolarevic (2000) destaca que o design de arquitetura muda para "encontrar uma forma", em vez de "fazer a forma". Isso sugere a rejeição da solução fixa e abre possibilidades de variáveis infinitas de exploração de projeto que respondem a parâmetros contextuais ou funcionais complexos.

Nos últimos anos segundo Romcy et al (2015), educadores e pesquisas começaram a abordar a necessidade de se integrar o projeto digital ao ensino de arquitetura, com uma investigação de diferentes abordagens pedagógicas para o problema. A observação de casos práticos tem demonstrado que algumas escolas no Brasil e América Latina estão começando apenas recentemente a introduzir o ensino de *softwares* de natureza paramétrica e fabricação digital em suas matrizes curriculares (ROMCY ET AL, 2019). Entretanto grande parte destes estudos demonstram que as motivações geralmente são motivadas por agentes digitais individuais, quando comparadas a um programa pedagógico mais amplo (OXMAN, 2008) o que remete certa limitação quanto ao tema.

Apesar de alguns esforços localizados no Brasil, são muitos os cursos em que o ensino de ferramentas digitais em arquitetura visa atender apenas as demandas do mercado, sem o desenvolvimento de um raciocínio crítico. Acrescenta-se ainda que os estudantes costumam apresentar um conhecimento prévio apenas com meios de representação em desenho e CAD tradicional, onde o foco é a representação da forma final feita através de uma descrição geométrica, contrastando com o método paramétrico, que se dá através de uma represen-

tação processual prévia, em que a forma é resultado desse processo. A questão essencial é que essas ferramentas nem sempre são introduzidos em conjunto a uma reflexão teórica e projetual e acabam sendo pensados como ferramenta, e não como meio (ROCHA,2009).

O desafio é então a transmissão de uma abordagem pedagógica que tente ir além da capacitação de um software específico, mas sim uma compreensão do processo como visão sistêmica e holística baseada em relações e suas consequências. Sendo assim, esse artigo descreve uma experiência didática de ensino e qual o grau de percepção e assimilação que os participantes tiveram durante e após a prática no desenvolvimento de modelos arquitetônicos realizados em interfaces de desenho paramétrico.

Este trabalho pretende, assim, demonstrar que estes novos recursos precisam ser inseridos dentro do ensino prático e teórico de arquitetura, com relevância não somente em promover novas reflexões e possibilidades do ponto de vista do meio de se projetar, mas também em como associar estes recursos a aspectos diversos que podem ser inseridos em um ambiente digital.

2 Metodologia

A metodologia teve dois objetivos a serem levados em conta nos procedimentos adotados: primeiro, demonstrar que a tecnologia e mídia digital podem ser utilizadas como um importante instrumento pedagógico para estimular a experimentação e instaurar o conhecimento teórico necessário à prática projetual; segundo, demonstrar que, no processo de concepção de projetos mediados pela tecnologia, as transformações que ocorrem não implicam apenas em uma mudança técnico instrumental, mas repercutem na estrutura da forma e do programa da arquitetura proposta.

Segundo Fischer e Herr (2001), os campos educacionais relacionados ao ensino de designs emergentes carecem de metodologias aplicáveis, experiências de ensino e materiais de estudo introdutórios. O ensino de design generativo lida com aplicações técnicas, e tratam sobre o processo em contraponto ao resultado.

Portanto, este artigo pretende contribuir com algumas reflexões sobre o ensino de métodos computacionais de design e abordagens criativas para fins arquitetônicos, com o intuito de descrever e discutir sobre a exploração desenvolvida.

A experiência didática desenvolvida teve como diretrizes três etapas:

(1) introdução teórico-conceitual: compreendeu a etapa de apresentação dos assuntos relacionados à modelagem algorítmica em arquitetura através de uma apresentação aos alunos por meio de um seminário interno. As abordagens centraram-se nas primitivas da forma através de referências geométricas, tipos de dados presentes e condicionantes simples em programação, diferença entre vetores e planos, malhas e superfícies para demonstrar a utilidade desses saberes para a melhor compreensão do assunto tratado.

(2) Lógica de abstração e modelagem algorítmico paramétrica – seleção e introdução ao *software* de modelagem em Rhinoceros® e de seu plug-in Grasshopper®, apresentando suas principais características e manipulação dos *scripts*, com o intuito de familiarizá-los com a temática e da importância do entendimento dos processos na obtenção do volume pretendidos, tendo em vista a abstração e a modelagem da forma de diferentes modelos

icônicos, enriquecendo o repertório de propostas e agregando novos conhecimentos aos estudantes. A justificativa da escolha destas ferramentas foi a possibilidade de se trabalhar com algoritmos através de técnicas de modelagem associativa por meio de *scriptings* visuais ou linguagem de programação visual (LPV). Esta linguagem, conforme Khabazi (2010), permite a construção de geometrias da forma pela conexão entre parâmetros e componentes, os elementos compositivos são representados por caixas com conectores dos dois lados, com funções de entrada/saída de dados (Figura 1-) para que uma determinada informação seja introduzida, transformada e devolvida ao sistema, podendo servir de fonte para uma nova ação. Com o modelo parametrizado é possível então gerar inúmeras variações (Figura 2) por meio de alterações nos parâmetros.

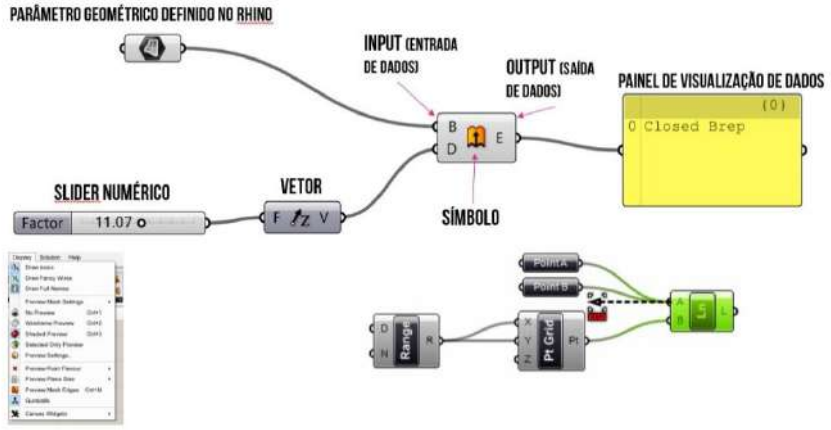


Figura 1 – Interface gráfica demonstrando os componentes e conectores do plug-in Grasshopper.
Fonte: elaboração própria.

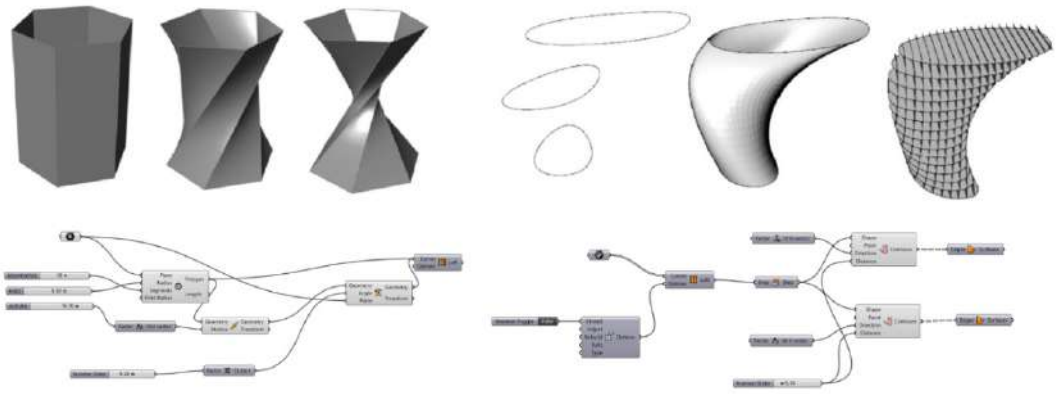


Figura 2 – Criação e manipulação de formas usando o plugin Grasshopper para Rhinoceros.
Fonte: elaboração própria.

(3) Trabalho final: elaboração de um projeto referência com base nos ensinamentos passados e retorno das principais dificuldades encontradas durante o curso pelos participantes, no qual responderam a questionamentos sobre se pretendiam utilizar novamente os conhecimentos adquiridos e quais foram as maiores dificuldades encontradas durante o aprendizado. O curso teve um total de 26 alunos, sendo realizado em um período de 3 dias, e os participantes foram orientados a responderam a apenas uma das alternativas propostas no questionário de avaliação do método.

Dessa forma o método didático proposto, que teve como início a introdução dos alunos aos conceitos pertinentes a modelagem digital, foi realizado através da apresentação aos recursos de modelagem, da decomposição e criação de formas e teve como finalidade a produção de uma tarefa de projeto a ser desenvolvida pelos próprios alunos (Figuras 3 e 4.).

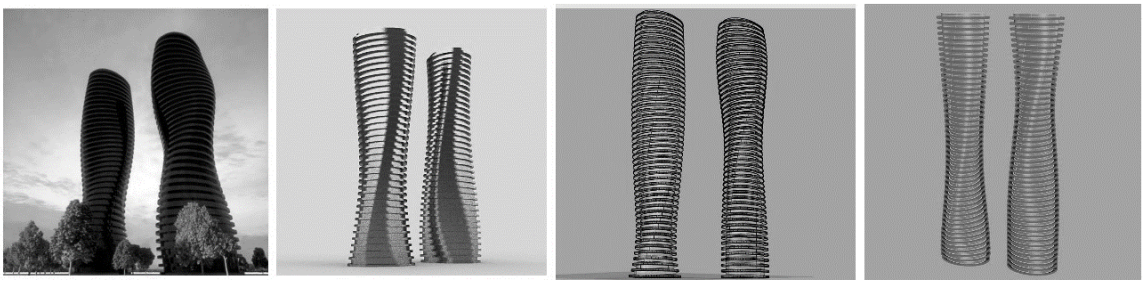


Figura 3 – Modelos digitais para a reprodução dos edifícios Absolute Towers, de autoria do escritório MAD.
Fonte: produção realizada pelos alunos do curso.

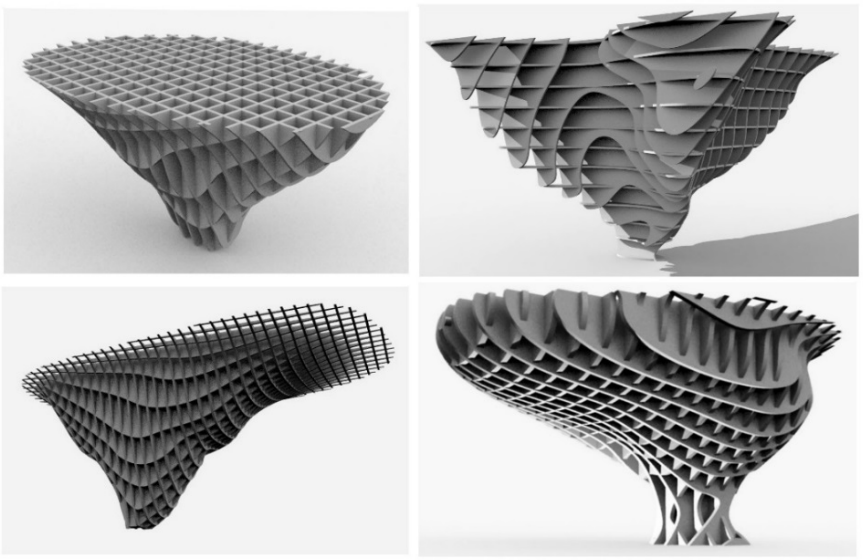


Figura 4 – Representação de modelos digitais sob a técnica de seccionamento.
Fonte: produção realizada pelos alunos do curso.

Um dos fatores que levaram a esse novo interesse pelo projeto baseado em regras é a possibilidade de implementação dessas regras em computador. A introdução do computador no processo de projeto tornou possível o aumento da complexidade formal dos projetos arquitetônicos. Por meio do uso do computador para a aplicação sucessiva de regras é possível obter formas cuja complexidade vai além das capacidades de representação espacial organizadas em uma lógica cartesiana tradicional.

Com caráter essencialmente teórico, a primeira fase da abordagem proposta, demonstrou ter pertinência já que, de uma maneira geral, os estudantes tendem a propor formas atípicas, mas com pouco conhecimento acerca dos processos geométricos e da possibilidade tectônica empregada. Por se tratar de um curso de curta duração, o experimento didático teve como principal diretriz a compreensão da lógica paramétrica e das relações que possam repercutir na geração do modelo final, com a aplicação de exercícios que permitissem uma compreensão rápida da ferramenta e a consecutiva coleta de dados com os participantes.

Ademais, as abordagens que foram passadas tiveram como intuito a possibilidade de que cada aluno pudesse propor novas possibilidades criativas estimulando a interpretação de códigos de maneira aberta, através das manipulações e substituições de determinados parâmetros geradores da forma.

3 Discussão e resultados

Um dos efeitos positivos da parametrização é que esta possibilita a busca mais eficiente por soluções de projeto adaptadas ao contexto, permite a descoberta de novas formas e maneiras de construir formas, pode reduzir o tempo e esforço necessários para realizar modificações e colabora na melhor compreensão da estrutura conceitual do objeto que está sendo projetado. Como consequências negativas do uso da parametrização associativa podem ser citadas a necessidade de maior empenho por parte do projetista para sua implementação, o aumento da complexidade das tomadas de decisões em situações locais do projeto e a ampliação do número de variáveis que devem ser trabalhadas durante uma tarefa.

Durante o andamento do programa estipulado no curso, observou-se um alto grau de dificuldade de entendimento por parte dos alunos, mesmo com um desenvolvimento de um método de aprendizado que se iniciou com elementos básicos, utilizando-se em grande parte de formas simples. Pode-se notar que muitos alunos não apresentaram entendimento completo do espaço abstrato, apesar da utilização de interfaces mais intuitivas e da visualização em três dimensões, como proporcionada pelo software *Rhinoceros* e seu *plugin Grasshopper,* conforme demonstrado no gráfico da Figura 5.

Embora existisse o reconhecimento sobre a dificuldade de assimilação, principalmente no que tange aos comandos e à prática transmitida nas aulas em decorrência do tempo e volume de informações passadas, as análises dos trabalhos finais apresentados pelos alunos demonstraram uma melhoria significativa no esforço da compreensão do método, destacando-se trabalhos que fizeram uso de outros plug-ins dentro da plataforma sugerida ou a interoperabilidade com outros softwares de modelagem e representação gráfica.

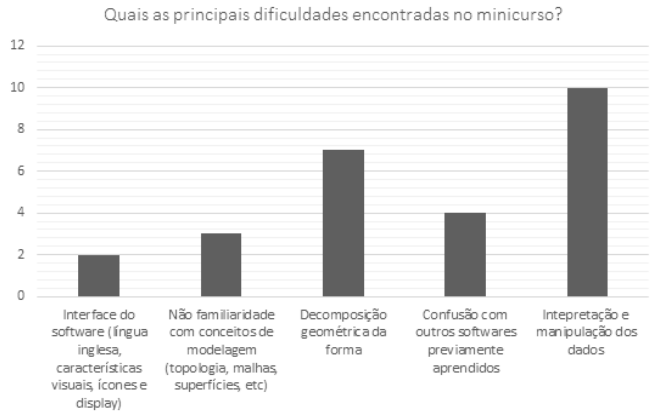


Figura 5 – Gráfico sobre questionário final de utilização dos conteúdos desenvolvidos no minicurso em outras disciplinas da faculdade.
Fonte: elaboração própria.

Pode-se observar também que grande parte dos estudantes demonstrou interesse em continuar pesquisando e se aprimorando após a conclusão da disciplina, conforme gráfico

resultante de um retorno de questionário rápido (Figura 6) utilizando as ferramentas apresentadas em projetos e disciplinas futuras.

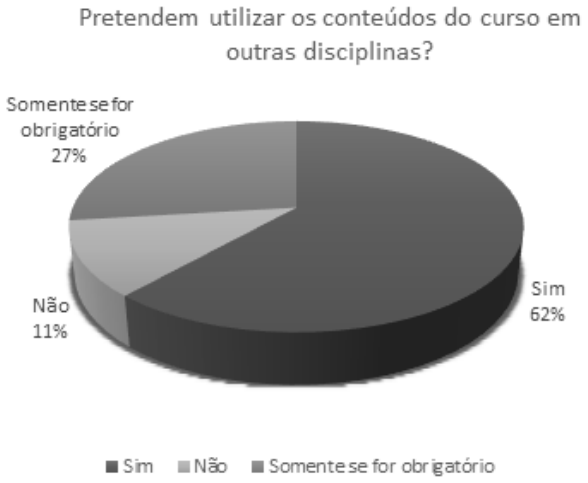


Figura 6 – Gráfico sobre questionário final de utilização dos conteúdos desenvolvidos no minicurso em outras disciplinas da faculdade.
Fonte: elaboração própria.

A partir do trabalho desenvolvido, pode-se perceber que a implementação de lógica algorítmico paramétricas em processos de projeto, demanda certo grau de conhecimento de geometria e computação básicas, pois é a partir destes conhecimentos que se torna viável representar tanto algoritmicamente (definições do *Grasshopper*®) como visualmente a forma básica geradora de uma solução de projeto. O estudante, neste contexto, passa a compreender como a modificação de parâmetros e de regras de geração influenciam a forma final e como se dá a relação entre a lógica operacional e geometria.

Ou seja, foi possível perceber que alguns grupos exploraram o uso dos scripts e das descrições geométricas para estudo de massa e forma não somente visando a aspectos estéticos, mas também procurando considerar quesitos como desempenho térmico e análise de dados de Construtibilidade, como otimização da forma/estrutura.

A abordagem permitiu também suscitar questões de natureza didático-pedagógicas principalmente sobre as formas emergentes de se entender o ensino de representação e projeto, assim como o caráter de reciprocidade da prática do ensino como uma extensão da pesquisa e vice-versa.

4 Conclusões

Apesar de uma forte tendência do ensino de design estar focando cada vez mais em tratar questões interdisciplinares, culturais e conceituais, em vez da preocupação tradicional em relação a técnicas e requisitos de habilidades particulares, o design computacional e sua crescente gama de variedades ganham cada vez mais espaço e demanda e requerem exercícios e estudos mais aprofundados sobre as técnicas, tecnologias e metodologias empregadas. Em um primeiro momento isso pode restringir de certa forma o ensino de design computacional a abordagens que a princípio podem assemelhar-se a aspectos tradicionais, nos quais, pelo menos nos primeiros estágios de aprendizado, as habilidades possuem uma maior relevância sobre a aplicação. Isso pode ser compensado, em parte, com outras ma-

neiras de tratamento da didática, pedindo aos estudantes que desenvolvam sistemas paramétricos e generativos não informatizados, não fazendo exigências técnicas e sim uma compreensão sobre as características de um sistema paramétrico-generativo.

Observou-se que a necessidade de disciplinas que possam servir como base para a formação do aluno de arquitetura em relação a uma linguagem mais familiar às novas tecnologias é um fator de grande importância para a qualificação de futuros profissionais com as competências relacionadas a estas tendências de desenvolvimento e representação de projetos, que passam a exigir uma maior vinculação a outros campos de conhecimento inerentes aos fundamentos da forma e do próprio manuseio dos *softwares* que a desenvolvem, tais como programação, geometria, vocabulário de modelagem digital, matemática e propriedades dos materiais.

Por fim verifica-se a necessidade de introduzir a abordagem paramétrica no ensino para além de experimentos didáticos realizados de maneira isolada, passando a distribuí-los de maneira condizente com a estrutura curricular dos cursos de arquitetura e urbanismo, identificando as áreas de conhecimento em que o tema pode ser inserido. Contudo, o cenário nacional de ensino dessas competências não faz parte da grade curricular de muitas faculdades de ensino de arquitetura e urbanismo do país no presente momento.

Agradecimentos

A todos os alunos participantes do curso de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil da Faculdade do Sudeste Mineiro - FACSUM e Faculdade Juiz de Fora - FJF e à Professora e Coordenadora Fernanda Alvarenga Pomarico Loschi pelo convite e espaço para discussão de ideias.

Referências

FISCHER, Thomas.; HERR, Christiane. M. **Teaching generative design**, In: International Generative Art Conference, 4., 2001, Milão. Anais... Milão: Ed. SODDU, 2001.

KOLAREVIC, Branko. **Digital morphogenesis.** In: SIGraDi, 4., 2000, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.

KHABAZI, Zubin. **Generative Algorithms using Grasshopper.** [S.l.]: Zubin Mohamed Kahbazi, 2010.

OXMAN, R. Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. **Design Studies,** v. 29, n. 2, p. 99-120, 2008.

ROCHA, I. A. M. **Programa e projeto na era digital:** o ensino de projeto de arquitetura em ambientes virtuais interativos. 2009. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ROMCY, N.M.E.S.; TINOCO, M.B.M.; CARDOSO, D.R. Reflexões sobre a introdução da abordagem paramétrica no ensino de projeto. **V!RUS**, São Carlos, n. 11, 2015. Disponível em:<http://www.nomads.usp.br/virus/virus11/index.php?sec=4&item=2&lang=pt> Acesso em: 23 Jul. 2019.

ROMCY, N. M. E S.; CARDOSO, D. R. A introdução da abordagem paramétrica no ensino de projeto arquitetônico. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019018, 26 abr. 2019.

ROZESTRATEN, Artur Simões. Modelagem manual como instrumento de projeto. **Arquitextos**, São Paulo, ano 05, n. 049.04, Vitruvius, jun. 2004 Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp236.asp> Acesso em: 17 jul. 2019.

VIEIRA, Erica Pinheiro. **Produção digital de maquetes arquitetônicas:** um estudo exploratório. 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO E ANÁLISE DE DECISÕES PROJETUAIS EM ARQUITETURA

ALMEIDA, Caio Augusto Rabite de[1],
AMARAL, Wilian Daniel Henriques do[2]
SOUZA, Jaqueline Leite[3]

Resumo

Atualmente diversas tecnologias são incrementadas e implementadas, alterando fundamentalmente a maneira como criamos, desenvolvemos e interagimos com o ambiente construído como um todo. Nesse sentido, a realidade virtual vem sendo amplamente difundida na arquitetura devido à imersão em um universo gerado digitalmente ou a simulação de um projeto ainda não construído, permitindo agilizar processos e testar as soluções projetuais mais indicadas. Como produto da inserção de disciplinas que subsidiam a formação do aluno em relação às novas tecnologias, temos a qualificação de profissionais para atendimento às novas tendências projetuais e aplicação assertiva das competências desenvolvidas.

Palavras-chave: Realidade Virtual; Ensino de Projeto; Processo de Projeto; Ambiente Construído.

Abstract

Currently several technologies are developed and implemented, fundamentally changing the way on how we create, develop and interact with the built environment. In this sense, virtual reality has been widely diffused on architecture due a deep a digitally generated universe immersion or a project not yet built simulation, allowing quicker processes and testing on the most indicated design solutions. As a product of discipline insertions that subsidize student training in relation to new technologies, the professional qualification to meet the new design trends and assertive application of the developed skills is obtained.

Keywords: Virtual Reality; Design Teaching; Design Process; Built Environment.

[1] Universidade Federal de Minas Gerais; caioaugusto.arq@gmail.com
[2] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais; wilian.amaral@ifsudestemg.edu.br
[3] Universidade Federal de Juiz de Fora; jaquelineleite.arq@gmail.com

1 Introdução

De forma ampla, Realidade Virtual (Virtual Reality – VR) é uma ferramenta digital que transporta o usuário para um ambiente no qual não está fisicamente presente, mas em que recebe estímulos sensoriais que levam a sensação de presença real nestes espaços. Através de modelagem e simulação computacional, permite-se ao usuário interagir com um espaço tridimensional (3D) artificial, através de percepção visual e/ou de outros estímulos sensoriais.

A aplicação da VR imerge o usuário em um ambiente gerado artificialmente que simula a realidade através do uso de dispositivos que permitem a interatividade, como headsets, óculos, luvas e vestimentas que enviam e recebem informações. Em seu formato típico, o usuário tem acoplado à cabeça um par de óculos ou capacete com telas estereoscópicas que permitem a visualização de animações e simulações de um ambiente. (VIRTUAL REALITY, 2010)

A computação gráfica, a visão computacional e as interfaces do usuário permitem novos desafios formais e conceituais nos processos de criação. Embora o emprego do computador como instrumento de projeto esteja bastante difundido entre os escritórios de arquitetura, ainda restam inexploradas formas emergentes de representação e visualização como a VR e a Realidade Aumentada (Augmented Reality - AR), que podem auxiliar e modificar o modo de produção do ambiente construído.

Nas áreas de engenharia e arquitetura, as soluções de projeto e a visualização das propostas são essenciais para o entendimento das diversas etapas e desenvolvimento de novas soluções projetuais. A VR permite a visualização de elementos, gerando significativas evoluções que afetam todas as etapas de produção, desde a concepção até a materialização de interiores, edificações e na elaboração das cidades.

Rebelo et al (2011) afirmam que no campo da arquitetura a VR vem sendo aplicada para permitir a interação com ambientes virtuais internos e externos, com diferentes níveis de realismo. Nestes ambientes os usuários podem se mover livremente e, em alguns casos, realizar modificações como mudança de cores, iluminação e localização de mobiliário das mais diferentes escalas. Já no campo da ergonomia aplicada, a VR tem sido desenvolvida para o aumento da qualidade ambiental e do treinamento para o executor da tarefa, além do ganho geral para a qualidade dos produtos, ambiente e sistemas produtivos. (GRAVE et al, 2001, apud REBELO et al, 2011).

As ferramentas digitais de modelagem e análise possibilitam um maior controle sobre a criação e visualização de modelos complexos, nos quais o desenho à mão tem maior dificuldade e gasto de tempo em representar. Esse apontamento do tempo gasto em se desenvolver um trabalho no meio virtual é reduzido, além de permitir uma maior quantidade de informações potencialmente relevantes e sua comparação visual e em desempenho, especialmente em casos de projetos arquitetônicos e suas relações espaciais e ergonômicas (BORGART e KOCATURK, 2007).

Borsboom-van Beurden et al (2006) afirmam que o uso de modelos virtuais, em comparação ao uso de desenhos técnicos, pode contribuir para maior eficiência na comunicação de projetos. De acordo com os autores, os modelos virtuais têm maior ligação com a maneira que o ser humano percebe os objetos reais, tornando mais direta a identificação e o entendimento do objeto concebido. Para Cross (2007, p.33), designers e projetistas necessitam de

um meio no qual se “permita que ideias em processo de concepção possam ser expressas e das quais consigam ser revistas, desenvolvidas e corrigidas conforme o processo de projeto” de forma integrada e dentro da temporalidade esperada.

Conforme Tversky (2005) ao construir representações externas ou internas, projetistas e designers estão envolvidos em um processo de cognição espacial no qual a representação do meio serve como auxiliares cognitivos para a memória e processamento de informação. Schon (1992) afirma que com a execução da ação e da reflexão, cada nível de representação faz evoluir os projetistas em suas interpretações e ideias para soluções de design. Nesta abordagem, o viés tomado são as reflexões causadas pelo uso de visualizações não convencionais e os estímulos e dificuldades proporcionados nos usuários durante o raciocínio de desenvolvimento do projeto, favorecendo a abordagem multifatorial e a experiência espacial durante as fases preliminares de concepção e materialização.

2 Tecnologia e visualização dos projetos

Ferramentas que usam o desenho assistido por computador (CAD) e, mais recentemente, modelagem da informação na construção (BIM) ajudam a criar modelos virtuais que se assemelham cada vez mais ao objeto final construído, com grande potencial de implementação tanto no ofício quanto no ensino das disciplinas que envolvem o planejamento do ambiente construído (FONSECA, 2013).

Os sistemas CAD formais não são totalmente orientados para servir de apoio ao processo de concepção do projeto devido em sua grande maioria ao meio de interação tradicional entre ser humano e computador, geralmente utilizando-se de seus periféricos (mouse, teclado) e uma tela bidimensional para interação com esses programas. Isso pode acarretar perda de informações e visualização através da conversão de elementos 2D em 3D necessários para a interpretação e avaliação das decisões tomadas (YE et al, 2006).

Neste contexto, Silvestri (2010) destaca que os dados virtuais e desenhos e informações geradas por computadores têm substituído em grande velocidade os meios de aprendizagem físicos e analógicos como desenhos à mão e maquetes. Ademais, essas ferramentas digitais estão no centro de uma nova maneira de abordar o próprio processo de design.

Para Oxman (2006), expressões como “design digital” ou “arquitetura digital” são frequentemente utilizadas para a descrever práticas arquitetônicas contemporâneas que se iniciam já auxiliadas por essas novas plataformas, pois as últimas dependem fundamentalmente das primeiras para a concepção do projeto, sua produção e construção. A necessidade de se integrarem novas tecnologias como a VR ao processo de design do produto é geralmente reconhecido, especialmente na fase de concepção e, como tal, fornece novos avanços nas áreas de CAD (YE, 2005).

Tais tecnologias emergentes criam novos paradigmas para superar os inconvenientes das interfaces convencionais, como a visualização por parte do projetista e do consumidor do produto, tanto em concepção quanto em compreensão da tridimensionalidade e escala do objeto. No que tange à VR aplicada a arquitetura e ergonomia, pesquisas indicam que a introdução dessas ferramentas tem viabilidade em diferentes campos da educação, incluindo as várias etapas de projeto e coordenação, integrando as diversas disciplinas projetuais (FONSECA et al, 2013).

Especificamente no campo da arquitetura e urbanismo, a VR pode ser usada para prever o impacto do empreendimento na paisagem e na reabilitação de edifícios, como mudança de cores, materiais e texturas. Permite também a sobreposição compatibilização de projetos, como por exemplo estruturas, instalações, envelopamento, localização geográfica e estudo solar, possibilitando então a verificação de interferências entre sistemas em tempo real (SÁNCHEZ et al, 2013).

Isto posto, este trabalho justifica-se devido a VR apresentar-se como uma ferramenta importante e útil para o ensino de Arquitetura e Urbanismo contemporâneo integrando concepção, projeto, análises, percepção espacial, fabricação e montagem de edificações em torno de tecnologias digitais. A partir dessa integração, os profissionais envolvidos têm uma oportunidade de redefinir fundamentalmente as relações entre projeto técnico das mais diversas disciplinas e a produção efetiva, com consequente melhoria da qualidade do produto final.

Por fim, este artigo visa verificar a percepção dos futuros profissionais de arquitetura no uso da realidade virtual no ensino e no desenvolvimento das habilidades de compreensão projetual e espacial holísticas dos alunos do curso de graduação em arquitetura e urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora.

3 Desenvolvimento do Trabalho

Para elaboração deste trabalho, foi estudada a utilização e a avaliação de uma experiência com Realidade Virtual na visualização de modelos 3D e na apresentação de projetos arquitetônicos dos alunos da faculdade de arquitetura da Universidade Federal de Juiz de Fora. O trabalho parte da premissa de que a tecnologia utilizada com o uso de dispositivos móveis é familiar para o aluno da graduação e, se utilizado nas etapas iniciais de formação, pode atingir uma maior profundidade de interesse e envolvimento com o conteúdo proposto em sala de aula.

Figura 1 – Exemplo de Imagem renderizada em formato estereoscópico.
Fonte: Elaboração Própria

A avaliação pautou-se na viabilidade de se usar a VR com uso de dispositivos móveis dos próprios alunos em ambientes educacionais, investigando a relação entre o uso da ferramenta e a participação do aluno, através de entrevistas e acompanhamento da disciplina de representação digital, além da contribuição de entendimento de espacialidade e instrumentação após o uso das mesmas.

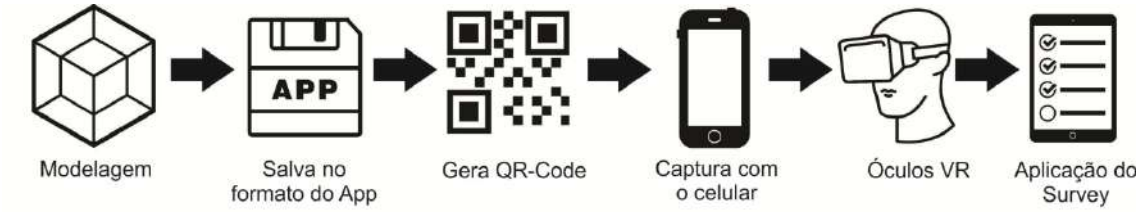


Figura 2 – Sequência utilizada na aplicação metodologia.
Fonte: Elaboração Própria

As estratégias implementadas foram aplicadas durante aulas da disciplina Representação Digital 1 e Iniciação ao Processo de Modelagem Auxiliado por Computador. Foram utilizados dois tipos de visualização: através de óculos de realidade virtual com smartphone acoplado e realidade aumentada através de dispositivos móveis.

Primeiramente foi realizada uma breve explicação sobre o conceito, aplicativos e formas de utilização dos instrumentos e, em um primeiro momento, a demonstração dos modelos já renderizados em visão 360° dos projetos demonstrativos. Posteriormente, cada aluno utilizaria o programa Kubity® com a introdução de um modelo que foi realizado em aula que, por sua vez, geraria um QR Code e seria introduzido no aplicativo para ser visualizado pelos estudantes no óculos de realidade virtual. Por último, os alunos responderam a um questionário sobre a aplicação e importância da ferramenta no processo de aprendizagem e visualização da espacialidade projetada, bem como o interesse dos mesmos acerca do assunto.

A aplicação foi realizada através do uso de óculos de realidade virtual, acoplado a smartphones com o aplicativo Kubity®, instalados que permitem a transformação de modelos desenvolvidos na aula pelos alunos com o programa de modelagem 3D Trimble SketchUp®, com os quais eles realizavam a imersão em seus próprios modelos. Os óculos para realidade virtual do tipo VR Box, que permitem a acoplagem de dispositivos móveis, possuem diversos modelos de fácil acesso e aquisição. Podem ainda ser utilizados modelos de cardboard box, com projeto facilmente encontrado na internet e executados pelos próprios alunos.

Figura 3 – Óculos VR Box com smartphone acoplado, modelo utilizado.
Fonte: VR Box

Figura 4 – Óculos Cardboard Box: projeto e montagem com smartphone acoplado.
Fonte: Google VR Cardboard

Essa comparação foi realizada por meio de um workshop para coletar a percepção das pessoas perante o experimento. A aplicação da metodologia se realizou nas aulas de Representação Digital I, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFJF, durante o primeiro semestre do ano letivo de 2017. Para aplicação do estudo foram levados, até o local da aula, dispositivos móveis com o aplicativo Kubity®, óculos de realidade virtual, e modelos pré-renderizados em visão estereoscópica 360° do projeto do Pavilhão Alemão da Feira Mundial de 1929, de autoria do arquiteto Mies van der Rohe, edificado na cidade de Barcelona, Espanha.

Figura 5 – Modelo tridimensional do Pavilhão Alemão em vistas interna e externa
Fonte: VR ArchViz Pavilion

Posteriormente à apresentação das ferramentas aos estudantes da graduação, foram aplicados 48 questionários eletrônicos aos alunos, conforme Quadro 1, para então gerar uma análise crítica dos benefícios e limitações percebidos das ferramentas utilizadas.

Tabela 1 – Questionário aplicado aos alunos

Pergunta	Respostas Possíveis
Você está em qual período?	Primeiro; Segundo
Você teve contato anterior com Realidade Virtual?	Sim; não.
Você acha que a realidade virtual permite a compreensão de escala, forma, materiais, distâncias e acessos de um espaço?	Sim; não.
Você considera relevante o uso de Realidade Virtual no ensino de arquitetura?	Sim; não.
Você utilizaria a realidade virtual nas apresentações de trabalhos das disciplinas de Projeto Arquitetônico ou demais disciplinas?	Sim; não.

Fonte: Elaboração Própria

4 Resultados e Discussão

Realizada a compilação das respostas obtidas, chegou-se ao quadro síntese apresentado a seguir.

Tabela 2 – Quadro síntese de respostas obtidas

Pergunta	Resposta	
	Primeiro	Segundo
Você está em qual período?	44	4
Pergunta	**Resposta**	
	Sim	**Não**
Você teve contato anterior com Realidade Virtual?	4	44

Você acha que a realidade virtual permite a compreensão de escala, forma, materiais, distâncias e acessos de um espaço?	48	-----
Você considera relevante o uso de Realidade Virtual no ensino de arquitetura?	48	-----
Você utilizaria a realidade virtual nas apresentações de trabalhos das disciplinas de Projeto Arquitetônico ou demais disciplinas?	41	7

Fonte: Elaboração Própria

Dos alunos respondentes, 44 estão matriculados no primeiro período e 04 estão matriculados no segundo período do curso, o que já era esperado uma vez que a disciplina "Representação Digital I" integra o primeiro período na grade curricular do curso de arquitetura e urbanismo da FAU/UFJF.

Ao serem questionados sobre algum contato anterior com VR, 44 alunos afirmam não ter nenhum contato anterior à apresentação da tecnologia em sala de aula durante a realização deste trabalho, enquanto 04 alunos tiveram contato anterior. Observou-se que a maioria dos alunos entrevistados realizaram o primeiro contato com a realidade virtual através da prática realizada, sendo que a maior parte nunca havia utilizado ou sabia da possibilidade de uso da tecnologia para representação digital em arquitetura.

Perguntados depois se a utilização da VR permitiu a compreensão da espacialidade, textura e tectônica do espaço apresentado, o total dos 48 alunos afirmaram que sim e demonstraram surpresa na acuidade de experimentação da escala do objeto. A totalidade dos alunos também afirmou reconhecer como importante a utilização de meios digitais como a VR no ensino de arquitetura e disciplinas de projeto que interferem no ambiente construído. Indagados por último sobre a possibilidade de utilizarem a realidade virtual em outras disciplinas, como forma de concepção e apresentação de projetos, 41 alunos responderam afirmativamente enquanto 7 disseram que não utilizariam.

As respostas e o interesse dos alunos trazem uma indicação de que a introdução e aplicação de novas ferramentas e tecnologias como a VR poderá desencadear novas dinâmicas entre as partes envolvidas no processo de projeto e aprendizado, desde a concepção até a representação e apresentação do mesmo, englobando da fabricação de componentes e objetos até o canteiro de obras e a execução do empreendimento.

Como resultados do estudo, destacam-se a necessidade da familiarização do uso da tecnologia auxiliada por dispositivos móveis, métodos interativos e VR para a visualização de espacialização arquitetônica e desenvolvimento da percepção do espaço e seus componentes. Percebe-se que a VR foi bem acolhida pelos alunos, que apreciaram a utilização da metodologia aplicada, e que os exercícios realizados permitiram melhorar seu desempenho e capacidade de cognição espacial de maneira mais dinâmica no desenvolvimento de modelos digitais. O interesse dos estudantes pelas tecnologias emergentes faz com que estas possam ser utilizadas como aporte didático no desenvolvimento das competências espaciais e projetuais destes alunos.

Contudo, ressalta-se a dificuldade inicial de se produzir conteúdo adequado para a dinâmica proposta, bem como a otimização de modelos que permitissem uma visualização mais fidedigna e detalhada, além do processo de detalhamento e a dificuldade de adequação dos modelos rea-

lizados. Todos os estudantes entrevistados avaliaram, contudo, que a interação com o conteúdo em realidade virtual 3D permite maximizar o processo de aprendizagem, não apenas em disciplinas de representação, mas também em técnicas, teoria e história da arquitetura.

Esse estudo reconhece a limitação de se trabalhar com um número restrito de alunos disponíveis na disciplina aplicada e ressalta a sugestão para trabalhos futuros em que haja a comparação de experiências semelhantes entre cursos afins e entre o tempo de ingresso e contato com as disciplinas de cada turma, assim como a devida orientação para a produção de modelos mais complexos e detalhados.

5 Conclusão

O estudo apresentado demonstrou um experimento de checagem da percepção de alunos no ciclo inicial de um curso de graduação em arquitetura e urbanismo sobre a utilização da VR como aporte didático, incorporado na visualização de alternativas projetuais do ambiente construído. Constatou-se que a utilização da estratégia de visualização de espaços em VR contribui para uma melhoria no entendimento de propostas e soluções projetuais, com interação entre os participantes e o ambiente projetado, auxiliando na tomada de decisões.

O trabalho apontou a maneira como tecnologias que se utilizam da realidade virtual podem oferecer uma interação mais rápida e intuitiva entre o projetista e o programa CAD, com uma abordagem simples para a criação e a avaliação de conceitos e tectônicas propostas.

Ao contrário das tecnologias 2D, que buscam exibir profundidade e perspectiva em telas planas em 2 dimensões, a visualização estereoscópica proporciona ao usuário uma percepção visual 3D imersiva em espacialidade. A visualização estereoscópica é também um dispositivo de saída de um canal visual em 3D. Isso permite então, que a visualização estereoscópica seja de muito mais fácil interpretação do que imagens 2D normalmente exibidas em monitores de computador.

A VR já vem sendo aplicada em campo e estudada em diversas disciplinas afins como negócios imobiliários, projeto de interiores e planejamento urbano, possibilitando a exploração de novas possibilidades de estudo e uso da ferramenta que visa a complementar as diversas novas formas de criação e produção da arquitetura que emergem com a Era Digital.

O potencial da VR está em permitir uma interação natural com modelos virtuais e aumentar o suporte de computador e alterações em tempo real em todo o processo de projeto. Em contrapartida, o uso de modelos virtuais impacta positivamente na formação de imagens mentais tridimensionais, no aumento da percepção das composições espaciais e na diminuição da carga de trabalho mental, visto que a representação tridimensional facilita a compreensão e necessita de menos esforços para que o usuário a interprete.

A tecnologia de VR aplicada às disciplinas do ambiente construído, quando utilizada na formação profissional ou no processo de projeto, oferece um novo olhar para compreender diferentes etapas de um processo construtivo, permitindo a averiguação e comparação entre diferentes cenários e propostas antes da definição final. Para cumprimento dessa premissa, é importante que se verifique a capacidade de visualização de diversos modelos para demonstrar diferentes *layers* (camadas de estrutura, instalações, mobiliário, etc.), texturas e posições geográficas. Ressalta-se que, inicialmente, os alunos devem compreender as

teorias e condicionantes da elaboração de projetos arquitetônicos para que a interface entre prática projetual e visualização atinja seu potencial esperado.

Apesar de a VR apresentar muitas vantagens no desenvolvimento de bens de consumo, há também algumas desvantagens que os que aplicam a tecnologia frequentemente devem estar cientes. Estas desvantagens não são estritamente associadas com a modelagem ou análise de situações, mas intrinsecamente ligadas às expectativas associadas à interação humano-computador inerentes a projetos baseados em VR.

Um dos principais problemas encontrados nas experiências que foram vivenciadas foi a exibição dos modelos 3D e a manipulação dos mesmos em dispositivos móveis para que diferentes interações ocorram de maneira livre e utilizando-se de plataformas *open source*. No caso do aplicativo Kubity® a visualização do modelo no modo gratuito está restrita a 10 minutos por modelo carregado. Verifica-se que a possibilidade de maior adesão à VR como ferramenta didática depende principalmente da acessibilidade da tecnologia e a facilidade de uso e interface dos programas e aplicativos, que vão de encontro a maior percepção e continuidade de usabilidade por parte dos alunos.

Neste sentido, a utilização da VR como ferramenta de ensino e desenvolvimento de competências analíticas e projetuais apresenta também algumas limitações. Uma das considerações a se fazer quando da decisão pela utilização da ferramenta é o nível de imersão oferecido pelo sistema de realidade virtual escolhido, sendo importante a seleção de um sistema que permita o nível de imersão adequado à didática e tarefa esperadas.

Os resultados embasam a hipótese de que as ferramentas de representação possuem uma convergência no processo de cognição e de percepção do espaço e, consequentemente, são importantes ferramentas durante as fases de concepção e representação do espaço, tanto no processo quanto no resultado, necessárias no contexto do design contemporâneo.

Conclui-se, adicionalmente às atividades empíricas e ao estudo bibliográfico, que as tecnologias emergentes como a VR, mesmo com algumas lacunas ainda existentes, são capazes de facilitar o desenvolvimento de sentidos para além dos aspectos visuais de uma nova geração de ferramentas CAD que introduzam conceitos de colaboração e cognição mais integrados aos processos de produção do espaço.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES e ao PROAC - Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora pelo apoio recebido na execução deste trabalho.

Agradecemos, também, ao Prof. Fernando Lima, responsável pela disciplina, e aos alunos pela participação.

Referências

BORGART, A.; KOCATURK, T. Free-form design as the digital ‘‘Zeitgeist’’. **Journal of the IASS**, v.48, n.4, pp.3-9, 2007. http://www.iass-structures.org/index.cfm/journal.article?aID=80.

BORSBOOM-VAN BEURDEN, J. A. M.; VAN LAMMEREN, R. J. A.; HOOGERWERF, T.; BOUWMAN, A. A. Linking land use modeling and 3D visualization. In: VAN LEEUWEN, J.P.; TIMMERMANS, H.J.P. (eds). **Innovations in design & decision support systems in architecture and urban planning.** Dordrecht: Springer Netherlands, 2006. p. 85-101. doi.org/10.1007/978-1-4020-5060-2_6.

CROSS, Nigel; DORST, Kees. Co-evolution of problem and solution space in creative design. In: GERO, J. S.; MAHER, M. L. (Eds.). **Computational models of creative design.** Sydney: Key Centre of Design Computing, University of Sydney, 1999. p. 243-262.

FONSECA, D.; MARTÍ, N.; REDONDO, E.; NAVARRO, I.; SÁNCHEZ, A. Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance: with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models. **Computers in Human Behavior**, v.31, p. 434–445, 2014. doi.org/10.1016/j.chb.2013.03.006.

Kubity ® App. Diponível em https://www.kubity.com/. Acesso em agosto de 2017.

OXMAN, R. Theory and design in the first digital age**. Design Studies**, v.27, n.3, p. 229-265, 2006. doi.org/10.1016/j.destud.2005.11.002.

REBELO, Francisco; DUARTE, Emília, NORIEGA, Paulo; SOARES, Marcelo M. Virtual Reality in consumer product design: methods and applications. In: KARWOWSKI, Waldemar; SOARES, Marcelo M.; STANTON, Neville A. (org). **Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design**: Methods and Techniques. Boca Raton: CRC Press, 2011. P. 381-402. doi.org/ 10.1201/b10950-28.

SÁNCHEZ, A.; REDONDO, E.; FONSECA, D.; NAVARRO, I. Construction processes using mobile augmented reality: a study case in Building Engineering degree. In: ROCHA, A.; CORREIA, A. M.; WILSON, T.; STROETMANN, K. A. **Advances in Information Systems and Technologies.** Berlim: Springer, 2013. p.1053-1062. doi.org/10.1007/978-3-642-36981-0.

SCHON, D. Designing as reflective conversation with the materials of a design situation. **Research in Engineering Design**, v.3, n.3, p. 131-147, 1992. doi.org/10.1007/BF01580516.

SILVESTRI, Chiara; MOTRO, Rene; MAURIN, Bernard; DRESP-LANGLEY, Birgitta. Visual spatial learning of complex object morphologies through the interaction with virtual and real-world data. **Design Studies**, v.31, n4, p. 363-381, 2010. doi.org/10.1016/j.destud.2010.03.001.

TVERSKY, Barbara. Functional significance of visuospatial representations. In: SHAH, Priti; MIYAKE, Akira (Eds.). **Handbook of higher-level visuospatial thinking**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 1-34. doi.org/10.1017/CB09780511610448.002.

VIRTUAL REALITY. 2010. In: ***Encyclopædia Britannica***. Disponível em http://www.britannica.com/ EBchecked/topic/630181/virtual-reality. Acesso em agosto de 2017.

YE, J. **Integration of virtual reality techniques into computer aided product design.** 2005. Tese (Doutorado em Design) - Department of Design and Technology, Loughborough University, UK. 2005.

YE, J; CAMPBELL, R.I.; PAGE, T.; BADNI, K. S. An investigation into the implementation of virtual reality technologies in support of conceptual design. **Design Studies**, v.27, n.1, p.77-97, 2006. https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.06.002

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

BREVE ANÁLISE SOBRE A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO CONTINUADA EM DESENHO

AMARAL, Claudia Francia[1],

Resumo

O desenho começa a fazer parte da vida das pessoas já na fase infantil. Porém, ele passa de forma de expressão a recurso pedagógico principalmente quando a criança começa a ser alfabetizada. A análise que faremos será sobre a lacuna deixada pela falta de desenvolvimento dos estudos em desenho. Para ajudar a explicitar a questão faremos uma breve análise do uso da expressão gráfica como forma de linguagem e o seu aprendizado. A investigação adotou uma abordagem de natureza interpretativa, recorrendo à observação de aulas no ensino técnico e graduação e a revisão bibliográfica.

Palavras-chave: expressão gráfica; educação infantil; graduação.

Abstract

The design begins to be part of the lives of people already in the children's stage. However, it passes from an expression to the pedagogical resource, especially when the child begins to be literate. The analysis we will make is about the gap left by the lack of development of studies in drawing. To help clarify the issue, we will make a brief analysis of the use of the graphic expression as a form of language and its learning. Research has adopted an interpretative approach, using to the class observation in technical education and undergraduate and bibliographic review.

Keywords: graphic expression; child education; University graduate.

[1] UniCarioca. claudiafrancia@gmail.com

1 Introdução

Nossa análise se dará a partir das ideias de Janet Wolff. Ela desmitifica o pensamento que arte é uma produção oriunda de inspiração divina, ela mostra-nos que arte é uma produção humana, uma manufatura.

> "A mistificação que existe em se isolar o trabalho artístico como algo diferente e habitualmente superior a todas as outras formas de trabalho são (potencialmente) do mesmo modo criativas e que o trabalho artístico, como outros trabalhos, perde sua qualidade como "atividade livre, criativa" sob capitalismo." (WOLFF, 1982, p.27)

A partir das ideias da autora entenderemos que o ato de desenhar pode ser aprendido e logo ensinado. Assim, queremos explicitar que todos os indivíduos são capazes de desenhar e de se expressar.

O desenho é apresentado às crianças logo na educação infantil, porém tentaremos identificar como ocorre o prosseguimento do seu estudo. Para auxiliar nosso raciocínio usaremos a linha de pensamento de Jean Piaget, principalmente sua indagação de como se dá o conhecimento e quais os processos que levam à produção de conhecimento. Através de Gardner (1996), identificaremos a nossa análise dentro do campo da inteligência espacial que, para ele, seria a capacidade de percepção precisa no mundo visuoespacial. Esta inteligência gera sensibilidade à cor, formas, representações gráficas e visualização espacial.

Em seguida, faremos uma reflexão sobre o desenho infantil, sua importância para o desenvolvimento da criatividade e capacidade de abstração espacial. Para tal, obteremos a ajuda de Edith Derdyk. "O desenho do adulto e o desenho da criança não são produções estanques. Ambos participam do patrimônio humano de aquisição de conhecimento, completando-se, remetendo-se." (DERDYK, 1989, p.7).

Qual a importância do ensino continuado em desenho ou expressão gráfica na vida das pessoas? Para tentar responder, faremos uma breve investigação destas disciplinas no ensino fundamental e médio, pois o objetivo será verificar as implicações da ausência ou não das competências desenvolvidas destas disciplinas na vida acadêmica do aluno de graduação.

2 O desenho na fase infantil.

Jean Piaget licenciou-se em Ciências Naturais em 1915, mas seus estudos vão além. Ele se interessou por Filosofia, Psicologia e principalmente como se dá a construção da inteligência nos seres humanos. Seu foco foi no processo construtivo do conhecimento. De maneira geral o conceito de Piaget[2] é baseado na figura de uma espiral voltada para a busca do equilíbrio. Ou seja, a cada vez que a criança entra em contato com uma experiência nova, vai ocorrer uma assimilação e um desequilíbrio oriundo deste novo. Logo após, ela irá para a condição de acomodação levando-a ao equilíbrio novamente. As experiências vividas pelas crianças podem ser sensório-motoras, cognitivas e afetivas. O processo de equilibração gerado pela assimilação e acomodação serão ampliados seguindo estes mecanismos possibilitando novas conquistas.

[2] COSTA, Maria Luiza Andreozzi. *PIAGET e a intervenção psicopedagógica*. 4º ed. São Paulo: Editora Olho D'água ,2003. p. 8.

A intenção de abordarmos os conceitos de Piaget é a de ilustrar a importância da exploração continuada dos estudos em desenho, seja ele artístico ou técnico, com objetivo de desenvolver um adulto com uma representação gráfica mais eficiente.

Na infância a prática de desenhar começa na garatuja e seu desenvolvimento depende de parâmetros sociais, psicológicos, culturais e educacionais. Vale a pena observar que o desenho infantil é uma forma de linguagem de expressão. Edith Derdyk, ajuda a explicar a ideia.

> Alguns professores da pré-escola ansiosamente descarregam técnicas para a criança "aprender a desenhar", inibindo, desta forma, qualquer tipo de exploração ou "subversão", tanto em relação ao uso do material quanto à manifestação de elementos gráficos que expressem um imaginário pessoal. (DERDYK, 1989, p.19).

Quando o desenho infantil é enquadrado ou colocado dentro de regras, ele perde muito como forma de expressão. O desenho infantil contém a diferenciação e identificação de formas indicando a existência de memória, de seleção de interesses e habilidade motora. Ele consegue trabalhar com vários campos cognitivos. Ao desenhar a criança abstrai, generaliza, classifica, estes atos vão ajudar na formação de conceitos.

Fica clara para nós, a importância da ação espontânea, pois quando o desenho é gerado através de cópia ele se torna limitado, ou seja, ele cria expectativa de resultado, ele gera angústia. O ensino de desenho baseado na cópia não leva à produção de conhecimento, pois não gera reflexão. "A inteligência é o ato de inventar e é sempre um ato original" (PIAGET[3] apud DERDYK, 1989, p. 107.)

O problema da educação em desenho se agrava quando a criança começa aprender a ler e escrever, pois o desenho perde a importância de ser o elo de comunicação entre criança e o mundo. Ele passa a ser apenas material didático para a alfabetização. A partir daí, o desenho ficará restrito, salvo exceções, à educação artística. Em algumas escolas mais técnicas ainda pode ser encontrado o ensino do desenho geométrico. Segundo Wilson a criança precisa conviver com a experiência do desenho.

> "É claro que reconhecemos o fato de haver padrões de maturação universal para desenhar. Toda criança faz rabiscos da mesma forma que balbucia. Tanto os rabiscos quanto o balbucio desenvolvem-se muito pouco, a menos que existam modelos para serem seguidos." (WILSON; WILSON, 2001, p.63).

A inteligência ou cognição quando desenvolvidas a partir da infância são assimiladas de modo mais fácil, porém a capacidade de aprendizagem humana não termina nunca. Se os adolescentes ou mesmo os adultos receberem estímulos adequados eles podem desenvolver estas habilidades.

3 A sala de aula

Nossas observações são feitas a partir de aulas ministradas nos cursos técnicos de design de interiores (Faculdade Cândido Mendes e Senac) e de graduação em engenharia e design gráfico e moda (Centro Universitário Carioca e Senai-Cetiqt). Os cursos são diferentes entre

[3] Piaget, Jean. *A formação do símbolo na criança*. 2.ed. Rio de Janeiro, Zahar,1975.

si, porém as dificuldades apresentadas pelos alunos são semelhantes, em ambos os casos, alunos são jovens ou adultos e de gêneros diferentes. Aparentemente, as dificuldades apresentadas não são decorrentes destes fatores.

As aulas no curso de design de interiores são de Desenho Técnico, que contemplam a confecção de planta baixa, vistas e cortes. Na graduação em Engenharia (UniCarioca), são duas disciplinas: a de Desenho Técnico, onde o aluno aprende Desenho Geométrico (vistas ortográficas e perspectiva isométrica) com o uso do programa Auto CAD e a disciplina de Expressão Gráfica, que seria a continuação com a introdução de cortes geométricos, planta baixa e cortes arquitetônicos, com a complementação do Auto CAD. No Senai-Cetiqt as observações foram feitas no curso de graduação em design de moda na disciplina de desenho técnico de moda.

A investigação começou no ano 2000 e segue até os dias de hoje. Em sala de aula teremos o aluno que “pega a matéria de primeira” e aquele que vai demorar um pouco mais para entender sobre o que o professor está “falando”. Através da observação do histórico destes alunos, suspeita-se que quem manteve contato com o desenho durante todo o seu período escolar tem mais facilidade de assimilar a matéria. Isto quer dizer que ele conseguiu desenvolver sua capacidade de abstração de algum modo, seja dentro da escola ou por meio da família. Como exemplo do uso desta capacidade, podemos usar uma planta baixa. Para desenhá-la o aluno precisa ter a capacidade de representar no papel algo que ele nunca verá na realidade acontecer. Quando se desenha uma planta baixa ela está em corte horizontal a um metro e cinquenta centímetros do chão. Este ponto de vista é impossível de se verificar numa obra.

As dificuldades apresentadas pelos alunos são várias, pode ser de coordenação motora, ao traçar uma linha com o uso de régua por exemplo. Observação: sabe o que é o objeto, mas não consegue reproduzi-lo por meio de um desenho. De abstração, em desenho geométrico, a dificuldade existente em ver o objeto em perspectiva (três dimensões) e não conseguir imaginar as suas vistas em duas dimensões (planificar o objeto). Estes problemas aparecem em sala de aula, porém notamos que os alunos com dificuldade se desenvolvem, mas não conseguem chegar no ponto dos outros com a capacidade de abstração mais bem desenvolvida.

Para atenuar as dificuldades do aluno, deve-se desmitificar o ato de desenhar. Tirar do imaginário, que o ato de saber desenhar é produto de um dom divino. Para ajudar é preciso trabalhar bastante com a prática, um dos exercícios propostos por nós é pedir que façam uma pequena maquete do objeto e seu projeto (com as seis vistas ortográficas) em um papel A4. Vale lembrar que esta é uma atividade individual, mas supervisionada pelo professor e livre para os alunos trocarem ideias entre si. A ideia da confecção do objeto em qualquer material é o aluno poder tocar, sentir o que será desenhado na tentativa de ajudar na visualização, passando do real para a abstração.

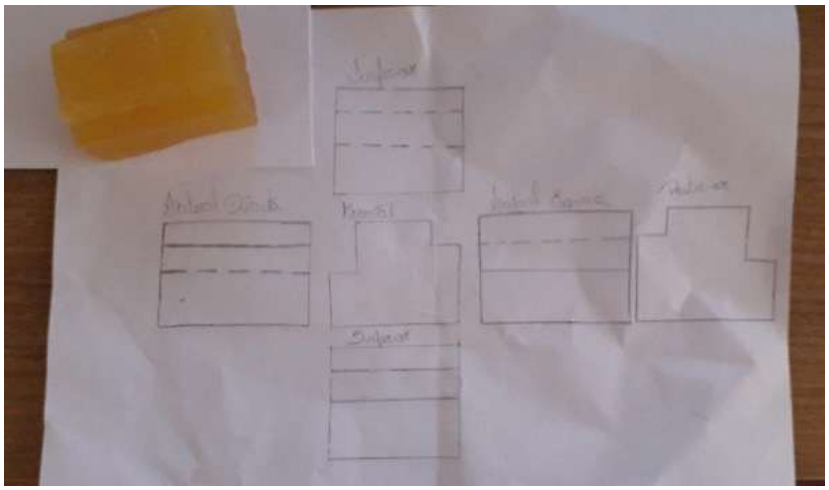


Figura 1 – Exercício realizado por aluno de graduação em engenharia.
Fonte: foto da autora.

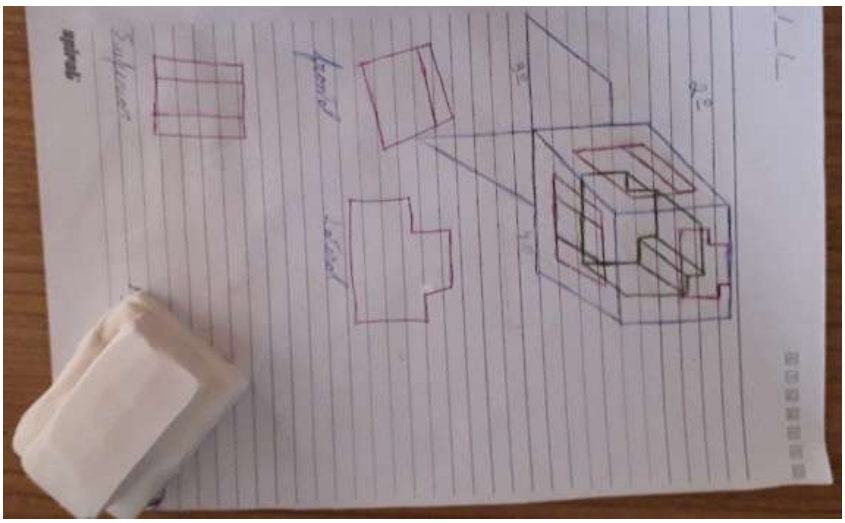


Figura 2 – Exercício realizado por aluno de graduação em engenharia.
Fonte: foto da autora.

Os exemplos das figuras 1 e 2 servem para identificar o grau de dificuldade encontrado pelo aluno. Como vemos no exercício da figura 2 o aluno encontra uma maior dificuldade do que o da figura 1. As dificuldades de visualização espacial são muito parecidas independente se forem usados lápis e papel ou *mouse* e computador, podemos até afirmar que com o programa Auto CAD, os alunos ficam mais confusos, pois a noção de proporção e escala não são assimiladas por quem está no nível básico. Explicando melhor, no programa o aluno desenha em verdadeira grandeza. Porém o objeto desenhado pode aparecer na tela grande ou pequeno, o que não significa que esteja numa escala reduzida ou ampliada, ele simplesmente está longe ou perto do observador. Desenho é muito mais prática do que teoria são necessários vários exercícios para assimilação do problema. É necessário o processo de tentativa, erro e acerto, como já vimos anteriormente com Derdyk.

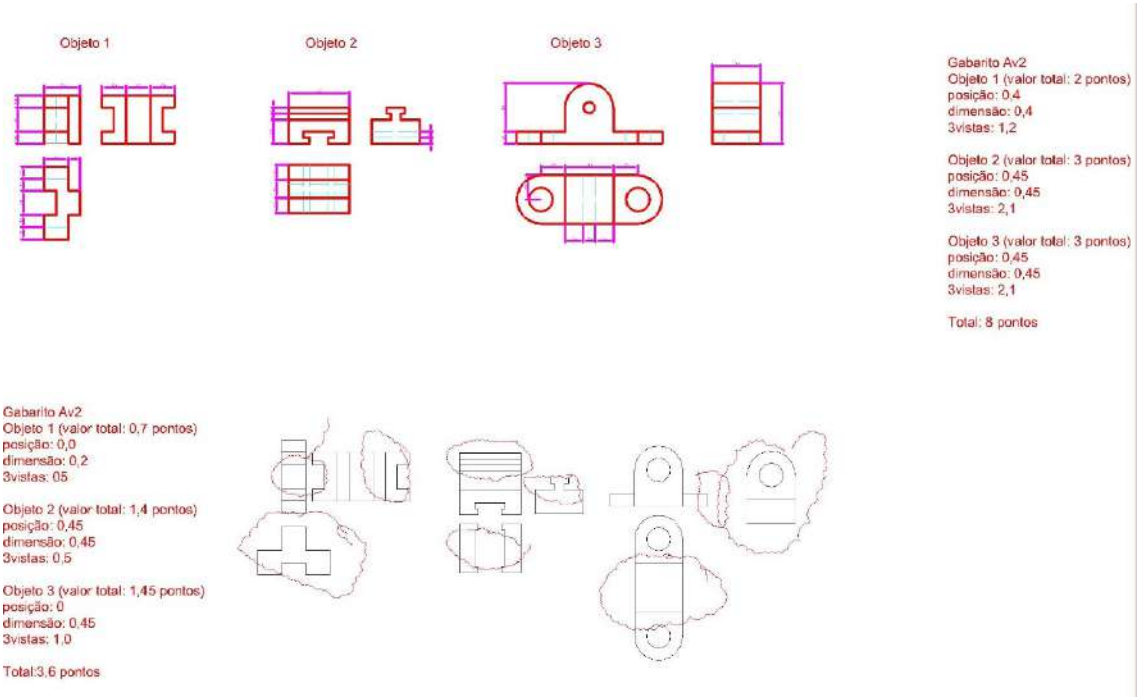


Figura 3 – Exercício realizado por aluno de graduação.
Fonte: foto da autora.

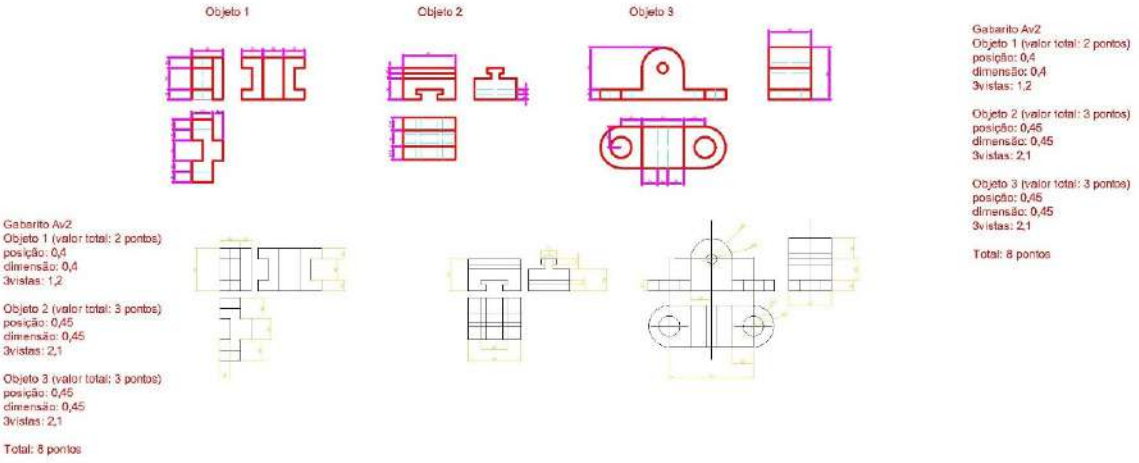


Figura 4 – Exercício realizado por aluno de graduação.
Fonte: foto da autora.

Nas figuras 3 e 4 podemos observar exercícios de desenho geométrico feitos no Auto CAD. Nele pode-se reparar como existe uma diferença de estágios de aprendizagem dentro de uma mesma turma. Os desenhos feitos na cor vermelha são o gabarito. Um dos problemas detectados é a dificuldade de abstração do objeto no espaço, sua rotação e planificação. Esta dificuldade afeta não só sua vida acadêmica, mas profissional, pois este exercício simula a leitura de um projeto e seu produto.

O que nos interessa saber são as implicações que o estudo continuado em desenho tem no desenvolvimento acadêmico e na formação do indivíduo. Através de READ (2001), veremos o aluno como um sujeito – um ser humano sensível. “Ou seja, um organismo vivo, com parte de seu equipamento físico sob a forma de certos sentidos que podem ser direcionados para esse

objeto externo. Podemos vê-lo, tocá-lo, sentir-lhe o gosto, cheirá-lo ou ouvi-lo". Acreditamos que o ensino de desenho para crianças, mas principalmente para jovens e adultos deva partir do sujeito não como um refletor passivo, mas um sujeito sensível reagindo à recepção do conteúdo no ato da apreensão. Os exercícios em sala de aula e as abordagens da matéria dada pelo professor devem levar em conta este sujeito, as suas percepções. Para facilitar o entendimento voltamos com READ (2001), ele vai completar a descrição do ato da percepção.

> Até aqui, falamos de consciência, e talvez este seja o melhor termo para designar o conteúdo do ato de apreensão. Mas existe a palavra imagem, com relação à qual devemos chegar a um acordo, pois, mesmo que possamos dispensá-la ao descrever o ato da percepção, precisaremos dela quando nos ocuparmos da imaginação. (READ, 2001, p.40)

Com o uso da memória podemos relembrar imagens, mesmo que não seja uma cópia fiel, faremos uso da imaginação que aqui entendemos como a capacidade de relacionar essas imagens entre si (READ, 2001). Estamos analisando o desenho mais técnico, pois na graduação ele tem como objetivo alfabetizar o aluno dentro das normas da ABNT[4]. Porém, percebemos que o uso do desenho de observação pode ser um caminho para ampliar o uso da imaginação e percepção do aluno, do sujeito sensível.

4 Considerações finais

As imagens, pinturas e desenhos também representam uma sociedade. A linguagem visual pode representar muita coisa. Peter Burke (2004) nos alerta para a invisibilidade do visual. Apesar das transformações tecnológicas, hoje temos televisão, computador e celular com uso variado da imagem, porém seu uso quase sempre aparece como ilustração. Assim, o indivíduo é educado para assimilar os códigos que estas imagens representam. Porém, ele é levado a entender o significado dos símbolos, mas não é estimulado a criar a sua forma de expressão gráfica. Em nossa pesquisa verificamos que existe um forte indício da importância do estudo continuado em desenho como forma de linguagem, como um meio de expressão.

A capacidade de abstração é uma competência que precisa ser desenvolvida no aluno para que ele elabore desenhos técnicos. Fizemos observações em cursos distintos e foi no grupo de alunos em design de moda que se verificou a maior facilidade de assimilação das técnicas de desenhar. Assim, suspeitamos que existam duas respostas para este fato. Estes alunos por gostarem de moda, chegam na graduação com o estudo em desenho mais desenvolvido. Também constam neste curso matérias como, desenho de observação e modelo vivo que podem ajudar no desenvolvimento da percepção espacial.

As vantagens ficam claras para quem segue uma carreira mais técnica, como já abordamos. Inclusive possibilitando este aluno ao chegar na graduação com as competências básicas já desenvolvidas, aprofundar-se nos conceitos de expressão gráfica. Porém, suspeitamos que saber se expressar graficamente também é de grande valor para todas as pessoas, pois com o desenvolvimento da capacidade de abstração o sujeito também desenvolve sua criatividade através da maior capacidade de raciocínio lógico e concatenações das ideias.

4 Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Referências

BURKE, Peter. **Testemunha ocular: História e Imagem**. Bauru SP, EDUSC: 2004.

COSTA, Maria Luiza Andreozzi. **PIAGET e a intervenção psicopedagógica**. 4º ed. São Paulo: Editora Olho D'água ,2003.

DERDYK, Edith. **As formas de pensar o desenho: Desenvolvimento do grafismo infantil**. São Paulo: Editora Scipione,1989.

GARDNER, Howard. **Inteligências** múltiplas – A teoria na prática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

READ, Hebert, **A educação pela arte.** 1ªed. São Paulo, Ed. Martins Fontes, 2001.

WILSON, Brent; WILSON, Marjorie. Uma visão iconoclasta das fontes de imagens nos desenhos de crianças. *In* BARBOSA, Ana Mae (org). **Arte Educação: leitura no subsolo**. São Paulo: Cortez,2001.

WOLFF, Janet. **A Produção social da Arte.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1982.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ENSINO DE GEOMETRIA GRÁFICA POR MEIO DA ANIMAÇÃO – O CASO DOS POLIEDROS

LUCIANO, Patrícia Turazzi[1],
TAPARELLO, Gladys Ilka Klein[2],
VAZ, Carlos Eduardo Verzola[3]

Resumo

A geometria está relacionada à inteligência espacial, sendo base para a formação de estudantes de Arquitetura e Urbanismo. A dificuldade em seu completo entendimento pelos discentes está na própria limitação como normalmente esta é tratada no ensino superior. Esta pesquisa explora as contribuições da inserção de animações no ensino de geometria gráfica para graduandos, uma vez que, como um meio dinâmico que incorpora quatro dimensões (altura, largura, profundidade e tempo), pode auxiliar na compreensão dessa matéria. No processo se desenvolveu e produziu três animações, com o objetivo de explicar o conceito de simetria de poliedros. Por fim, essas animações foram disponibilizadas na Internet a universitários, que as avaliaram por meio de um questionário. Os primeiros resultados apontam uma grande aceitação do método pelos estudantes e a eficácia na compreensão da maior parte dos conceitos, ainda que há pontos a serem retrabalhados para a continuidade da pesquisa na área.

Palavras-chave: ensino; geometria; animação; arquitetura.

Abstract

Geometry is related to spatial intelligence, being a foundation to the formation of architecture and urbanism students. The difficulty in its complete understanding by the students is in the usual limited approach at graduation courses. This research explores the contribution of animation in the teaching of graphic geometry to undergraduate students, once, as a dynamic media that incorporates four dimensions (height, width, depth and time), can aid to understand this subject. In the process developed and produced tree animations aiming to explain the concept of polyhedra symmetry. Finally, these animations were made available on the internet to undergraduates who evaluated them through a questionnaire. The firsts results indicate a great acceptance of the method and comprehension efficacy of most of the concepts, although there's room for improvement in this research.

Keywords: teaching; geometry; animation; architecture.

[1] Universidade Federal de Santa Catarina, patriciaturazzi@gmail.com
[2] Universidade Federal de Santa Catarina, gladystaparello@gmail.com
[3] Universidade Federal de Santa Catarina, cevv00@gmail.com

1 Introdução

A geometria é a ciência que estuda as formas e suas relações no espaço e, portanto, tem por base a visualização. Para Rabello (2005), que pesquisou e atuou no ensino da geometria descritiva, é fundamental que os profissionais de projeto se familiarizem com as bases do desenho geométrico para desenvolver seu raciocínio espacial. Portanto, por meio da geometria, a percepção visual pode ser desenvolvida.

Existe uma lacuna na educação de desenho geométrico no Ensino Básico (VALCARCE; DIAS, 2018), responsável pelo ingresso de estudantes no ensino superior com poucas bases de conceitos geométricos. A compreensão de formas espaciais é indispensável ao profissional arquiteto, pois o desenho ainda é o principal meio de comunicação entre os envolvidos no processo de projeto arquitetônico.

Milovanovic, Obradovic e Milajic (2013) afirmam que o principal obstáculo no ensino de geometria é a dificuldade por parte dos alunos de visualizar as geometrias e suas relações. Esses autores recomendam sua apresentação de maneira tanto textual quanto visual, e destacam que se utilizada a apresentação multimídia em vez de imagens estáticas para permitir a visualização com movimentos animados, a solução do problema será muito mais fácil e interessante.

Em paralelo a esse obstáculo, a educação apoiada pelas tecnologias digitais teve um grande impulso com o surgimento da Internet de alta velocidade, que passou a ser um veículo para a comunicação à distância. O ensino com apoio da Internet não é apenas o uso de novas tecnologias, mas também o resgate e a aplicação dos conhecimentos e ferramentas já desenvolvidos (LIMA; HAGUENAUER E CUNHA, 2007). Dessa forma, vídeos e animações ganham impulso como nova ferramenta de representação na comunicação entre professores e educandos.

A pesquisa envolveu a realização de três animações com o objetivo de apresentar os conceitos da geometria para acadêmicos de arquitetura e urbanismo. Os vídeos foram posteriormente disponibilizados na internet, para utilização e avaliação dos discentes. A partir dos resultados dessa pesquisa, pretende-se compreender como a animação pode contribuir para o ensino da geometria nos cursos de arquitetura e urbanismo.

2 Revisão bibliográfica

Uma vez que o principal meio de comunicação das ideias na arquitetura é a representação gráfica, faz-se necessário o conhecimento de conceitos geométricos para que a transmissão das concepções seja eficaz (VALCARCE; DIAS, 2018). Apesar de sua relevância na formação desses profissionais, é comum que estudantes do ensino superior da área em questão tenham dificuldades em compreender os assuntos abordados em geometria. Gardner (1994) apresenta a teoria das múltiplas inteligências para explicar por que certas pessoas têm mais facilidade com determinadas esferas do que outras, pois as competências de cada um são diferentes. Valcarce e Dias (2018) definem a geometria “como a ciência que estuda as formas e suas relações no espaço” (p.58), associando esse conteúdo à inteligência espacial de Gardner.

Outra questão presente na problemática do ensino de geometria em cursos de arquitetura e urbanismo é a falta de uma base estruturante em matemática e áreas correlatas nas

fases anteriores, acumulando a carência de conhecimento dos escolares durantes os anos de ensino fundamental e médio. Para suprir essa carência, faz-se necessário então uma introdução da geometria e seus temas básicos antes da abordagem que é realmente o foco de ensino na graduação. (VALCARCE; DIAS, 2018).

O entendimento de geometria exige uma boa capacidade de visualização espacial, o que tem sido relatado como uma experiência difícil por parte dos alunos em pesquisas (PEREIRA; PINHEIRO; VAZ, 2013; MILOVANOVIC; OBRADOVIC; MILAJIC, 2013). O uso de multimídias que permitem a movimentação de modelos na apresentação de conceitos e resolução de problemas pode ajudar a assimilação do conteúdo (PEREIRA; PINHEIRO; VAZ, 2013; MILOVANOVIC; OBRADOVIC; MILAJIC, 2013).

Lima, Haguenauer e Cunha (2007) realizaram uma revisão de experiências com o ensino da Geometria Descritiva utilizando a Internet e desenvolveram o projeto Espaço GD, um portal que utiliza dispositivo de realidade virtual e vídeo. Os pesquisadores relatam que os usuários se mostraram receptivos à tecnologia empregada, ao mesmo tempo em que ajudou no desenvolvimento da capacidade de percepção espacial dos estudantes.

Dessa forma, a animação, que é a arte em movimento (LAYBOURNE, 1998), e tem nele sua essência, para além das ilustrações e gravuras, é capaz de colaborar como instrumento de ensino.

De acordo com Kowaltowski, Bianchi e Petreche (2011, p23.) "A criatividade envolve uma interação de características pessoais, como habilidade de pensamento e raciocínio, e características do ambiente, como valores culturais, sociais, e oportunidade de expressar novas ideias". E a carta da União Internacional de Arquitetos (UIA, 2011) prevê uma variedade de métodos para enriquecer o ateliê de projeto, e recomenda que o ensino seja flexível, acolhendo demandas e dificuldades diversas.

Portanto, oferecer novas ferramentas para auxiliar ao estudante a compreender e visualizar conteúdos é importante como um estímulo à sua criatividade, ao permitir diferentes maneiras de expressão.

3 Método e desenvolvimento do trabalho

O objetivo foi produzir animações que apresentassem conceitos da geometria e sua exibição para discentes de graduação de arquitetura e urbanismo em suporte online, para posterior avaliação da ferramenta para o ensino de geometria.

O propósito foi oferecer uma alternativa à apresentação gráfica estática usualmente utilizada nas escolas. Primeiro, selecionou-se conceitos sobre poliedros com os quais os estudantes têm dificuldade. Optou-se por trabalhar com a representação de poliedros duais e suas simetrias - face a face, vértice a vértice e aresta a aresta.

Dois poliedros são duais se o número de vértices de um é igual ao número de faces do outro ou reciprocamente. Assim, trabalhamos com os seguintes poliedros e seus duais: Hexaedro e Octaedro, tetraedro e tetraedro e dodecaedro e icosaedro.

Três animações foram produzidas (uma para cada poliedro e seu dual), em duas etapas, de forma a explicar os conceitos das três simetrias.

Na primeira etapa, um pré-teste, os vídeos 01 e 02 foram criados, disponibilizados e avaliados pelos participantes da pesquisa. Com esses resultados, foi preparada a segunda eta-

pa, em que os curtas 01 e 02 tiveram alguns de seus aspectos corrigidos e a animação 03 foi elaborada. Ao final, todas foram novamente disponibilizadas e avaliadas pelos discentes.

As animações foram concebidas na técnica de *stop-motion*, que foi eleita por dar uma ideia mais palpável, e transmitir mais facilmente a percepção de forma e volume, com um baixo tempo e custo de produção (Figura 1). Estabeleceu-se a preferência pelo uso de programas/aplicativos gratuitos, ou de programas disponibilizados pela instituição de ensino na qual se desenvolveu a pesquisa, favorecendo sua replicação em futuras pesquisas.

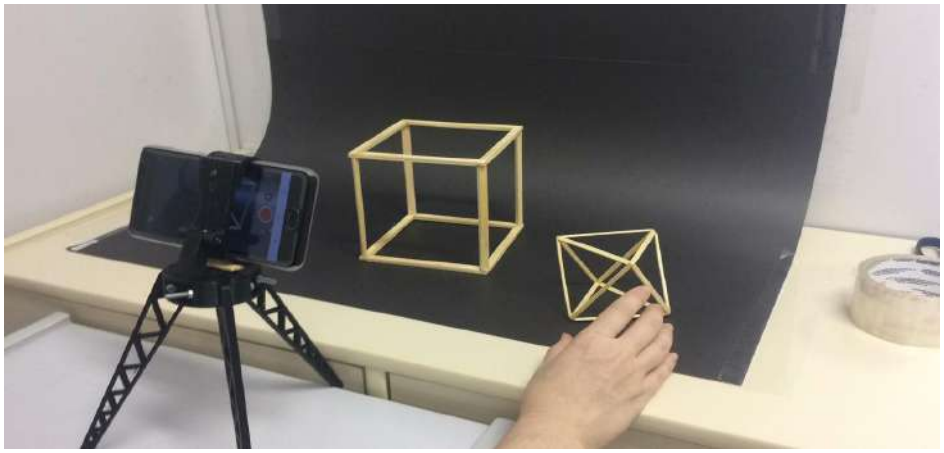


Figura 1 – Produção das animações.
Fonte: Os autores, 2019.

A captura das imagens foi realizada utilizando um smartphone, no qual foi instalado um aplicativo gratuito e de fácil aprendizagem - *Estúdio Stop Motion*. Este programa permite acelerar o processo de produção da animação, uma vez que proporciona a sua visualização à medida que as fotografias vão sendo registradas, e também a sobreposição do quadro anterior à fotografia atual.

Uma vez que foram geradas, as fotografias foram trabalhadas em um programa de edição de imagem oferecido pela instituição de ensino (Adobe Photoshop), que possibilitou o ajuste do tempo e velocidade, ou seja, o número de fotografias por segundo, e a inserção de efeitos visuais, legendas explicativas e a exportação do arquivo final nos parâmetros necessários para sua publicação online. O tempo total de elaboração dos curtas está especificado na Tabela 1.

Tabela 1 – Aspectos da produção das animações

Animação	**Duração (seg)**	**Tempo de captura das imagens (minutos)**	**Tempo de edição (minutos)**	**Tempo total de produção (hora:minuto)**
01	14	45	55	1:40
02	15	45	80	2:05
03	64	40	90	2:10
01 – após ajuste	35	-	20	2:00
02 – após ajuste	37	-	20	2:25

Fonte: Os autores, 2019.

Os vídeos produzidos em cada etapa foram disponibilizados na internet, onde ficaram abertos para acesso pelo período de 48 horas. Junto foi apresentado um breve questionário

sobre a validade da animação com o propósito de passar conceitos de geometria, além de listar as dificuldades apontadas pelos estudantes.

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam respectivamente quadros das animações 01 - hexaedro e octaedro, 02 - tetraedro com tetraedro, e 03 – dodecaedro e icosaedro.

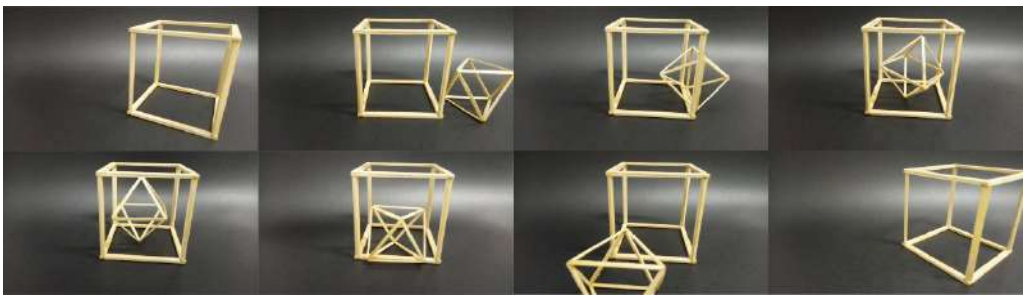


Figura 2 – Quadros da animação 01.
Fonte: Os autores, 2019.

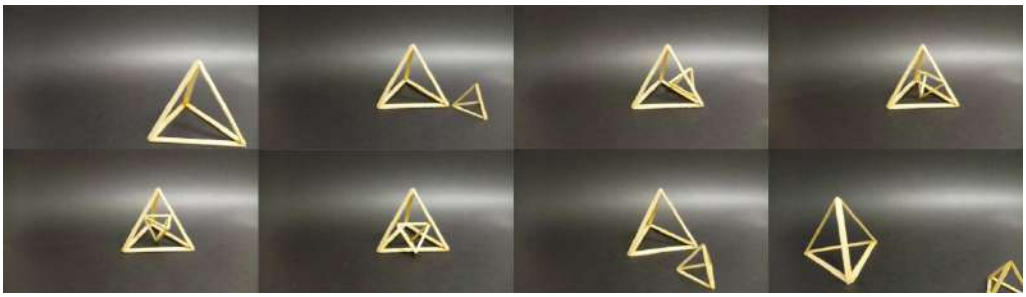


Figura 3 - Quadros da animação 02.
Fonte: Os autores, 2019.

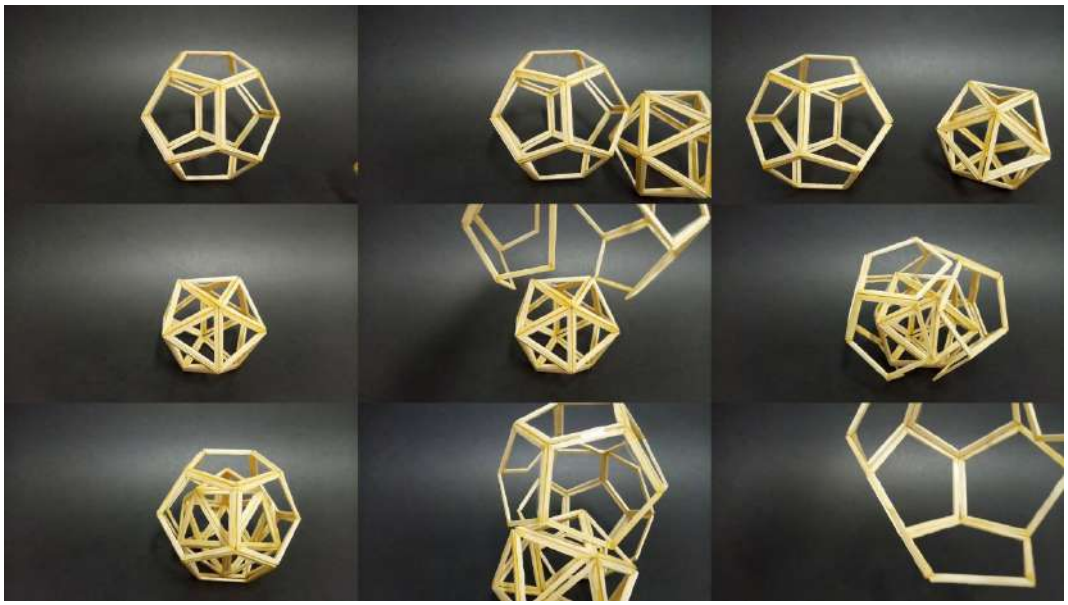


Figura 4 - Quadros da animação 03.
Fonte: Os autores, 2019.

4 Teste das animações

Os curtas foram hospedados no *Youtube* e divulgados no grupo de arquitetura de uma Universidade, junto com um questionário estruturado, cujos dados foram avaliados qualitativamente a partir da opinião das pessoas que responderam às perguntas.

No pré-teste foram obtidos 52 retornos no período de 48 horas, ao passo que no seguinte contou com as respostas de 43 usuários no mesmo período. Desses, respectivamente 34,6% e 37,2% já tinham um conhecimento prévio sobre simetria de poliedros (Figura 5).

Figura 5 – Gráfico dos aspectos compreendidos nas animações.
Fonte: Os autores, 2019

Com relação à duração do vídeo, no experimento preliminar, 50% julgaram que foi suficiente para a compreensão dos conceitos. Em contrapartida, o restante opinou que poderia ser mais lento. Na avaliação subsequente, com as alterações realizadas, 88,4% declarou que o tempo estava de acordo com o conteúdo, enquanto 9,3% ainda o consideraram rápido e 2,3% vagaroso. A Figura 6 apresenta os tópicos explorados nas animações:

Figura 6 – Compreensão dos conceitos expostos.
Fonte: Os autores, 2019.

Sobre cada um dos conceitos de simetria expostos no vídeo, no pré-teste, 94% responderam ter compreendido a simetria de face, 98% a simetria de aresta e 70% a simetria de

vértice (Figura 7). Logo, quase a totalidade dos acadêmicos apreendeu os conceitos de simetria de face e de aresta, mas 30% tiveram alguma dificuldade com a simetria de vértice.

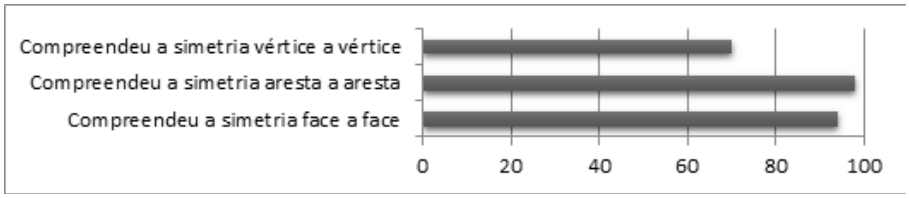


Figura 7 – Gráfico dos aspectos compreendidos nas animações.
Fonte: Os autores, 2019.

Na etapa seguinte as simetrias de face foram assimiladas por 95,3%, enquanto a de aresta alcançou a todos e a de vértice por 88,4%. (Figura 8). Portanto, houve uma expressiva melhora na transmissão de conhecimento do primeiro para o segundo experimento.

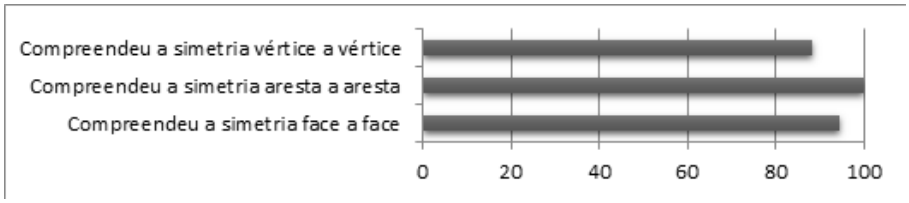


Figura 8 – Gráfico dos aspectos compreendidos nas animações.
Fonte: Os autores, 2019.

Quanto às dificuldades, no primeiro momento, 37,3% responderam ter na percepção das simetrias, 13,7% em entender o que são os vértices, 3,9% em assimilar o que são arestas, 2% em apreender o que são faces, e ainda 2% afirmaram não compreender nada, ao passo que 51% declararam não possuir qualquer adversidade (Figura 9).

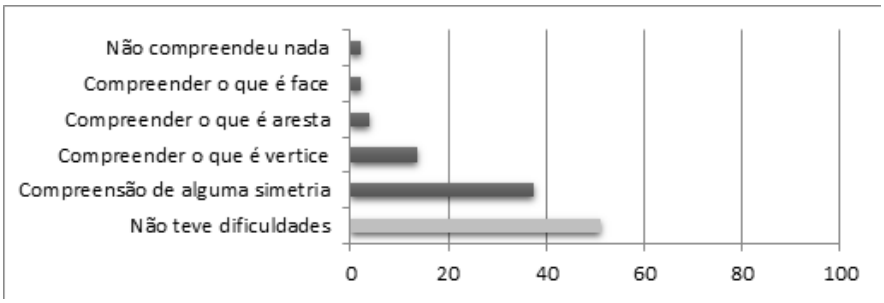


Figura 9 – Gráfico das dificuldades apontadas na compreensão das animações.
Fonte: Os autores, 2019.

Portanto, apesar de poucos disporem de um conhecimento prévio sobre simetria de poliedros, a maioria o assimilou, ainda que exista uma dificuldade considerável no entendimento das simetrias (37,3%) e do que são vértices (13,7%).

No estágio seguinte, os resultados mostram que 16,3% tiveram algum impedimento com relação às simetrias, 2,3% em visualizar o que são arestas ou vértices, 4,7% na apreensão de faces, 2,3% declararam não assimilar absolutamente e 83,7% afirmaram não ter problemas no exercício (Figura 10).

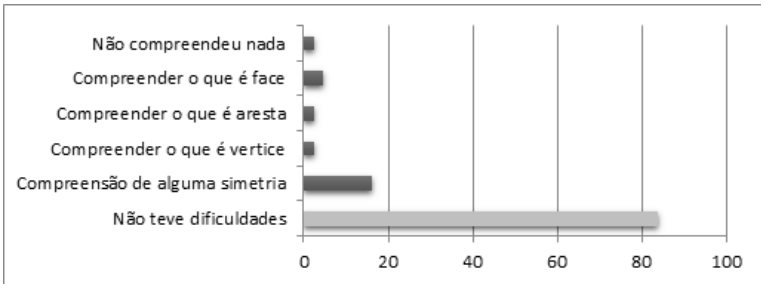


Figura 10 – Gráfico das dificuldades apontadas na compreensão das animações.
Fonte: Os autores, 2019.

Ao serem perguntados sobre a validade da ferramenta como instrumento de ensino, 88,5% pensam que a utilização de animações, contrariamente às imagens estáticas, ajuda a assimilação do conteúdo, 3,8% responderam que não, e o restante não opinou. No segundo momento, 97,7% considerou a ferramenta válida e 2,3% não respondeu.
Ainda a respeito da relevância da animação, 94,2% julgaram ser efetiva na compreensão de outros conceitos da geometria, 1,9% discordaram e o remanescente respondeu não saber. No caso posterior, 97,7% opinaram ser útil o procedimento, e o remanescente não soube dizer.

5 Conclusão

A animação nesse estudo se revelou muito relevante na demonstração de conteúdos da geometria, de modo que possibilitou novas formas de expor e entender o tema, contribuindo para uma formação acadêmica dentro do contexto atual e dos dispositivos digitais.

Os resultados de conhecimento prévio dos pontos trabalhados nas animações mostraram que a grande maioria dos graduandos de arquitetura não tinha contato anterior, conjuntura que está de acordo com as investigações de Valcarce e Dias (2018), que aponta a falta de uma base estruturante em matemática e geometria nos anos de educação fundamental e média. As maiores dificuldades foram registradas no entendimento da simetria por vértice no pré-teste, posteriormente alcançando melhores respostas após uma revisão na representação desses conceitos.

A aceitação da técnica por parte dos universitários com relação aos vídeos em lugar de imagens estáticas e a eficácia do método na assimilação do assunto está conforme as explorações de Lima, Haguenauer e Cunha (2007), Pereira, Pinheiro e Vaz (2013) e Milovanovic, Obradovic e Milajic (2013), que defendem o emprego de multimídias na apresentação de matéria da geometria e resolução de problemas, relatando a receptividade positiva dos alunos pela tecnologia empregada.

O fato de toda a oficina ter sido elaborada com equipamentos acessíveis e fáceis de configurar facilita sua replicação e desenvolvimento em futuras pesquisas, e, além disso, concorda com Lima, Haguenauer e Cunha (2007) na afirmativa de o ensino via Internet não ser apenas sobre o uso de novas tecnologias como também a redescoberta e aplicação de conhecimentos e ferramentas já solidadas.

Para a continuação da pesquisa, sugere-se um novo estudo com grupo de controle, em que o ensino dos conteúdos seja feito do modo tradicional, para comparação dos resultados, e maior duração da etapa de transmissão de conhecimento, para ampliar a abordagem de diferentes conceitos.

Agradecimentos

Agradecemos a CAPES pelo financiamento desta pesquisa.

Referências

FERREIRA, Bruno Leite; CORREIA, Ana Magda Alencar. ENGENDRAMENTO DOS POLIEDROS PLATÔNICOS. **Educação Gráfica**, Bauru, v. 13, n. 2, p.141-162, jun. 2009. Trimestral.

GARDNER, Howard. **Estruturas da mente**: a teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 340 p. Tradução Sandra Costa.

KOWALTOWSKI, D., BIANCHI, G. & PETRECHE, J. (2011). A Criatividade no processo de projeto. In: KOWALTOWSKI, D.C.C.K.; MOREIRA, D.C.; PETRECHE, J.R.D.; FABRICIO, M.M.. (Orgs.). **O processo de projeto em arquitetura**: da teoria à tecnologia. 1ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, p. 21-56.

LAYBOURNE, Kit. **The animation book**: a complete guide to animated filmmaking, from filpbooks to sound cartoons. New York: Crown Publishers, 1998.

LIMA, Alvaro José Rodrigues de; HAGUENAUER, Cristina Jasbinschek ; CUNHA, Gerson Gomes. **Ead e Ensino Presencial de Geometria Descritiva**. Curitiba: ABED, 2007.

MILOVANOVIÜ, Marina; OBRADOVIÜ, Msc Jasmina; MILAJIÜ, Aleksandar. APPLICATION OF INTERACTIVE MULTIMEDIA TOOLS IN TEACHING MATHEMATICS: EXAMPLES OF LESSONS FROM GEOMETRY. **Tojet: The Turkish Online Journal of Educational Technology**. Adapazarı, p. 19-31. jan. 2013. Disponível em: <http://www.tojet.net/articles/v12i1/1213.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2019.

PEREIRA, Danilo Candido; PINHEIRO, João Vitor Lins; VAZ, Carlos Eduardo Verzola. I LOVE EDROS: UM GAME EDUCACIONAL PARA O ENSINO DA GEOMETRIA. **Graphica**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p.56-66, nov. 2013. Disponível em: <http://graphica2013.ufsc.br/>. Acesso em: 27 fev. 2019.

União Internacional dos Arquitetos, UIA. **Carta para a Educação dos Arquitetos**. 2011. Disponível em: <http://cialp.org/documentos/1439567302V4pFQ3qn3Jd55EK0.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2018.

VALCARCE, Pedro Raphael Azevedo; DIAS, Maria Angela. O Ensino da Geometria nas Faculdades Federais de Arquitetura e Urbanismo do estado do Rio de Janeiro. **Revista Geometria Gráfica**, Pernambuco, v. 2, n. 2, p.56-68, dez. 2018. Semestral.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

UMA EXPERIÊNCIA COM O USO DE FERRAMENTAS CAD/BIM NA DISCIPLINA DESENHO GEOMÉTRICO E GEOMETRIA DESCRITIVA

BARISON, Maria Bernardete[1],
SANTOS, Eduardo Toledo[2],

Resumo

Este artigo apresenta uma experiência com o uso de ferramentas CAD/BIM na disciplina Desenho Geométrico e Geometria Descritiva (DG e GD) que é ofertada pelo Departamento de Matemática para o primeiro ano do curso de Arquitetura e Urbanismo de uma universidade pública do norte do Estado do Paraná, Brasil. Desde 1995, uma ferramenta CAD (AutoCAD) vem sendo utilizada pelos estudantes desta disciplina para reproduzir no computador figuras geométricas desenhadas à mão, assim como, visualizar em 3D, objetos representados por meio de perspectivas e vistas ortográficas. Entretanto, há dois anos, foi também introduzido no ensino o uso de uma ferramenta de autoria BIM (REVIT). Esta experiência aconteceu a partir de 2017 com sessenta alunos do primeiro ano do curso. Ao final daquele ano os alunos responderam a um questionário online com o objetivo de identificar as suas percepções quanto à experiência com o uso do REVIT, em relação ao uso do AutoCAD. Os resultados são apresentados e discutidos neste artigo.

Palavras-chave: CAD; BIM; Desenho Geométrico e Geometria Descritiva; Arquitetura; Ensino.

Abstract

This article presents an experiment on the use of CAD/BIM tools in the Geometric Design and Descriptive Geometry (GD and DG) discipline that is offered by the Department of Mathematics for the first year of Architecture and urbanism course of a public university in the north of the State of Paraná State, Brazil. Since 1995, a CAD tool (AutoCAD) has been used by the students of this discipline to reproduce in the computer geometric figures drawn by hand, as well as, to visualize in 3D, objects represented by means of perspectives and orthographic views. However, two years ago, the use of a BIM authoring tool (REVIT) was also introduced. The study took place from 2017 with sixty students attending the course. At the end of that year, the students answered an online questionnaire to identify their perceptions about the learning on Revit, compared to AutoCAD. The results are presented and discussed in this article.

Keywords: CAD; BIM; Geometric Design and Descriptive Geometry; Architecture; Teaching.

1 Universidade Estadual de Londrina, barison@uel.br
2 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, etoledo@usp.br

1 Introdução

O Desenho Geométrico (DG) se caracteriza por determinados processos, os quais se constituem em uma ferramenta para a resolução gráfica de problemas geométricos. Tais processos fazem uso da régua e do compasso, entretanto, também pode ser utilizada uma ferramenta CAD (*Computer-Aided Design*), considerando a grande precisão dessa ferramenta, se comparada ao uso da régua e do compasso.

A Geometria Descritiva (GD), por sua vez, se caracteriza por representar objetos de três dimensões mediante projeções em planos ortogonais. Por meio dessas projeções é possível medir distâncias e ângulos, além de calcular áreas e volumes.

O ensino de GD é fundamental para a arquitetura, uma vez que desenvolve a capacidade de visualização espacial. A construção de maquetes físicas e virtuais também pode auxiliar no desenvolvimento da capacidade de visualização espacial. Segundo Veide e Strozheva (2015), além de disciplinas gráficas tradicionais, a modelagem em CAD 3D, aplicativos de realidade aumentada e aplicativos gráficos baseados na Web, entre outras, são diferentes ferramentas e metodologias que podem desenvolver essa capacidade.

Contudo, embora muitas escolas tenham ensinado a modelagem CAD 3D, nem sempre elas focalizam o ensino de ferramentas da área da construção civil (SCHEER et al. 2007) como, por exemplo, uma ferramenta de autoria BIM (*Building Information Modeling)* ou Modelagem da Informação da Construção.

A partir de 2003, muitas escolas, principalmente nos Estados Unidos, passaram a ensinar ferramentas BIM para alunos de arquitetura (BARISON; SANTOS, 2018). Entretanto, no Brasil, foram verificadas no período 2004 a 2009, apenas quatro experiências com o uso de uma ferramenta BIM em disciplina curricular de informática para estudantes de arquitetura (BARISON, 2015).

Desde então, pesquisas sobre o ensino de BIM têm procurado responder à questão: “Como introduzir BIM no currículo de arquitetura sem, contudo, aumentar a sua carga horária”. Chegou-se à conclusão que o conceito BIM pode ser ensinado em várias disciplinas do currículo, desde que exista uma análise prévia de quais competências BIM são compatíveis com os objetivos de cada disciplina.

Neste artigo relatamos uma experiência desenvolvida com sessenta estudantes da disciplina Desenho Geométrico e Geometria Descritiva (DG e GD) do primeiro ano do curso de arquitetura de uma universidade pública do norte do Estado do Paraná. Desde 1996, temos ensinado uma ferramenta CAD (AutoCAD) para os estudantes desta disciplina, de forma que eles possam reproduzir no computador figuras geométricas desenhadas à mão, assim como, visualizar em 3D, objetos representados por meio de perspectivas ortográficas (BARISON, 1996). Entretanto, a partir de 2017, passamos também a ensinar uma ferramenta de autoria BIM (REVIT).

O objetivo do presente estudo é identificar e analisar as percepções dos estudantes quanto à utilização da ferramenta de autoria BIM (REVIT), em comparação com a ferramenta CAD (AutoCAD), na melhoria da aprendizagem de conteúdos da disciplina DG e GD, assim como, apresentar as mudanças efetuadas nas atividades da disciplina, a partir das sugestões dos estudantes.

2 Revisão da literatura

A literatura sobre o ensino de BIM aponta para a introdução de conceitos BIM em disciplinas isoladas do currículo, desde que introduzido de forma adequada aos objetivos da disciplina.

Checcucci e Amorim (2014) propuseram que cada professor utilize uma tabela na qual seja possível identificar, para sua disciplina, quais conceitos de BIM podem ser desenvolvidos. Barison e Santos (2014a, 2014b) desenvolveram um sistema online com um questionário que, ao ser respondido, produz um relatório indicando quais conceitos BIM pode-se ensinar numa disciplina.

Algumas escolas de arquitetura têm decidido introduzir o BIM em toda a grade curricular (BATISTELLO; BALZAN; PEREIRA, 2019) ou em disciplinas específicas, sendo que uma das disciplinas contempladas é a GD. São exemplos: (a) o curso de arquitetura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (UFF) em Campos dos Goytacazes no Estado do Rio de Janeiro; (b) a Riga Technical University (RTU) em Riga na Letônia e (c) a Czech Technical University (CTU) em Praga na República Checa.

Na UFF, inicialmente, foram identificadas algumas disciplinas que possuem interface com o BIM e, a partir disso, foi elaborado um modelo piloto sobre o qual os professores pudessem trabalhar os conteúdos de suas respectivas disciplinas. Algumas características do projeto piloto foram pensadas para, também, incluir conteúdos de outras disciplinas, como, por exemplo, o uso de várias águas na cobertura, que foi sugestão da professora de GD (PEREIRA FILHO; BARRETO, 2018).

Na RTU, ferramentas BIM (ArchiCAD e REVIT) e aplicativos de Realidade Aumentada (RA) foram utilizados na disciplina "*Civil Engineering Graphics*" para criar modelos 3D e, assim, proporcionar uma rápida compreensão de problemas espaciais complicados, além de tornar os exercícios mais atrativos para os estudantes. Tais exercícios envolvem a construção de maquetes físicas e virtuais de telhados, assim como, a modelagem de casas com dois pavimentos e visualização por meio de realidade aumentada (VEIDE, STROZHEVA, 2015).

Na CTU, estudantes de um curso de CAD do primeiro ano escolheram qual ferramenta CAD/BIM gostariam de aprender. A maioria optou pelo AutoCAD (60,8%), seguido do ArchiCAD e do REVIT, ambos com o mesmo porcentual (16,2%). Os estudantes que optaram pela ferramenta BIM foram capazes de resolver problemas da disciplina GD (VINSOVÁ, ACHTEN e MATEJOVSKÁ, 2015).

No presente estudo, analisamos inicialmente, algumas caraterísticas da disciplina DG e GD com relação ao BIM, como por exemplo: (a) qual é o nível de proficiência BIM para a disciplina; (b) quais competências desenvolver e (c) quais conteúdos abordar.

Seguindo a recomendação de Barison (2015), classificamos a disciplina DG e GD como Nível Introdutório, no qual recomenda-se ensinar competências de um Modelador BIM. Assim, os conteúdos a serem explorados nesta disciplina são: 'Modelagem 3D' e 'Extração de Documentação'.

3 Metodologia da Pesquisa

Como fundamentação metodológica, optamos pelo método Pesquisa Ação (TRIPP, 2005), considerando que, neste caso, é o próprio professor quem introduz as inovações em sua disciplina e, posteriormente, analisa os resultados da pesquisa.

Inicialmente, identificamos quais exercícios de DG e GD são resolvidos pelos alunos nas aulas teóricas e, posteriormente, são reproduzidos pelos estudantes durante as aulas práticas, utilizando uma ferramenta CAD.

Como já possuíamos algum conhecimento da ferramenta BIM, no caso o REVIT, após alguns estudos produzimos dois tutoriais. Com o apoio dos tutoriais e a nossa orientação, todos os estudantes aprenderam a utilizar o REVIT, modelando um dos projetos ensinados nos tutoriais.

Para auxiliar na compreensão de um dos conteúdos da disciplina, no último bimestre de 2017, os estudantes modelaram um pequeno projeto criado por eles próprios e semelhante à maquete construída no exercício de 'Rebatimento e Telhados'.

No final do ano letivo de 2017, enviamos para os estudantes um questionário online contendo perguntas objetivas e subjetivas para conhecer suas percepções quanto à importância de se utilizar ferramentas CAD/BIM na disciplina. Após analisarmos os resultados do questionário, decidimos atender a algumas sugestões dos estudantes. Assim, para o ano letivo de 2018 efetuamos algumas mudanças nas atividades discentes. Uma delas é a inclusão, logo no início da disciplina, de um exercício de modelagem BIM de um terreno. Outra mudança é a modelagem de uma residência, cujo projeto deve ser reproduzido de uma revista. A seguir, apresentaremos essas atividades, após uma breve explanação da disciplina.

4 A Disciplina Desenho Geométrico e Geometria Descritiva (DG e GD)

Esta disciplina é ofertada para alunos do primeiro ano do curso de arquitetura. Ela possui 170 horas (102 teóricas mais 68 práticas). Nas aulas teóricas são desenvolvidas habilidades no uso de instrumentos tradicionais de desenho (régua, compasso, transferidor e esquadros). Os estudantes aprendem a representação em 2D e em 3D, manipulam material concreto, constroem maquetes e visualizam aplicações de DG e GD em arquitetura. Na Tabela 1 é possível observar quais são os conteúdos abordados na disciplina.

Nas aulas práticas, são utilizadas ferramentas CAD/BIM para reproduzir desenhos e maquetes construídos durante as aulas teóricas.

Tabela 1 – Conteúdos de DGGD

Bimestre I	**Bimestre II**	**Bimestre III**	**Bimestre IV**
Retas	Tangência	Estudo do Ponto	Rebatimento e Telhados
Ângulos	Concordância	Estudo da reta	Seção por Plano
Segmentos	Curvas cônicas	Estudo do Plano	Prisma e cilindro
Proporção	Perspectivas	Rotação e rebatimento	Pirâmide e cone
Circunferência	Projeções	Mudança de Planos	Interseção
Polígonos	Método de Monge	Segmentos	Superfícies não desenvolvíveis

Fonte: Autores

4.1 Atividades desenvolvidas pelos estudantes

Ao final de cada bimestre, o estudante desenvolve um ou dois trabalhos individuais. No primeiro bimestre, o aluno reproduz um desenho decorativo utilizando uma ferramenta CAD (AutoCAD) conforme mostra a Figura 1. Cada aluno constrói um desenho decorativo diferente que é extraído de revistas e livros.

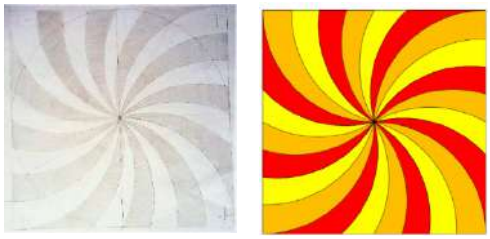


Figura 1 – Desenho decorativo.
Fonte: Autores

Outro trabalho desenvolvido no primeiro bimestre, é a representação de um terreno utilizando instrumentos tradicionais e uma ferramenta CAD (AutoCAD). A partir de 2018, os alunos passaram a representar este terreno utilizando, também, uma ferramenta BIM (REVIT). Este exercício é uma atividade da aula sobre ângulos e segmentos. Nesse caso, cada aluno modelou um terreno diferente.

No segundo bimestre, o aluno desenvolve dois trabalhos: um igual para todos os alunos e um trabalho diferente para cada aluno. O primeiro é a reprodução de um elemento de arquitetura. Em 2018, todos os alunos representaram um vitral (Rosácea da Catedral de Nossa Senhora de Paris) utilizando o AutoCAD (ver Figura 2).

Figura 2 – Rosácea.
Fonte: Autores

O segundo trabalho é a reprodução da fachada de uma construção antiga, também, utilizando instrumentos tradicionais e uma ferramenta CAD, conforme mostra a Figura 3.

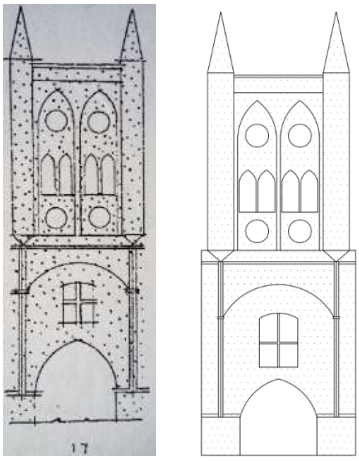


Figura 3 – Fachada de uma construção antiga.
Fonte: Autores

No terceiro bimestre, os estudantes aprendem a modelagem de sólidos. Cada estudante cria uma edificação em 3D na ferramenta CAD, utilizando como módulo a fachada da construção antiga já representada por ele, durante o segundo bimestre (ver Figura 4).

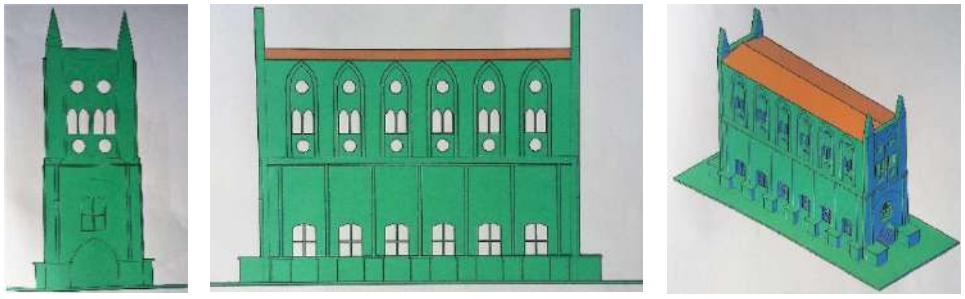


Figura 4 – Edificação em 3D criada pelo estudante.
Fonte: Autores.

No quarto bimestre, os estudantes desenvolvem um trabalho que é a representação de um telhado de uma residência unifamiliar. Em 2017, os estudantes utilizaram o REVIT para modelar a maquete que eles haviam criado para o telhado resolvido em sala de aula. Contudo, eles não tinham um projeto para reproduzir e isto fez com que eles perdessem muito tempo para conseguir dimensionar o projeto. Para solucionar este problema, em 2018, o projeto cujo telhado deveria ser resolvido no papel e modelado em BIM, foi extraído de uma revista, conforme mostra a Figura 5. Cada estudante desenvolveu um projeto diferente.

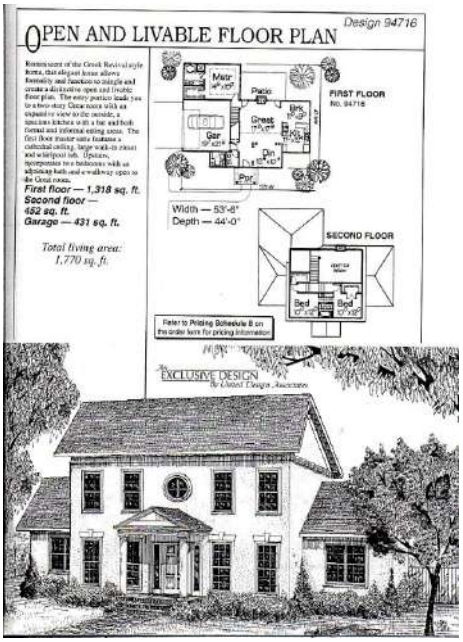


Figura 5 –Edificação em 3D criada pelo estudante.
Fonte: Mc NAIR III, J. D. New Home Plans for 1998. Waterloo: The Garling House Company. 1997

Antes de modelar o projeto utilizando o REVIT, os alunos representam o telhado em vistas superior, frontal e lateral. Em seguida, eles encontram as verdadeiras grandezas (VGs) utilizando o método descritivo 'Rebatimento' e planificam a superfície do telhado, para então, construir a maquete (ver Figura 6).

Figura 6 – Projeto de residência unifamiliar.
Fonte: Autores

Após construir a maquete da residência, os estudantes a modelam, utilizando uma ferramenta BIM, e extraem a documentação do modelo BIM. Alguns estudantes que tiveram dificuldades na construção das vistas do telhado, conseguiram planificá-lo utilizando as vistas geradas a partir do modelo BIM. A Figura 7 apresenta algumas documentações extraídas do modelo BIM.

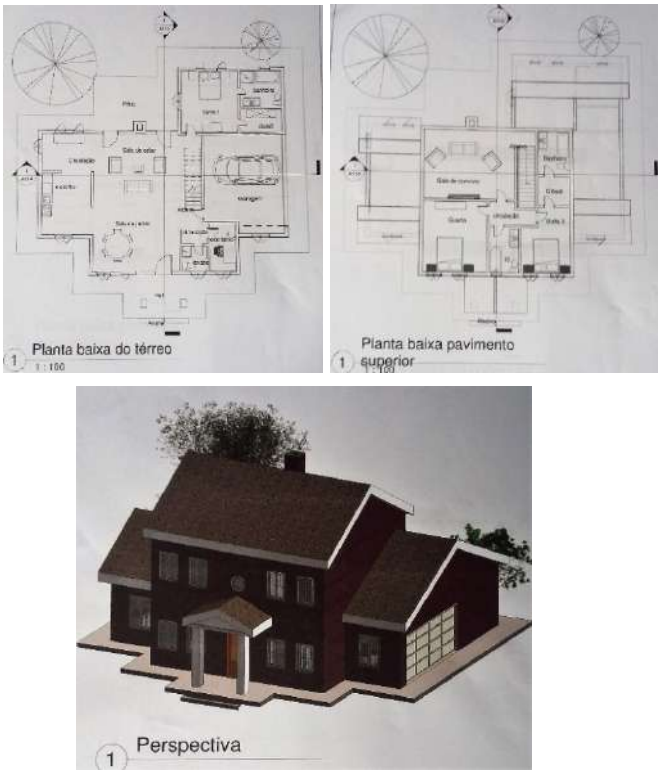


Figura 7 – Documentações extraídas do modelo BIM.
Fonte: Autores

5 Resultados

Em fevereiro de 2018, enviamos um questionário online para os 60 alunos que cursaram a disciplina DG e GD em 2017. Contudo, apenas 21 alunos (35%) responderam ao questionário. Entre os respondentes, a grande maioria, que corresponde a 95%, afirmou conhecer o conceito BIM, enquanto que 85,7% conheceram BIM na própria disciplina e apenas 9,5 % conheceram BIM pela Internet (ver Figura 8).

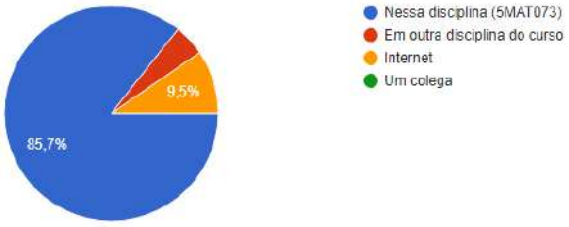


Figura 8: Forma como os estudantes conheceram o conceito BIM.
Fonte: Autores.

Oito respondentes definiram o conceito BIM, conforme mostra A Figura 9.

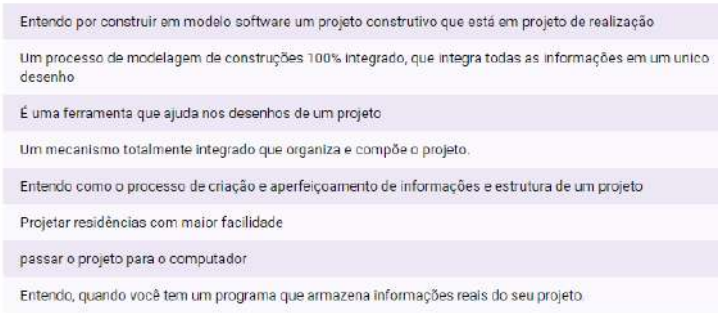


Figura 9 - Definição do conceito BIM, segundo a percepção dos estudantes.
Fonte: Autores

Sobre a importância de aprender REVIT na disciplina, 52,4% consideram muitíssimo importante, 33,3% consideram importante e 14,3% consideram de média importância (ver Figura 10).

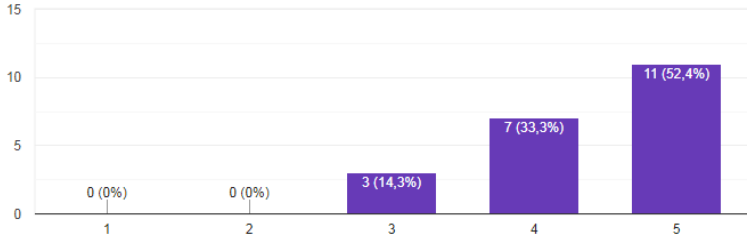


Figura 10 - Percepção dos estudantes quanto à importância de aprender REVIT na disciplina.
Fonte: Autores

A maioria dos respondentes (66,7%) teve pouca dificuldade para aprender o REVIT e 28% teve média dificuldade (ver Figura 11).

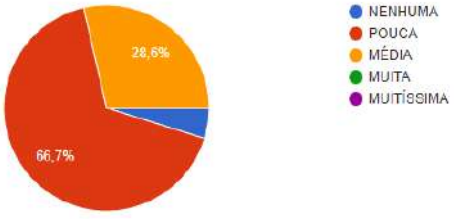


Figura 11 - Percepção dos estudantes quanto à dificuldade para aprender REVIT .
Fonte: Autores

Os estudantes apontaram quais dificuldades eles tiveram na aprendizagem do REVIT (ver Figura 12).

Tive dificuldade em ter pouco tempo para trabalhar e aprender mais sobre o programa
Encontrar os comandos a serem utilizados
Como plotar em folhas de tamanhos diferentes das oferecidas
Por estar acostumado a desenhar com o AutoCAD, tive dificuldade em conseguir visualizar o projeto como um todo, como a planta era ao mesmo tempo corte e elevação, além de não encontrar alguns comandos que dificultavam a modelagem
Plotar, fazer paredes.
Tive dificuldades para entender como funciona o programa e onde ficavam as ferramentas, mas depois de praticar, ficou mais fácil
Pouco tempo para desenvolvimento
Na montagem da prancha, configurar em A3, ou A4
Senti um pouco de dificuldade na hora de criar as tabelas que especificavam as portas e janelas
A diferença nos comandos em relação o AutoCAD.

Figura 12 - Dificuldades apontadas pelos estudantes quanto à aprendizagem do REVIT.
Fonte: Autores

Os estudantes reconhecem a importância de conhecer ferramentas de modelagem, 85,7% consideraram que existe muita ou muitíssima vantagem em aprender REVIT na disciplina (ver Figura 13).

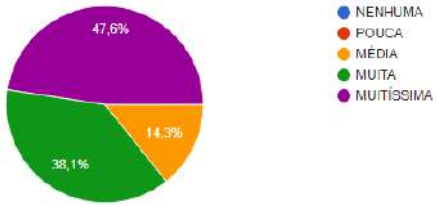


Figura 13 - A vantagem de se aprender REVIT na disciplina.
Fonte: Autores

As vantagens apontadas pelos estudantes são: (a) melhoria na percepção espacial; (b) rapidez e sofisticação; (c) manter-se atualizado; (d) melhor visualização do projeto e (e) facilidade para montar uma prancha.

Quanto ao ensino de REVIT e/ou AutoCAD na disciplina, todos os respondentes (100%) consideram que o REVIT deveria ser ensinado em paralelo com o AutoCAD e desde o início do ano letivo. Doze alunos justificaram esta afirmação, conforme mostra a Figura 14.

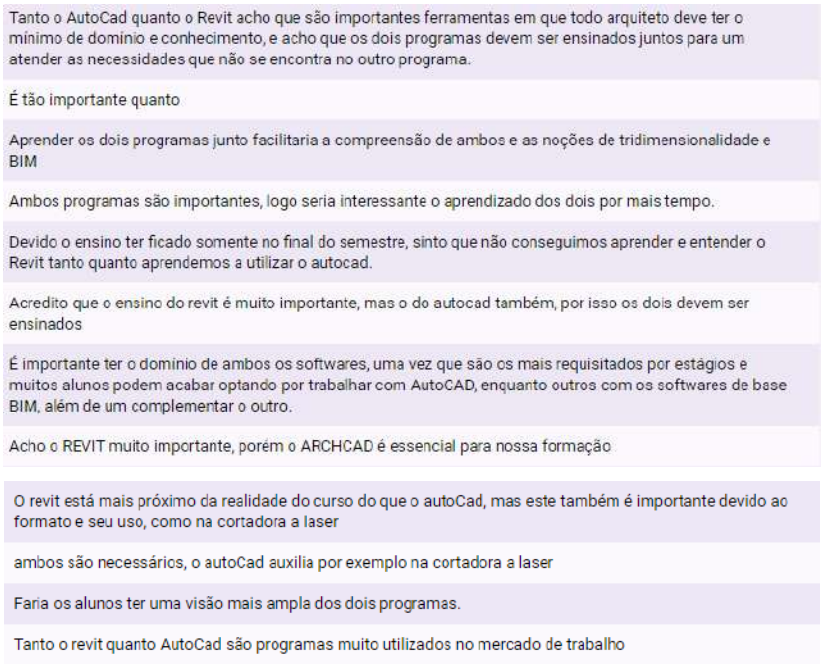


Figura 14 - Justificativas quanto a ensinar REVIT e AutoCAD desde o início do ano letivo.
Fonte: Autores

6 Discussão

A maioria dos estudantes que cursaram a disciplina DG e GD em 2017 conheceu o conceito BIM na própria disciplina. A internet também foi uma forma de o aluno tomar conhecimento sobre o BIM, assim como, por meio de aula com o professor da disciplina 'Materiais de Construção I'. Porém, a compreensão do estudante quanto ao significado do conceito BIM ainda é um pouco vaga e confusa.

De uma forma geral, os estudantes consideraram importante aprender uma ferramenta de autoria BIM, o que lhes proporcionou muitas vantagens, tais como: uma melhoria na percepção e visualização espacial do projeto e rapidez/facilidade para gerar a documentação de projeto.

O REVIT não foi percebido como uma ferramenta difícil para aprender. Entretanto, algumas dificuldades surgiram devido à escassez de tempo para aprendizagem, principalmente da interface, que é bastante diferente do AutoCAD. Os alunos consideram que a ferramenta BIM deveria ser ensinada em paralelo com a ferramenta CAD, e desde o início do ano. Esta seria, segundo eles, uma forma de explorar ambos os programas, igualmente importantes, e conforme os recursos que cada software tem a oferecer.

Devido à essa sugestão, as atividades discentes da disciplina DG e GD foram modificadas passando a incluir, a partir de 2018, desde o segundo bimestre, o uso de uma ferramenta BIM, conforme foi explanado no tópico 4.1.

Uma dificuldade que encontramos foi a falta de computadores adequados em alguns laboratórios da instituição. Outra dificuldade foi quanto à entrega dos trabalhos pelos alunos, realizada por e-mail. Para resolver esse problema, passamos a utilizar a plataforma Moodle na disciplina. Entretanto, o limite máximo para o tamanho dos arquivos no Moodle não suporta o tamanho do arquivo do REVIT. Assim, a plataforma Moodle foi utilizada apenas para salvar e armazenar os arquivos DWG e PDF.

7 Conclusão

Esta experiência deu a oportunidade para os alunos de resolver, usando uma ferramenta BIM, dois problemas abordados na disciplina: o primeiro, relacionado com ângulos e traçado de curvas de nível e o segundo, relacionado com rebatimento de telhados. Na nossa percepção que, evidentemente se pauta nos resultados desse estudo, a ferramenta BIM ajudou o aluno a visualizar as superfícies estudadas. Além disso, o estudante teve a oportunidade de conhecer a interface e as vantagens de uma ferramenta BIM logo no início da disciplina, como também, do curso de arquitetura.

Na percepção dos estudantes que cursaram a disciplina em 2017 esta experiência foi importante. A ferramenta BIM os ajudou a compreender o que acontece no espaço tridimensional e que é representado em duas dimensões. O ensino de uma ferramenta BIM na disciplina é, também, uma forma de mantê-los atualizados.

Na próxima etapa desta pesquisa, investigaremos com os alunos que cursaram a disciplina DG e GD em 2018, qual é a percepção deles, quanto à importância da utilização do REVIT em paralelo com AutoCAD, desde o início do ano, assim como, quanto às mudanças efetuadas nas atividades discentes.

Referências

BARISON, Maria Bernardete. **Uma alternativa metodológica para introduzir recursos computacionais no ensino de Desenho Geométrico e Geometria Descritiva**. **Semina**: Ci. Soc./ Hum., v.17, Ed. Especial, p. 28-37, nov. 1996.

_____. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista**. **Tese** (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2015. 387 p.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. **Advances in BIM Education**. In: Ivan Mutis; Renate Fruchter; Carol Menassa. (Org.). Transforming Engineering Education: Innovative, Computer-Mediated Learning Technologies. 1ed.: ASCE, 2018, v. , p. 1-. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784414866.ch04>.

_____. **A tool for assisting teachers in planning BIM courses**. In: INTERNATIONALCONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, **Proceedings...**. Miami: ISCCBE/CIB/ASCE, 2014a.

_____. **Ferramenta para planejamento de disciplina BIM**. ENTAC 2014. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2014b.

BATISTELLO, Paula; BALZAN, Katiane Laura; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis. BIM no ensino das competências em arquitetura e urbanismo: transformação curricular. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019019, abr. 2019. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/ 8653989. Acesso em: 29 abr. 2019.

CHECCUCCI, Érica de Souza; AMORIM, Arivaldo Leão. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 5, n. 1, jun. 2014.

PEREIRA FILHO, Zander Ribeiro, BARRETO, Ana Julia Carvalhido Izabel. **BIM com interface colaborativa no curso de arquitetura e urbanismo do IFF**. Revista Internacional de Ciências: v.8, n.1, p. 99-114, 2018.

SCHEER, Sergio. et al. The scenario and trends in Brazilian IT Construction Applications' Experience. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 12, p. 193-206, 2007.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VEIDE, Zoja, STROZHEVA, Veronika. **The visualizations methods of geometrical forms in teaching of civil engineering students**. In: 10th International Scientific and Practical Conference. **Proceedings**. ANDERSONS, Janis (Ed.). Rezekne: 10 th ISPC 2015. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/446d/33f2683e0caa77985a10d67fe8d6e1115 fe2. pdf>. Acesso em: 17 abr. 2019.

VINSOVÁ, Ivana, ACHTEN, Henri, MATEJOVSKÁ, Dana. **Integrating BIM in Education: Lessons Learned**. In: eCAADe 2015 33rd Annual Conference. **Proceedings**...Viena: eCAADe 2015. Disponível em: < http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2015_332. content. pdf>. Acesso em: 17 abr. 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ENSINO DO PROJETO DE ARQUITETURA E MODELAGEM ASSOCIADOS AOS SISTEMAS GEOMÉTRICOS DE REPRESENTAÇÃO

XAVIER, Ivan Silvio de Lima[1],

Resumo

Este trabalho apresenta um método de ensino de projeto de arquitetura, que se apoia em conhecimentos e técnicas oriundos dos sistemas geométricos de representação. O processo se desenvolve em três fases – contextualização, espacialização e materialização. Através da fundamentação teórica e da prática de construção de modelos reduzidos, utilizados tanto para o estudo da forma e da estrutura, como para a visualização das representações ortogonais nos planos horizontal e vertical**,** os alunos desenvolvem a criatividade, ampliam seu repertório e aprofundam conhecimentos dos sistemas geométricos e estruturais; tornam-se assim capacitados para apresentar soluções projetuais mais complexas, fundamentadas e com boa articulação com o sistema estrutural adotado. Dessa forma, os projetos dos estudantes adquirem construtibilidade e qualidade.

Palavras-chave: ensino de projeto; sistemas geométricos de representação; contextualização; espacialização; materialização.

Abstract

This work presents a method of teaching architectural design, which relies on knowledge and techniques derived from geometric representation systems. The process is developed in three phases - contextualization, spatialization and materialization. Through the theoretical basis and the practice of constructing reduced models, used both for the study of form and structure, and for the visualization of orthogonal representations in the horizontal and vertical planes, students develop creativity, expand their repertoire and deepen knowledge of the geometric and structural systems; are thus able to present more complex, grounded and well articulated design solutions with the structural system adopted. Student projects acquire constructability and quality.

Keywords: project teaching; geometric representation systems; contextualization; spatialization; materialization.

[1] Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense.
ivan_xavier@id.uff.br

1 Introdução

Este trabalho apresenta um método de ensino desenvolvido no âmbito da disciplina Projeto de Arquitetura III da Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da Universidade Federal Fluminense (UFF), que se apoia em conhecimentos e técnicas baseados nos sistemas geométricos de representação. Conteúdos das geometrias plana e descritiva são revistos para fomentar o desenvolvimento do raciocínio espacial dos alunos e a compreensão da organização tridimensional do espaço. Busca-se também nortear a prática de construção de volumes através de modelos reduzidos, utilizados tanto para o estudo da forma e da estrutura, como para a visualização das representações ortogonais nos planos horizontal e vertical**.**

O processo se desenvolve em três etapas. Na fase inicial - a contextualização – são realizados a análise do contexto, os estudos iniciais, considerando a fundamentação teórica, a ideia, o partido e experimentações, tanto em croquis como volumétricas. Na segunda etapa - a espacialização - procede-se à modelagem dos sistemas estruturais, com a aplicação de referências circulares e ações colaborativas integradas. O período da – materialização - consiste nas representações ao longo do processo de desenvolvimento do projeto, que, de modo geral, se inicia de forma analógica e é finalizado por meio digital; além dos desenhos, os alunos elaboram prancha súmula e maquete física final cortada e aberta. Obtém-se, com esses procedimentos, soluções projetuais mais complexas, fundamentadas e com boa articulação com o sistema estrutural adotado.

O método tem como aporte teórico textos de Norberg-Schulz (2006) e Martin Heidegger, que contribuem para que os alunos compreendam o significado de pertencer a um lugar concreto (*Genius Loci*) e o sentido ampliado do habitar. Utiliza-se também o trabalho de autores como Heine Engel (2001), Hernández-Roz (2008) e Yopanan Rebello (2000), que tratam de sistemas estruturais de forma experimental e através de uma linguagem mais sintonizada com o campo da Arquitetura. Busca-se aproximar a concepção estrutural à projetual, de modo que o ato de projetar do aluno adquira simultaneamente forma pertinente e construtibilidade adequada, resultando em um projeto de excelência.

2 Contextualização

No mundo contemporâneo cada vez mais se faz presente a necessidade de se pensar a edificação em seu contexto e não mais isoladamente. Como afirma Tschumi (2005), não há arquitetura sem contexto (exceto pela utopia). Um trabalho arquitetônico está sempre localizado em um sítio. O contexto pode ser histórico, geográfico, cultural, político ou econômico. Assim o procedimento de ensino do projeto de arquitetura aqui proposto inicia-se com a observação da paisagem e do meio imediato ao terreno trabalhado e o estudo das interferências climáticas, da incidência solar e dos ventos. Este conteúdo está contemplado na ementa da disciplina “Projeto de Arquitetura III da Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da Universidade Federal Fluminense (UFF).

Analisado o contexto, os alunos têm como primeira tarefa realizar e apresentar o estudo de referências projetuais e conceituais sobre o tema do projeto (atualmente edifício multifamiliar de uso misto) e promove-se um debate em sala com análises críticas em relação aos seus aspectos funcionais, construtivos e expressivos. Os aspectos funcionais são avaliados consi-

derando a determinação dos acessos, dos fluxos horizontais e verticais, dos compartimentos e suas aberturas, da implantação do edifício no terreno, a caracterização dos cheios e dos vazios das fachadas, a definição dos níveis e das superfícies adotadas, entre outros. Em relação aos aspectos construtivos se verifica as características do sistema estrutural (pilares, vigas e lajes), os elementos de instalações prediais em geral e os principais materiais componentes dos acabamentos. Os aspectos expressivos são observados buscando-se conhecer a intenção projetual do arquiteto e como se deu a sua materialização. Esse exercício permite uma experiência visual e, muitas vezes, sensorial, resultando na ampliação repertorial do aluno e no desenvolvimento da sua capacidade de encontrar boas respostas para problemas arquitetônicos.

A fundamentação teórica é pressuposto da disciplina; objetiva-se que os alunos desenvolvam a capacidade de referenciar o projeto de arquitetura apropriando-se de conceitos teóricos da arquitetura e do urbanismo. Dessa forma a elaboração da ideia, que norteará o projeto, é embasada de maneira consistente e é fundamental para que o aluno defina o seu partido arquitetônico e defenda o seu projeto, como aponta Maria Cristina Cabral (2018):

> (...) a ideia é a intenção ou entendimento do projetista. Não a chamamos de conceito. Conceitos aqui são entendidos como desenvolvimentos teóricos de profissionais ou pensadores. Nas etapas de trabalho, a ideia deve ser associada a conceitos dos autores escolhidos como fundamentação teórica. Pelas mãos e mentes de estudantes talentosos, ideias podem transmutar-se em novos conceitos, produzindo teoria (CABRAL, 2018, p. 116).

A partir de um programa de necessidades básico oferecido pelos professores e aprimorado pelas atividades anteriores o aluno realiza o aperfeiçoamento do programa, ampliando seu repertório. Resta ainda, como informação e fonte balizadora do projeto, conhecer os parâmetros da legislação.

Com os conhecimentos até aqui adquiridos o aluno é capaz então de esboçar diagramas contendo fluxograma e a setorização no terreno. Após esta etapa, o aluno inicia seus estudos volumétricos com modelos físicos e/ou digitais.

Os alunos são incentivados a desenvolver o seu processo criativo em relação ao tema proposto, ou seja, a pensar como um arquiteto, através de etapas sucessivas, que permitem idas e vindas, uma vez que o percurso não é linear. O processo é iniciado através do que denominamos de estudo de massa: o aluno elabora uma série de desenhos em forma de diagrama, que se transformarão posteriormente em arquitetura; nestes desenhos verifica-se a melhor orientação norte – sul, ou seja, a posição do sol da manhã e da tarde, onde serão posicionados os elementos principais do programa e em especial o *core*[2] da edificação; considera-se ainda a influência da direção dos ventos, relacionados aos conceitos de Norberg-Schulz (2006) sobre espírito do lugar[3]. Outros aspectos que aos alunos são chamados a observar são a influência da luz no edifício e as várias possibilidades de transparências, que podem possibilitar volumes, formas e vistas extraordinárias.

Por meio de uma sequência de croquis as “manchas” adquirem traços fortes e a forma vai se delineando, caracterizando um exercício de criação que envolve a mão e a mente; este

[2] Termo técnico para designar a área agrupada de infraestrutura e circulações verticais de pessoas e serviços – escadas, elevadores e shafts - de edifícios comerciais em altura.
[3] Os referenciais teóricos deste artigo estão mais detalhadamente explicitados no item 4.

processo se constitui ao final em um único todo organizado, que foi se definindo através do desenho técnico à mão livre na fase de estudo preliminar e, na fase seguinte do anteprojeto, com a ajuda do computador para a definição de detalhes.

As oportunidades geradas pelo orientação solar, a definição das melhores vistas, as possibilidades de transparências, são dados que vão gerando e construindo o projeto em relação à paisagem e ao lugar. O estudo de massa é o momento de diálogo do aluno consigo mesmo assistido pelo professor, quando o discente procura atender às demandas do cliente (professor) levando em consideração todos os dados estudados anteriormente. Esse processo bem vivenciado, pode gerar ótimos lugares pelo significado do seu design e pela força da criatividade expressada em sua arquitetura (fig. 1).

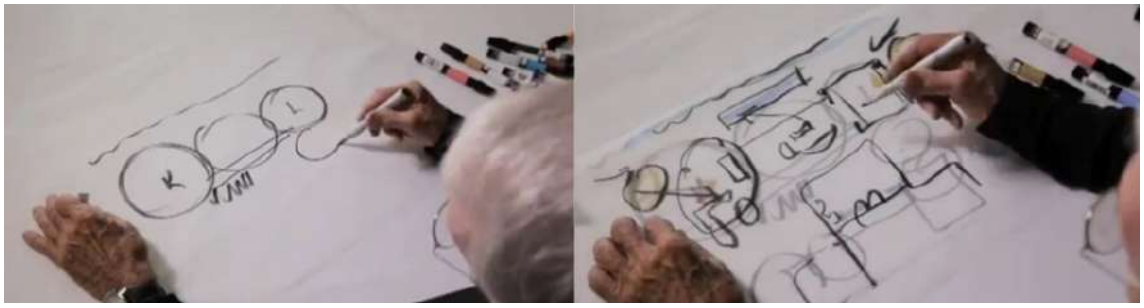


Figura 1 – Imagens do Processo de Design - croquis que se transformam em diagramas e posteriormente em arquitetura.
Fonte: Imagens do vídeo How to Think like an Arquitect – The Design Process with Architect Barry Berkus AIA – B3 Architects – a Berkus design Studio. (Disponível em www.b3architects.com)

3 Espacialização

Nesta fase utiliza-se a modelagem arquitetônica como ferramenta do processo do ensino do projeto de arquitetura; o seu desenvolvimento baseia-se nos fundamentos dos sistemas geométricos de representação e no entendimento dos sistemas estruturais. A introdução destes conteúdos ocorre no primeiro período do curso na EAU-UFF através das disciplinas Sistemas Geométricos de Representação (sobre a qual trata o item 4 deste artigo) e Fundamentos para Modelagem de Sistemas Estruturais; esta se referencia no trabalho de Engel (2001) com a apresentação dos mecanismos *forma ativa*, *vetor ativo*, *massa ativa*, *superfície ativa* e *sistemas estruturais verticais.* A metodologia desenvolvida nesta disciplina por Xavier (2018) apresenta:

> A metodologia compreende quatro etapas básicas no processo denominado Ensino Circular: *Entrada, Atividade Inicial, Ampliação repertorial, Uso e Experimentação*. Essas etapas se fazem necessárias ao aprendizado e ao sucesso do trabalho; na etapa *Entrada* temos o repertório inicial e informal do estudante, na etapa *Atividade Inicial* temos a apresentação do objeto e objetivos da ementa da disciplina e a teoria relacionada ao objeto de trabalho. Na *Ampliação Repertorial* é realizada a apresentação do tema do exercício para os sistemas estruturais por meio de vídeos, consulta a sites e pesquisas bibliográficas; na sequência é efetuada a visita ao campo - que pode ser um museu, uma instalação, etc. No *Uso e Experimentaçã*o elabora-se uma sequência de desenhos em função do repertório adquirido a partir da teoria apresentada. Nesta etapa ocorre a realização dos diversos produtos, podendo estes serem de caráter individual, em grupo ou coletivo, em função da definição do tema e da teoria a ser experimentada (XAVIER *et al*, 2018).

Na disciplina de Projeto de Arquitetura III estes conhecimentos são revistos e aprofundados, através de vários experimentos. O processo de modelagem arquitetônica é dinâmico, não existem regras, as formas estruturais e arquitetônicas são desenvolvidas e definidas pelos próprios alunos sob orientação dos professores; o trabalho pode ser iniciado pela releitura de uma obra arquitetônica icônica ou em consonância com os desenhos e/ou croquis dos próprios alunos; essa prática faz parte do exercício tridimensional, que auxilia no entendimento e no processo de aprendizagem de projeto de arquitetura (fig.2).

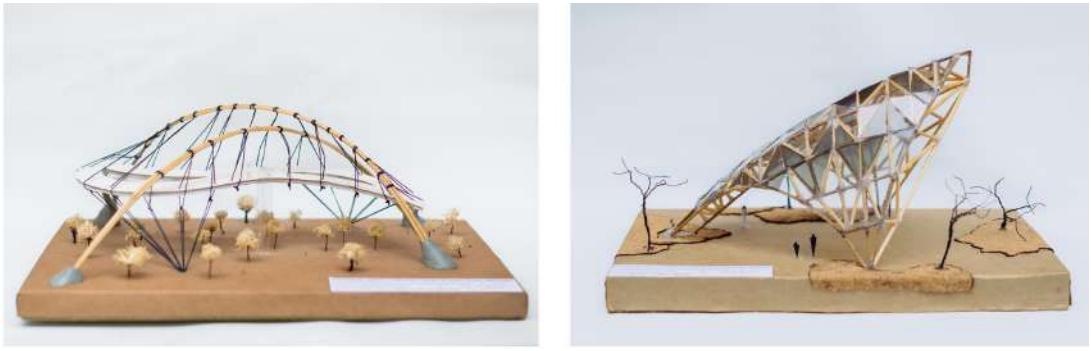


Figura 2 – Maquetes desenvolvidas por alunos da disciplina Fundamentos para Modelagem de Sistemas Estruturais (EAU-UFF).
Fonte: SOUZA, Osvaldo Luiz, 2019.

Ao visualizar o produto finalizado os alunos adquirem a percepção da intrínseca relação entre a forma da edificação e o sistema estrutural definido. Além disso podem avaliar de forma concreta o resultado estético das suas escolhas. Através desta dinâmica os alunos adquirem autonomia e segurança no processo de aprendizagem (fig. 3).

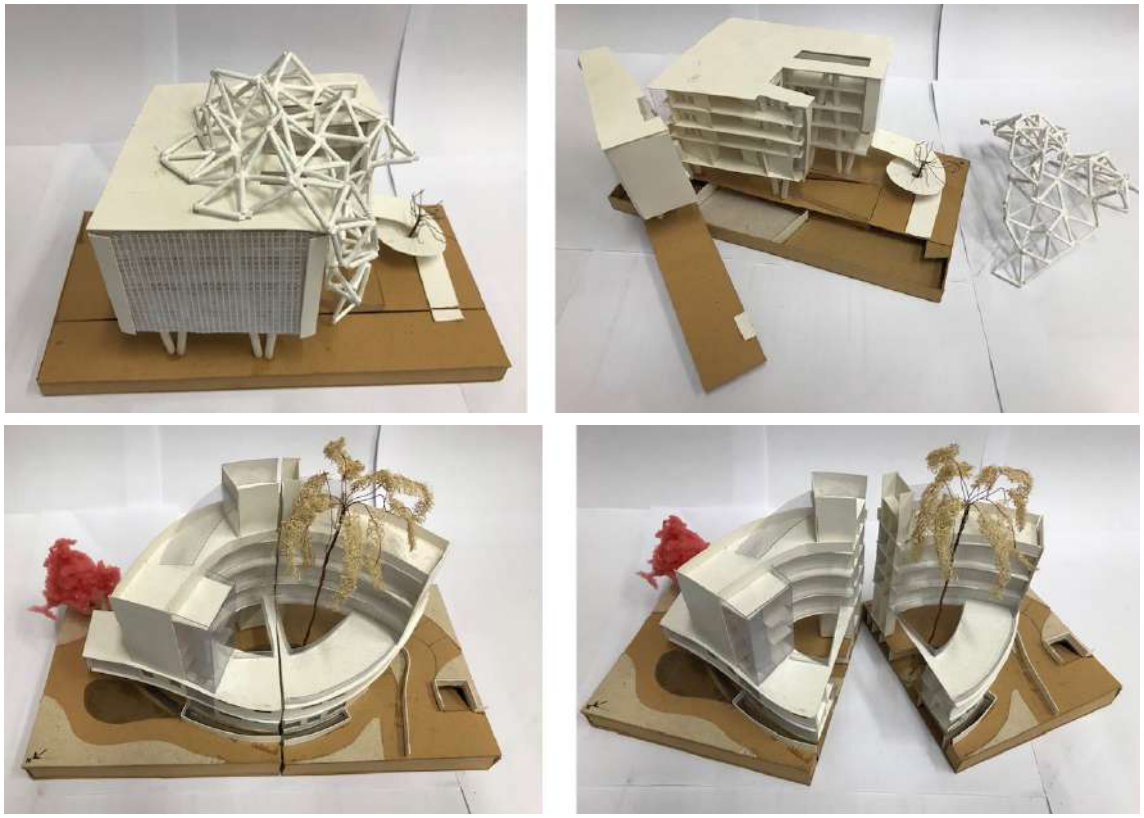


Figura 3 – Maquetes desenvolvidas por alunos da disciplina Projeto de Arquitetura III (EAU-UFF).
Fonte: XAVIER, Ivan, 2019.

Deve-se destacar que a utilização da modelagem arquitetônica não é privilégio dos estudantes de arquitetura, ao contrário, é pratica recorrente de vários escritórios de arquitetura ao redor do mundo, entre eles o de Renzo Piano, de Frank Gehry, de Bjarke Bundgaard Ingels do OMA Office Work, dos brasileiros Angelo Bucci (fig. 4) e Paulo Mendes da Rocha, que a utilizam a para o desenvolvimento dos seus projetos de arquitetura. Segundo este último (2007):

> A maquete, muito simples, está realizando uma coisa que você quer ver. O diâmetro certo, a altura certa, a escala humana. Você consegue ser este personagem, ajoelha no chão para ver dentro da maquete, é muito bonito! Fecha a janela, espera de noite, tira o abajurzinho da mesa de luz e traz perto da maquete, vê os efeitos da luz (...) Você vê o tamanho das coisas, a sua proporção, vê as transparências (MENDES DA ROCHA, 2007, p. 58-59).

Figura 4 - Maquetes escritório SPBR arquitetos – Angelo Bucci.
Fonte: Escritório SPBR arquitetos. (Disponível em www.spbr.arq.br

4 Os Sistemas Geométricos de Representação e sua aplicação em Projeto

A disciplina Sistemas Geométricos de Representação tem como objetivo fomentar a competência da abstração no aluno de primeiro período na EAU-UFF. São realizados exercícios que promovem noções espaciais e desenvolvem a linguagem do desenho de arquitetura; utiliza-se noções de geometria plana e descritiva (GD), a manipulação de modelo físico, além dos conceitos da Norma Brasileira de Representação 6492. Os alunos iniciam praticando o manejo dos instrumentos de desenho (esquadros, régua paralela, compasso, escalímetro, etc.). Na segunda etapa, se trabalha a ideia de múltiplas vistas do objeto a partir de figuras geométricas regulares e irregulares. As figuras são estudadas em épura, também por meio de modelo físico e do desenho de suas faces nos diferentes planos para então serem planificadas e montadas (fig. 5). A construção de modelos físicos pelo aluno facilita o entendimento, a apreensão do conteúdo e a abstração toma forma real. Para tornar o exercício de pirâmides mais interessante, as dimensões dos modelos propostos são calculadas de modo que, reunidas, formem uma única esfera (fig. 5), como se vê na imagem a seguir:

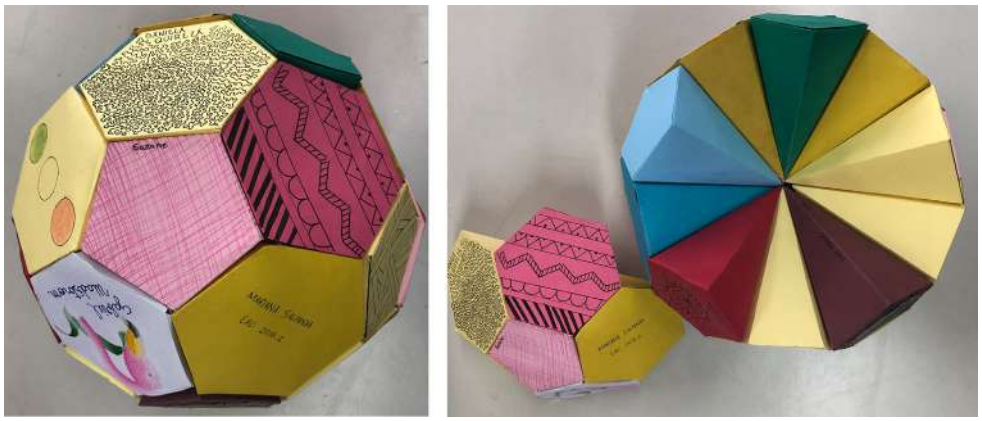


Figura 5 – Esfera composta por pirâmides regulares de base pentagonal e hexagonal.
Fonte: Foto de CANTREVA, Philipe, 2018.

O processo relatado anteriormente conduz o aluno ao entendimento do que significa e para que serve rebater o objeto em diversos planos; realiza-se então o painel síntese da etapa (fig. 6), onde o objeto (uma pirâmide irregular) é estudado em épura, planificado e inserido em um contexto arquitetônico[4]. Desta maneira se estabelece o link entre a Geometria e a Arquitetura e o conhecimento geométrico começa a fazer sentido dentro do campo de conhecimento da Arquitetura.

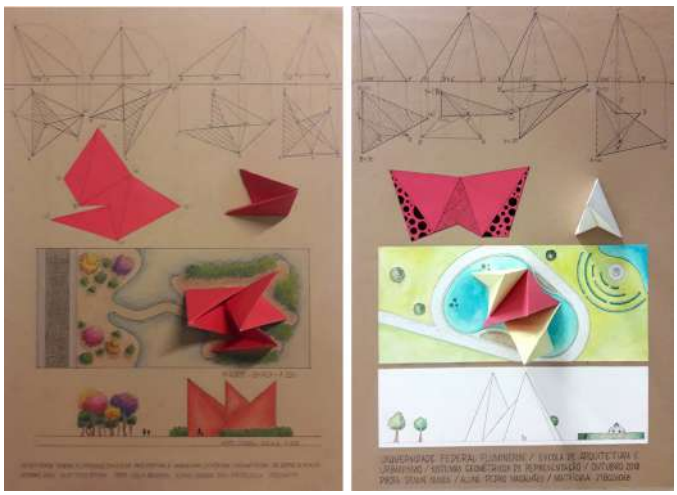


Figura 6 – Painel síntese do conteúdo de Geometria Descritiva.
Fonte: NUNES, Denise – Disciplina Sistemas Geométricos de Representação (EAU-UFF), 2019.

O conhecimento adquirido nesta disciplina de primeiro período do Curso vai possibilitar ao aluno de Projeto de Arquitetura III (de quarto período) pensar um objeto arquitetônico que ainda não existe (seu projeto), a representá-lo e aprimorá-lo cada vez mais. Verificou-se que, na etapa de espacialização do projeto, o aluno desenvolve sua ideia plenamente com criatividade e segurança, se tiver adquirido anteriormente capacidade de abstração e competência de uma representação rigorosa, o que é possibilitado pelo conteúdo dos Sistemas Geométricos de Representação.

[4] No exercício proposto, o aluno faz uma composição livre com três pirâmides (com o formato estudado na épura) em diferentes posições, inseridas em um pequeno parque, que deve conter vegetação, caminhos e um lago.

5 Revisão bibliográfica

Como conteúdo norteador da concepção projetual inicial e no desenvolvimento do estudo de massa, indica-se a leitura e a discussão do texto "Fenômeno do Lugar" de autoria de Norberg-Schulz (1988). Este trata da identificação do potencial fenomenológico na arquitetura como a capacidade de dar significado ao ambiente e reintroduz a antiga noção romana do *Genius Loci*, isto é, a ideia do espirito de um determinado lugar. O autor interpreta o conceito de habitar como o de estar em paz num lugar protegido; afirma ainda que isto acontece por meio de construções que reúnem as propriedades do lugar e as aproximam do homem, "logo o ato mais importante da arquitetura é compreender a *vocação do lugar*, dessa maneira, protegemos a terra e nos tornamos parte de uma totalidade compreensível" (1988). Assim, pertencer a um lugar é ter uma base de apoio existencial em um sentido cotidiano concreto. Esta teoria contribui para que os alunos compreendam de forma mais eficaz os conceitos de *identificação* e de *caráter* com o ambiente como aspectos essenciais do estar-no-mundo do homem, ajudando-os a identificar o espírito do lugar, o *Genius Loci*, no sentido de conceber e criar o que mais se adequa ao lugar, e a começar a ter o entendimento do que significa pertencer a um lugar concreto.

O texto de Martin Heidegger (1951) "Construir, Habitar, Pensar" apresenta a questão do habitar como traço essencial do ser, onde o construir e o pensar são, cada um a seu modo, indispensáveis para o habitar. Deste maneira, como qualquer outra atividade verdadeira, habitar fundamenta o ser do homem. Destaca-se também que, habitar para Heidegger extrapola a ideia de moradia em si. Está em todo espaço, com o qual o ser humano estabelece uma relação de pertencimento; por este motivo, espaços livres, espaços de trabalho e circulação e outros devem ser estudados com a mesma atenção e profundidade que os espaços de morar. Nesta linha de pensamento procura-se mostrar aos alunos a importância do habitar para o ser humano e, portanto, o quão responsável deve ser a atividade do arquiteto.

Outra referência importante neste trabalho está na obra de Heino Engel (2001), que apresenta os principais sistemas estruturais (forma ativa, vetor ativo, massa ativa, superfície ativa e sistemas estruturais verticais), por meio da apresentação da teoria, de imagens e gráficos representativos. O autor contribui para o entendimento do comportamento dos sistemas estruturais e da sua aplicabilidade com diversos exemplos relacionados aos cinco sistemas. Os sistemas híbridos combinados com os sistemas de acoplamento são apresentados de forma clara e concisa pelo autor; a geometria e a imagem de forças das superfícies dobradas e planas, as superfícies curvadas simples em cúpula ou em sela são sintetizadas na conclusão do livro. Na disciplina Modelagem dos Sistemas Estruturais (1º período na EAU-UFF) os alunos realizam modelos referenciados às imagens e gráficos de força do autor; com esta na prática os alunos verificam a teoria e comprovam seus efeitos. Segundo Engel, o entendimento e a definição da estrutura faz com que o arquiteto outorgue existência e sustentação à forma de seu projeto, conferindo construtibilidade à sua obra.

Yopanan Rebello (2000) apresenta diversas possibilidades de concepção estrutural, de formas das seções e uma visão geral dos materiais estruturais (madeira, aço e concreto armado). O pré-dimensionamento dos diversos elementos estruturais, bem como o seu comportamento (arcos, vigas, treliças, pilar, laje, associação de cabo, viga vierendel e pilar, abó-

bada, cúpula, chapas dobradas, etc.) constitui contribuição relevante do livro. O autor define claramente os limites dos intervalos por meio de tabelas que ajudam o discente a entender os pontos de aplicação e de dimensionamentos máximos e mínimos. Para o aluno que está iniciando os estudos de concepção estrutural aplicada ao projeto de arquitetura, a obra de Rebello (2000) constitui referência fundamental.

A origem do tratamento científico em relação ao problema estrutural, os requisitos estruturais, a estrutura resistente e o desenho das formas estruturais das edificações e a sua complexidade são os temas tratados por Hernández-Roz (2008), que ampliam o debate sobre a intrínseca relação que deve haver entre estrutura e arquitetura. Segundo o autor "o desejo de desenhar estruturas com o menor volume possível de material conduz em geral a desenhos complexos". O autor apresenta modelos geométricos superficiais e tridimensionais, estabelecendo as relações entre espaço e movimentos e as suas respectivas deformações; finalmente, orienta o processo de análises, ou seja, como verificar se a estrutura e cada uma de suas partes está em equilíbrio. Esta etapa é fundamental pois instrumentaliza o sistema de modelagem com importante referencial para entendimento dos sistemas estruturais.

6 Considerações finais

A introdução desde o primeiro período do Curso de Arquitetura e Urbanismo de conceitos de sistemas estruturais e geométricos de representação por meio do método do *ensino circular*[5] e a multiplicidade de tarefas em ambiente de ações colaborativas embasadas nos referências teóricos, estimulam o aprendizado de forma gradativa e eficaz.

A experiência e a liberdade com que os exercícios são realizados resultam em um ambiente propício para o aluno descobrir e desenvolver seu potencial criativo por diferentes formas de experimentação em cada etapa. A apresentação final dos trabalhos e maquetes evidencia o desenvolvimento dos estudantes em relação à criatividade, ampliação do seu repertório e assimilação dos conhecimentos dos sistemas geométricos e estruturais. A resistência em relação ao desafio do aprendizado dos sistemas estruturais é superada com a diversidade vivenciada em sala de aula e em campo, associada à experiência da modelagem e da aplicação dos conceitos oriundos da geometria. As dificuldades iniciais desaparecem e a circularidade dos processos possibilita novas descobertas e talentos. Debruçados sobre o ato da repetição e experimentação com materiais diversificados, a experiência gera conhecimento, motivação e projetos de excelência.

Os resultados verificados até o momento apontam para a conclusão de que o processo de geração da forma arquitetônica se torna mais consciente e seguro quando o aluno compreende simultaneamente o comportamento do conjunto das forças estruturais e testa as formas geradas ou possíveis através da utilização de conteúdos dos sistemas geométricos de representação e da realização de maquetes e modelos tridimensionais. Este conjunto de experiências propicia construtibilidade e qualidade aos projetos dos alunos.

[5] Ver XAVIER, Ivan S. de Lima; CANTREVA, Philipe; MARINS, Igor. The importance of circular references. Milão: Book of Abstracts - 18TH International Conference on Geometry and Graphics, 2018.

Referências

BOXWELL, Robert. **Benchmarking for a competitive advantage**. Portland, Or: Book News, Inc., 1994.

CABRAL, Maria Cristina**. O problema da ideia. Manifesto pela qualidade da Arquitetura contemporânea** in. FONTES, A. S. REGO, A. Q. e FEFERMAN, C. Reflexões sobre o ensino integrado do projeto de Arquitetura. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Rio Books, 2018.

ENGEL, Heino. **Sistemas estruturais.** Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, S.A, 2001.

HEIDEGGER, Martin. **Construir, habitar, pensar**, in Ensaios e conferências, tradução de Marcia Sá Cavalcante Schuback, Petrópolis: Ed. Vozes, 2001.

HERNÁNDEZ-ROZ, Ricardo Aroca. **Que es estrutura?** Instituto Juan de Herrera. Madri: Escuela Técnica Superior de Arquitetura de Madrid. Cuaderno 60.01 / 1-16-08, 1999.

HILSON, Barry. **Basic Structural Behavior: Understanding from Models**. London: Thomas Telford, 1993.

MACLEOD, Virginia. **Detalhes construtivos da arquitetura residencial contemporânea**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2009.

NORBERG-SCHULZ Christian. **Architecture: Meaning and Place, Selected Essays**. New York: Ed.Rizzoli, 1988.

ROCHA, Paulo Mendes da. **Maquetes de papel.** São Paulo: ed. Cosac Naify, 2007.

PERRONE, Rafael A. Cunha e VARGAS, Heliana Comin. **Fundamentos de Projeto: Arquitetura e Urbanismo.** São Paulo: Ed. USP, 2014.

NORBERG-SCHULZ, Christian. **O Fenômeno do lugar.** In: NESBITT, Kate (org.). Uma Nova Agenda para a Arquitetura. Antologia Teórica 1965-1995. São Paulo: Ed. Cosac Naify, 2006.

REBELLO, Yopanan. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Ed. Zigurate, 2000.

SENNET, Richard. **O artífice.** Trad. de Clóvis Marques. 3ª ed. Rio de Janeiro: Ed.Record, 2012.

TSCHUMI, Bernard. **Event-cities 3: concept vs. context vs. content**. Cambridge: MIT, 2005.

XAVIER, Ivan Silvio de Lima; CANTREVA, Philipe; MARINS, Igor. **The importance of circular references.** Milão: Book of Abstracts - 18TH International Conference on Geometry and Graphics, 2018.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

AFETIVIDADE NO ENSINO DE DESENHO NO COLÉGIO PEDRO II – CAMPUS ENGENHO NOVO II

IZAR, Soraya Barcellos[1],
LIMA, Jorge Marcelo Alves de[2],
SILVA, Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da[3]

Resumo

Este artigo aborda o resultado de uma sondagem acerca das aulas da disciplina Desenho oferecidas no Campus Engenho Novo II do Colégio Pedro II. O objetivo basal era coletar com os alunos dados sobre quais conteúdos haviam sido mais marcantes durante os anos em que estudaram esta disciplina do Ensino Fundamental ao último ano do Ensino Médio. Pretendia-se de igual forma que a avaliação dos aspectos positivos e negativos ali apontados permitisse o vislumbre dos caminhos a serem seguidos pelos professores nos anos vindouros. O presente artigo versa também sobre como a análise do conteúdo manifesto e latente de um instrumento de pesquisa pode trazer à luz questões que não haviam sido previstas por seus idealizadores e, desta forma, ser capaz de mudar os rumos de um trabalho. Mais do que conteúdos programáticos, a pesquisa faz um levantamento de teorias que embasam a relação da aprendizagem com a afetividade e, após, aponta como esta, quando marcante no modo de conduzir as aulas, pode ser o registro mais memorável que uma disciplina deixa na trajetória dos alunos. Quanto ao futuro da educação, mesmo que o emprego de novas tecnologias apareça como elemento fundamental, é novamente a referida afetividade que, segundo os alunos, ainda deve seguir como norte.

Palavras-chave: Afetividade; Desenho; Educação; Memória; Tecnologia.

Abstract

This article approaches to the result of a survey on classes of Drawing as a school subject offered on Campus Engenho Novo II of Colégio Pedro II. The basal objective was to collect data derived from students on which contents had been the most remarkable throughout the years the mentioned subject was studied, from late years of Secondary school to the last one of High school. Likewise, It was intended that such assessment, of both positive and negative aspects highlighted in the project, could envisage teaching paths to be followed in the coming years. The present article also relates as how the analysis of the manifest and latent content of a researching tool can bring light to questions which had not been previously thought by its researchers and similarly to change the original

[1] Colégio Pedro II – soizar@gmail.com
[2] Colégio Pedro II – jorgemarcelo@yahoo.com.br
3 Colégio Pedro II – rod.qc.tech@gmail.com

tracks of such a project. Further than pragmatic contents, the research lists theories which sustain the connection between learning and affection and next it pinpoints how the latter, when it is remarkable in the teaching of a given class, can be the most memorable register that a given subject may leave in students' history. As for the future of education, even if the breakthrough of some new technologies come out as a fundamental element of teaching, it is again the afore mentioned affection, according to students, which should be the reference to be followed.

Keywords: Affection; Drawing; Education; Memory; Technology

1 O ensino do Desenho no Campus Engenho Novo II do Colégio Pedro II

O Desenho em suas várias modalidades: (artístico, geométrico, projetivo) está presente em várias áreas do conhecimento. No Colégio Pedro II, a disciplina desenvolve conteúdos de Desenho Geométrico e de Geometria Descritiva e tem por objetivo provocar em cada discente um tipo de raciocínio que difere de todos os demais: o raciocínio gráfico – um pensamento capaz de promover soluções lógicas em uma, duas ou três dimensões. Trata-se da sistematização de um estudo (JORGE, 2002; PINHEIRO, 1974, 1989; PRINCIPE JR, 1990) que contempla técnica, arte, precisão e potencial criativo, e que vem a ser de fundamental importância no fomento à inovação tecnológica, conforme exemplifica Carvalho (2008).

> (...) Iludem-se aqueles que pensam ser possível fixar em alguém, uma construção geométrica menos vulgar, sem explicações e comentários, despida de motivação, desprovida de uma sucessão de princípios, conclusões e definições, capazes de revelar a razão de ser de cada trecho do desenho, de cada fase da construção, de cada linha e até mesmo de cada ponto que nasce no papel. (CARVALHO, 2008, p. 7).

O Colégio Pedro II caracteriza-se por manter esta disciplina em sua grade curricular nas diversas séries dos ensinos fundamental e médio desde sua fundação por entender que a formação integral do indivíduo não pode prescindir do pensamento gráfico. Os diversos *campi* do colégio seguem um plano de curso único, aprovado em colegiado pelo departamento, que além de dispor de liberdade de abordagem e metodologias, respeita a natureza das comunidades que atendem, bem como as idiossincrasias de seus professores.

Naquilo que se refere à metodologia, a equipe de professores de Desenho do campus Engenho Novo II caracteriza-se por explorar tanto o viés técnico da disciplina quanto suas possibilidades de fomento ao potencial criativo – e artístico – do educando, a partir dos traçados de precisão, coadunando com Antunes (2012) que afirma que os defensores das ideias da pedagogia montessoriana concordam não ser possível uma aprendizagem eficiente sem o estímulo à imaginação, entre outros aspectos. Para uma aprendizagem competente, Antunes (2012) ressalta a importância de um ambiente adequado para se desenvolver "a atenção, a vontade, as inteligências, a imaginação" assim como o "seu desenvolvimento musical, sua habilidade para o desenho, o estudo da língua, da aritmética e da geometria e a consciência sobre as regras sociais" (ANTUNES, 2012, p. 174).

No que tange a relação interpessoal, cabe ressaltar que o campus se localiza em um bairro homônimo da zona norte da cidade do Rio de Janeiro, com algumas comunidades carentes, recebendo majoritariamente jovens oriundos desse entorno, com distintas realidades socioeconômicas. Quando estes são bem quistos e têm os seus saberes respeitados pelos docentes, como defende Freire (1996), propicia-se a recíproca. Sendo a sala de aula um lugar de múltiplas trocas, talvez seja esta permuta de respeito e carinho a mola propulsora que induz os professores desse campus a exercerem, cada vez mais, um atendimento pautado pela leveza e pelo afeto, aspectos que serão tratados adiante neste artigo.

Segundo Vygotsky (1996 apud SPAGOLLA, 2009), é preciso que reflitamos a respeito da relevância da qualidade das emoções do aluno e do quanto esse aspecto pode (e deve) ser levado em consideração pelo professor na administração de sua práxis em sala de aula, pois

> Quando se compreende a base afetiva da pessoa é que é possível compreender o pensamento humano. Ou seja, as razões que impulsionam os pensamentos, encontram suas origens nas emoções que as constroem. Evidenciam-se, portanto, a mútua relação entre as esferas afetivo/cognitivas, influenciando-se no processo evolutivo do conhecimento. (VYGOTSKY, 1996 apud SPAGOLLA, 2009, p. 6).

Os professores de Desenho do Campus Engenho Novo II puderam aferir a importância de um ambiente afetivo no processo educacional, quando este dado surgiu de maneira maciça nas respostas dadas pelos alunos a um instrumento de pesquisa cujo objetivo era o de tratar meramente questões de ordem burocrática, tais como planos de curso e conteúdos programáticos.

2 Wallon: o teórico da afetividade

Teóricos do desenvolvimento humano como Piaget e Vygotsky destacaram a importância da afetividade na evolução cognitiva do indivíduo, entretanto foi Henry Wallon, educador, médico e psicólogo, que aprofundou os estudos sobre esta questão. Considerado o teórico da infância, Wallon não concebe a inteligência como fator central do desenvolvimento, defendendo que a vida psíquica é estruturada pelas dimensões motora, afetiva e cognitiva, que coexistem e operam de forma integrada.

Wallon sustenta que o processo evolutivo do indivíduo está associado tanto a sua capacidade biológica, quanto ao ambiente, ou seja, o indivíduo nasce com um aparelhamento orgânico, mas é o meio que possibilita a expansão de seus potenciais.

De forma análoga a Piaget, Wallon divide o desenvolvimento em cinco etapas: impulsivo-emocional; sensório-motor e projetivo; personalismo; categorial; e puberdade e adolescência, onde a afetividade e a inteligência se alternam. O quadro 1 mostra os estágios concernentes a esta pesquisa e as suas principais características segundo a Teoria Psicogenética de Wallon (MAHONEY, ALMEIDA, 2005).

Quadro 1 - Teoria Psicogenética de Henri Wallon

<table>
<tr><th colspan="3">Estágio: categorial (6 a 11 anos)[4]</th></tr>
<tr><th>Predominância do conjunto funcional e da direção[5]</th><th>Principais aprendizagens</th><th>Principais recursos de aprendizagem</th></tr>
<tr><td>• cognitivo
• centrífuga</td><td>• “o que é o mundo?”
• descoberta de semelhanças e diferenças entre objetos, ideias, representações.</td><td>• variedade de atividades;
• ligação com o que já sabe;
• imperícia como parte do processo.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Indicadores</th></tr>
<tr><td colspan="3">• disciplina mental de concentração, atenção (maturação dos centros nervosos de discriminação e inibição);
• no plano motor: gestos mais precisos, elaborados mentalmente com previsão de etapas e consequências;
• superação lenta do sincretismo – 2 etapas:
▪ pensamento pré-categorial (até cerca de 9 anos), ainda marcado pelo sincretismo. O par é a unidade menor de pensamento (um par interage com outros pares, por vezes em sequências extravagantes, podendo ocorrer encadeamento fabulatório);
▪ pensamento categorial (a partir dos 9 anos): formação de categorias intelectuais. Tarefas essenciais de conhecimento: definir e explicar (um objeto se define quando se recorta e diferencia dos demais; só se explica quando as relações estão claras). Tarefa árdua, tanto de definição como da explicação.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Estágio: puberdade e adolescência (acima de 11 anos)</th></tr>
</table>

[4] As idades apresentadas são as indicadas pela teoria.

[5] A partir do primeiro estágio, a teoria se ateve ao jogo da predominância afetivo versus cognitivo.

Predominância do conjunto funcional e da direção	Principais aprendizagens	Principais recursos de aprendizagem
• afetivo • centrípeta	• "quem sou eu? Quais são meus valores? Quem serei no futuro?" • consciência temporal.	• oposição aos outros e às ideias; • vivência de valores; • convivência com pares.
Indicadores		
• última e movimentada etapa que separa a criança do adulto; • fortalecimento do pensamento categorial; • apreensão da noção de tempo futuro completa a consciência de si; • alteração do esquema corporal; • ambivalência de sentimentos; • questionamentos de valores.		
Estágio: adulto		
Predominância do conjunto funcional e da direção	**Principais aprendizagens**	**Principais recursos de aprendizagem**
• equilíbrio entre afetivo e cognitivo	• "eu sei que sou e o que esperam de mim".	• convivência com o outro; • experiências próprias se transformam em preceitos e princípios.
Indicadores		
• definição de valores; • comportamentos de acordo com os valores assumidos; • responsabilidade pelas consequências de seus valores e atos; • controle cortical sobre as situações que envolvem cognitivo-afetivo-motor.		

Fonte: Adaptado de MAHONEY, Abigail Alvarenga; ALMEIDA, Laurinda Ramalho de. Afetividade e processo ensino-aprendizagem: contribuições de Henri Wallon. **Psicologia da educação**, São Paulo, n.20, p.11-30, jun. 2005. p.27-28. Consultado em: 20 abr.2019. (Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-69752005000100002&lng=pt&nrm=iso).

A afetividade é um atributo que o ser humano possui de ser afetado intrínseca e extrinsecamente por sensações de bem-estar e mal-estar. De acordo com Wallon, se subdivide em: emoção, sentimento e paixão. Dér (2004, p.61) ressalta que a afetividade é um conceito abrangente que, "além de envolver um componente orgânico, corporal, motor e plástico, que é a emoção, apresenta também um componente cognitivo, representacional, que são os sentimentos e a paixão", destacando que a emoção surge nos primeiros meses de vida e na sequência os sentimentos e a paixão.

Pesquisas em Neurociências e em Psicologia da Educação corroboram com a questão da afetividade na sala de aula. Damásio (2015) ressalta que as emoções possuem função social e papel determinante no processo da interação. Abramovay (2015) coordenou uma pesquisa cujo objetivo era evidenciar a visão geral dos jovens nas escolas, suas relações com o ensino, com o conhecimento e com os docentes e destacou as principais características de um bom professor, segundo os estudantes (ABRAMOVAY, 2015):

> Um grupo do EM afirma que o bom professor sabe explicar (passa a matéria de um jeito que prende você na explicação dele, na verdade é o professor que faz a aula); faz entender a aula (você consegue lembrar a aula dele); tem prazer em ser professor (gosta do que faz, que não só ensina a matéria, mas te traz conhecimento); e se preocupa com os alunos: (está preocupado em ensinar a gente, que a gente aprenda, ele tira as suas dúvidas. Ele prende a gente na aula dele, faz você prestar atenção e principalmente gosta do que faz). (ABRAMOVAY, 2015, p.111).

Gois (2019) destaca as principais conclusões de uma concorrida mesa temática que aconteceu no Encontro Anual da Associação Americana de Pesquisas Educacionais (AERA 2019[6]) sobre a importância da afetividade no processo de ensino e de aprendizagem. "Alunos aprendem mais quando se sentem seguros e constroem relações de confiança e respeito com os professores. Emoção e aprendizagem, portanto, precisam ser consideradas no processo educativo" (GOIS, 2019, p.1).

O fato é que as emoções estão em sala de aula, e embora não sejam o objetivo central da ação educativa, é imprescindível que seja objeto de atenção por todos os envolvidos no processo (BALDUINO, SANTOS, 2019). Aos professores cabe essencialmente, conhecer e entender as etapas do desenvolvimento dos alunos e respeitá-los sem, entretanto, ser permissivo.

3 O instrumento de pesquisa: o que marcou e sugestões para o futuro da disciplina

Os docentes da equipe de Desenho do Campus Engenho Novo II, após seis anos contínuos de trabalho, entenderam que era o momento de repensar a práxis a partir da fala de nosso público alvo: o corpo discente. De natureza básica, a pesquisa descritiva, de abordagem qualitativa, considerou fazer um levantamento sobre a opinião dos estudantes em relação a disciplina. Para orientar a reflexão, elaboraram um questionário de sondagem direcionado aos alunos concluintes da educação básica com objetivo de revisar e de reconstruir a prática pedagógica. A opção pelas respostas dos formandos da 3ª série do Ensino Médio justifica-se pois, em sua grande maioria, passaram por todas as etapas acadêmicas do colégio e, assim sendo, foram apresentados aos vários planos de curso elaborados pela instituição.

Anos após a conclusão do ensino fundamental é comum refletir que boa parte dos conteúdos ministrados ficaram à margem da memória, seja por razões de apreço, aplicação à vida cotidiana e profissional ou por qualquer outro motivador. O fato é que tal elucubração foi concernente quando os professores se propuseram a traçar novas abordagens nos planejamentos de curso para a escola. Em paralelo a este pensamento esteve presente a clareza de que boa parte de nossas lembranças escolares residem em momentos não acadêmicos das mais diversas naturezas.

Na consecução desses pensamentos, os alunos foram submetidos a um instrumento no qual constavam as seguintes questões:

1 - Quando olho para trás e penso em todas as aulas que assisti ao longo de minha vida, tenho a certeza de que boa parte daquilo que meus professores lecionaram "ficou pelo caminho". Outrossim, guardo com carinho muitos ensinamentos, uns destes acadêmicos, outros não. Algumas marcas são impossíveis de apagar.

*Agora é a sua vez: terminada sua caminhada no Colégio Pedro II, o que ficou para você das aulas de DESENHO? Quais seriam as lembranças que você especula não ser capaz de esquecer ou "deixar pelo caminho"? **Afinal, o que ficou**?*

2 - Neste espaço peço que você deixe suas críticas, sugestões, elogios e/ou reclamações acerca das aulas de DESENHO que teve ao longo dos anos. O que deve ser modificado? O que deve ser mantido? O que pode ser feito de diferente?

[6] 2019 AERA ANNUAL MEETING – 1 a 5 de abril, Toronto, Canadá.

Esse instrumento foi aplicado nos anos letivos de 2014 a 2017 em caráter facultativo e não passível de avaliação. Além da opção de não responder, os alunos tinham a opção de entregá-lo de maneira anônima, garantindo assim que não se sentissem intimidados caso desejassem fazer críticas negativas. As perguntas foram redigidas propositalmente em primeira pessoa do singular para que o instrumento soasse como uma fala de cada professor da equipe com sua turma.

Cabe ressaltar que ainda que a primeira questão trate de um olhar para o passado e a segunda para o futuro, ambas se destinam ao ensejo por um projeto baseado naquilo que os estudantes entendem como fundamental para o ensino da disciplina nos anos que estariam por vir.

Na seção a seguir trataremos os dados colhidos dos depoimentos dos alunos e o quanto tal resposta acabou por redirecionar os rumos desta pesquisa que, de início, se pensou acadêmica (metodologia) e burocrática (plano de curso), mas acabou assumindo o viés da postura do educador diante de seus aprendizes.

4 As respostas dos alunos

A metodologia para a avaliação dos discursos dos estudantes baseou-se na análise de conteúdo (FRANCO, 2007). Assim, seus depoimentos foram categorizados por unidades de registro e de contexto, de modo a aproveitar tanto o conteúdo manifesto quanto o latente de suas falas.

Reiteramos que, à época em que o questionário foi pensado, a pesquisa tinha como mote o replanejamento do curso de Desenho no Colégio Pedro II, tanto em termos metodológicos quanto no que se refere aos conteúdos constantes no plano de curso que, segundo os respondentes, seriam indispensáveis para as próximas gerações de estudantes.

No entanto, na maior parte dos relatos entregues, os alunos fazem questão de posicionarem suas colocações no caráter postural que seus professores tiveram ao longo dos anos em que estudaram a disciplina na educação básica. Ainda que o retorno por via do instrumento não fosse aquele a que inicialmente se destinava, não havia outro caminho que não fosse o de seguir com a análise qualitativa a que nos dispusemos. Todavia, ao nos depararmos com a quantidade de falas a respeito da construção do ambiente afetivo em sala de aula – e do quão significativo este foi para o aprendizado – um redirecionamento do olhar dos pesquisadores se fazia imperativo.

O estudo contou com a participação de cem alunos do 3º ano do Ensino Médio[7]. Os dados recolhidos nas respostas à primeira pergunta acenam, em princípio, para a ideia de que o aspecto mais marcante que a disciplina Desenho deixa nas histórias dos alunos do Campus Engenho Novo II do Colégio Pedro II é a **afetividade**, como mostra a **Tabela 1**:

[7] Alguns respondentes devolveram seus questionários um ou dois anos depois de terem se formado. Na opinião dos pesquisadores, esse dado ratifica dois aspectos: (1) a seriedade dos respondentes na redação de suas respostas, por entenderem a importância de suas observações; (2) os laços estabelecidos pela relação professor-aluno são realmente fortes a ponto de os ora universitários retornarem ao campus tão somente para devolver seus questionários preenchidos.

Tabela 1 – Levantamento dos dados da primeira questão.

Questão 1 – O que ficou?	Nº de ocorrências (%)
Afetividade	63
Visão de Mundo	24
Representação das formas	23
Liberdade criativa	17
Visão espacial	15
Rosáceas e mediatrizes	14
Dificuldade de compreensão	12
Entes da Geometria	9
Estímulo ao raciocínio	7
Manejo dos instrumentos	7
Precisão de traçado e capricho	5
Total de respondentes	100

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pode-se observar que, no entendimento de muitos estudantes (63% do total), a primeira lembrança que as aulas de Desenho deixam registradas em suas memórias reside na relação interpessoal professor-aluno pautada no afeto. Foi interessante notar que relatos sobre aulas estimulantes, conversas, felicidade, carisma, brilho nos olhos, risadas e aulas fora do padrão estavam presentes em seus textos. Algumas das justificativas reproduzidas a seguir são demonstrativas dessa linha de pensamento:

> Com relação aos conteúdos em si estudados, não acho que ficará a memória o total das técnicas. Na verdade, há que vi faz 3 anos e já esqueci (...). Mas penso que mais me marcaram e continuarão me marcando são aquelas relacionadas às conversas sobre bandas de rock, o Anima Mundi, (...) após e durante as aulas. (R1)

> (...) acho que jamais deixarei para trás algo que vai além dos esquadros, uma energia maravilhosa, conversas memoráveis e risadas que sempre me farão pegar a apostila de Desenho do CP2 com os olhos cheios de orgulho. (R2)

> Não esqueço do dia em que você me impediu de entrar em sala sem bater na porta e pedir licença em voz alta. Mostra que além de ensinar a matéria, é também uma lição de vida para os alunos. (R3)

> Momentos que certamente não esquecerei não são somente os ensinamentos, mas também as inúmeras aulas de nono ano em que a professora quando percebia a desatenção da turma dizia: parede, você é minha única amiga, só você presta atenção na aula. (R13)

> (...) um professor completamente apaixonado pela matéria, que ensina envolvendo sempre seus alunos nas aulas com a matéria Desenho, fazendo com que de fato, fossemos felizes em Desenho. (R19)

> Para mim, Desenho foi a mais inesquecível matéria do CPII, é uma matéria repleta de surpresas e prazeres (...). Por fim, o que posso garantir que ficou foram os ensinamentos, memórias felizes e a sensação de alegria que sempre tive ao pegar num compasso e um par de esquadros. (R23)

> A minha principal lembrança de Desenho é (e sempre vai ser) uma conversa que o professor teve com a turma no início do ano letivo, quando todos os professores estavam falando sobre o ENEM e sobre o quanto é impor-

> tante passar no vestibular agora, o professor de Desenho disse que estava tudo bem em não saber o que se quer fazer pelo resto da vida ainda. Disse que não devíamos ter pressa e que ainda temos muito tempo para decidir. Nunca vou esquecer esse dia (...). Obrigada por se importar enquanto todo mundo só me dizia para passar no vestibular. (R24)
>
> (...) o Desenho era algo divertido, uma aula fora do padrão de todas as outras. (R25)
>
> Nunca consegui gostar da matéria. Mesmo assim, nunca odiei. As aulas sempre foram divertidas e tive alguns professores que não só passavam a matéria, mas também nos preparava (SIC) para a vida, nos ajudando e aconselhando. Disso nunca vou esquecer. (R29)
>
> Depois de quase dois nos de formado, confesso que alguns detalhes de Desenho foram esquecidos, pela falta de prática naturalmente. Recentemente li um artigo com o título "Se seu cérebro não emociona, não aprende", o que associei ao meu ensino de Desenho. Todas as aulas de Desenho, desde o fundamental, passando, especialmente, pelo ensino médio me emocionaram positivamente. (R35)
>
> Não tenho nada para guardar em relação ao conteúdo, mas em relação aos professores, tenho algo a dizer. O que fica é a relação humana entre aluno e professor. (R38)

Tão relevante quanto a evidência de que relatos como estes são apresentados em mais da metade dos instrumentos analisados, também é relevante o fato de contabilizarem mais do que o dobro das respostas referentes à competência 'visão espacial' desenvolvida pela disciplina, segundo aspecto mais sinalizado pelos alunos, conforme mostra o gráfico 1.

Gráfico 1: Dados coletados na Questão 1

Fonte: Elaborado pelos autores

Excetuando o item '*afetividade'*, todos os demais são relativos a competências do Desenho. Ainda que contabilizemos todas as respostas dos alunos (cem no total) e condensemos todas as referências que não tratem da relação interpessoal da sala de aula em um único item – '*competências especificas'* – nota-se que a afetividade tem peso relevante nas memórias dos respondentes, como mostra o gráfico 2.

Gráfico 2: Afetividade x Competências Específicas

Fonte: Elaborado pelos autores

A segunda pergunta tinha por objetivo trazer à luz a fala dos estudantes acerca do que deveria ser mantido nas aulas de Desenho do Colégio Pedro II, bem como o que deveria ser modificado ou agregado ao nosso trabalho docente. Uma vez mais as respostas apontam para a importância que a condução afetiva das aulas de Desenho teve em suas trajetórias, indicando muitas vezes a manutenção da metodologia de trabalho como sugestão principal (30,1% das opiniões), como mostra o gráfico 3.

Figura 3 - Gráfico 3: Sugestões dos alunos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Consideramos que mais relevante que os dados numéricos é a leitura dos relatos feitos pelos alunos em forma de sugestões para o futuro da disciplina. A amostragem de respostas a seguir demonstram esta observação.

> (...) os elogios são todos os possíveis e imagináveis por sempre nos tratar com carinho e afeto, sendo um professor-pai para a turma inteira. (R8)
>
> O clima íntimo e descontraído vivenciado em todas as aulas de Desenho é o que deve ser mantido. (R17)
>
> (...) elogios eu tenho vários, mas os principais são voltados aos meus professores (...) foram cativantes e rígidos na medida certa. (R21)
>
> (...) Deve-se manter essa peculiaridade que a disciplina tem de ser divertida. (R39)

> Toda a alegria e paciência são essenciais e sempre foram presentes em todas as aulas de Desenho que frequentei. Por mim não mudaria nada. (R46)
>
> Devem ser mantidas as aulas dinâmicas e divertidas. (R51)

Foi interessante observar o bom número de apontamentos para o aumento da carga horária de Desenho na grade curricular da instituição. Ainda que o Colégio Pedro II seja uma das raras escolas a manter esta disciplina em praticamente todas as séries dos

ensinos fundamental e médio[8], 14,5% dos respondentes afirmam que a carga deveria ser maior, ou que os dois tempos semanais de aula deveriam ser ministrados contiguamente nos dias úteis, extinguindo as aulas aos sábados. Estes dados podem ser entendidos como mais um elemento que aponta para o caráter prazeroso da disciplina, parecendo estar diretamente atrelado à afetividade que pauta a relação professor-aluno.

5 Considerações finais

Como já tratamos aqui, a sala de aula é um espaço de múltiplas trocas e, como tal, acreditamos que a afetividade que motivou a maior parte das respostas em ambas as perguntas do instrumento possua raiz na natureza calorosa do corpo docente do campus Engenho Novo II. Assim, espera-se que ao cativar o imaginário e as memórias dos alunos, desse modo, essa postura consiga também contribuir para a conversão destes adolescentes em adultos equilibrados afetiva e cognitivamente, conscientes de si, e capazes de transformar essas suas experiências interpessoais em princípios e preceitos próprios, como caracteriza a Teoria Psicogenética de Wallon (MAHONEY, ALMEIDA, 2005).

A expectativa é de que esses cidadãos, emancipados e autônomos, sejam hábeis a devolver à sociedade novas relações da mesma espécie, formando um círculo virtuoso de continuidade da afetuosidade, baseadas na educação com qualidade sociocultural e socioambiental, que esmerou-se oportunizar a eles, e que “significa educar para o respeito à diversidade cultural, educar para o cuidado em relação aos outros e ao meio ambiente, rejeitando qualquer forma de opressão ou de dominação” nas palavras de Gadotti (2009).

Referências

ABRAMOVAY, Mirian (coord). **Juventudes na escola, sentidos e buscas: Por que frequentam?** Brasília-DF: Flacso - Brasil, OEI, MEC, 2015.

ANTUNES, Celso. **Professores e professauros**: reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas. 6 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

BALDUINO, Jordana; SANTOS, Soraya Vieira. A emoção na sala de aula: o que cabe ao professor? **Nova Escola**, São Paulo, 14 mar. 2019. Disponível em: https://novaescola.org.br/conteudo/16090/a-emocao-na-sala-de-aula-o-que-cabe-ao-professor. Acesso em: 10 abr. 2019.

CARVALHO, Benjamin de A. **Desenho geométrico**. Rio de janeiro, RJ: Imperial Novo Milênio, 2008.

[8] A disciplina Desenho é oferecida nas quatro séries do segundo segmento do ensino fundamental e em duas das três séries do Ensino Médio, no Colégio Pedro II.

DAMÁSIO, Antonio. **O Mistério da Consciência: do corpo e das emoções do conhecimento de si**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

DÉR, Leila Christina Simões. A Constituição da Pessoa: Dimensão Afetiva. In: MAHONEY, A. A.; ALMEIDA, L. R. de. **A constituição da pessoa na proposta de Henri Wallon**. São Paulo: Edições Loyola, 2004. p.61-75.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de conteúdo**. Brasília, 2ª edição: Liber Livro, 2007.

GADOTTI, Moacir, **Qualidade na educação: uma nova abordagem**, Anais do Fórum Estadual Extraordinário da Undime (2009), Disponível em http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/14_02_2013_16.22.16.85d3681692786726aa2c7daa4389040f.pdf. Acesso em: 24/04/2018

GOIS, Antônio. Alunos aprendem mais quando se sentem seguros e constroem laços com professores. **O Globo**, Rio de Janeiro, p. 1-4, 15 abr. 2019. Disponível em: https://oglobo.globo.com/sociedade/alunos-aprendem-mais-quando-se-sentem-seguros-constroem-lacos-com-professores-23599155. Acesso em: 17 abr. 2019.

JORGE, Sônia. **Desenho Geométrico: Ideias & Imagens**. 2ªed. São Paulo: Saraiva, 2002. vols.1,2,3,4.

MAHONEY, Abigail Alvarenga; ALMEIDA, Laurinda Ramalho de. Afetividade e processo ensino-aprendizagem: contribuições de Henri Wallon. **Psicologia da educação**, São Paulo, n.20, p.11-30, jun. 2005. Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-69752005000100002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 20 abr. 2019.

PINHEIRO, Virgílio Athayde. **Geometrografia 1**. Rio de Janeiro: Ed. Bahiense. 1974.

PINHEIRO, Virgílio Athayde. **Noções de Geometria Descritiva I**. Rio de Janeiro: Ed. Ao Livro Técnico. 1989.

PRINCIPE JR, Alfredo dos Reis. **Noções de Geometria Descritiva I**. São Paulo: Nobel. 1990.

SPAGOLLA, Rosimeri de Paula. **Afetividade: por uma educação humanizada e humanizadora**. 2009. Produção Didático Pedagógica (Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE) – Secretaria de Estado da Educação – SEED, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Santa Mariana, Paraná.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

ESTRATÉGIAS DE PROJETO DA PAISAGEM EM ACÚSTICA URBANA

SIMAS, Tarciso Binoti[1]

Resumo

Este artigo tem como objetivo explanar a experiência de ensino de acústica urbana e de projeto de intervenção na paisagem desenvolvido no segundo semestre de 2018 na disciplina de Conforto Ambiental Lumínico e Acústico na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário IBMR. O propósito do exercício é se apropriar dos comportamentos e soluções específicos de conforto acústico sem se distanciar das demais questões que envolvem a qualidade ambiental e a crítica da produção arquitetônica contemporânea sobre a baixa relação com a escala humana e com o entorno. Para diagnóstico da área de estudo, os estudantes utilizaram o aplicativo NoiseTube que lhes conferiu um mapa dos ruídos urbanos. Em relação ao projeto de intervenção da paisagem, foram utilizadas diferentes ferramentas analógicas e digitais. Entretanto, a fotomontagem se destacou, neste exercício, como um eficiente instrumento de apresentação e de projeto da paisagem que demonstrou conferir maior atenção à escala humana, relação com o entorno e acústica urbana.

Palavras-chave: Acústica urbana; Projeto da paisagem; Crítica da Arquitetura contemporânea; NoiseTube; Fotomontagem.

Abstract

This article aims to present the learning experience of urban acoustics and landscape design developed in Lighting and Acoustic Environmental Comfort subject in Architecture and Urbanism Faculty of IBMR University Center. The purpose of this exercise is to appropriate the specific behavior and solutions of acoustic comfort without distancing itself from other issues that involve environmental quality and criticism of the contemporary architectural production about low relation with human scale and surroundings. To diagnose the study area, the students used the NoiseTube software that gives them a noise map. About landscape design, different analog and digital tools were used. However, photomontage was highlighted in this exercise as an efficient instrument of presentation and landscape design that demonstrated to give greater attention for human scale, surrounding relationship and urban acoustics.

Keywords: Urban acoustics; Landscape design; Contemporary Architecture Criticism; NoiseTube; Photomontage.

[1] Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA; tarcisobinoti@gmail.com

1 Introdução

A disciplina de Conforto Ambiental Lumínico e Acústico do sexto período do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário IBMR abrange um denso conteúdo a ser lecionado com diversos trabalhos práticos para avaliação e melhor compreensão pelos alunos das aulas expositivas. Acústica urbana é um destes exercícios que visa introduzir o contexto sobre mapeamento de ruídos, poluição sonora e soluções para melhor qualidade ambiental no projeto de intervenção na paisagem. Por se tratar de uma questão muito específica dentro das diversas questões que envolvem o Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, as metas deste exercício de acústica urbana abrangem outras questões que envolvem a qualidade ambiental (como conforto visual e térmico) e a crítica da produção arquitetônica contemporânea sobre a baixa relação com a escala humana e com o entorno. Essa ênfase se deve porque, em alguns casos, a competição pela produção de formas arquitetônicas cada vez mais inovadoras, ampliadas com as novas ferramentas digitais, tem resultado paisagens áridas, sem conforto ambiental e com pouca apropriação da população. Diante de tais questionamentos, construiu-se e aplicou-se o enunciado deste exercício de acústica urbana buscando conciliar questões específicas da disciplina e mais abrangentes de projeto da paisagem, assim como adaptar-se às ferramentas de projeto disponíveis, tais como croquis, fotomontagem e o software NoiseTube. Assim, acredita-se que esta experiência possa contribuir na discussão sobre técnicas de representação de diagnóstico e de projeto da paisagem com ênfase em acústica urbana.

Este trabalho se divide em: seção 2 - *Conforto ambiental acústico*, com uma revisão bibliográfica de parte do conteúdo das aulas expositivas sobre acústica urbana; seção 3 - *Produção arquitetônica contemporânea*, sobre a crítica a projetos de baixa relação com a escala humana e com o entorno e sobre diretrizes para projetos de paisagem e de cidades voltados para pessoas; seção 4 – *Acústica urbana*, com a construção da metodologia, sua aplicação e os resultados alcançados na aplicação, no segundo semestre de 2018, deste exercício da disciplina de Conforto Ambiental Lumínico e Acústico; e, seção 5 – *Conclusão*, com as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

2 Conforto ambiental acústico

Segundo Corbella e Yannas (2009, p. 249), “uma pessoa está confortável em relação a um acontecimento ou fenômeno quando pode observá-lo ou senti-lo sem preocupação ou incômodo”. Dentre tantas questões que envolvem a qualidade ambiental, destaca-se neste trabalho o conforto acústico. Embora possa ser uma avaliação subjetiva, o desconforto por um som indesejado (ou um ruído) é entendido como um resíduo e como uma questão de saúde pública. Seus impactos podem ser danosos provocando efeito mecânico (interferência com a comunicação oral); efeitos psicológicos (estresse, tensão, queda de desempenho); e efeitos fisiológicos (perda de audição, aceleração da pulsação, aumento da produção de adrenalina, reação muscular, contração dos vasos sanguíneos, dilatação das pupilas e aumento da pressão arterial) (BISTAFA, 2011, p. 17, 65).

Essa preocupação acústica não é somente uma questão de Arquitetura de Interiores e deve ser pensada também para o meio externo (ou urbano) buscando garantir o controle de ruído e a preservação da qualidade ambiental. A NBR 10.151/2000 estabelece, para o período diurno, limites de 50 decibéis (dB) em área estritamente residencial urbana, de hospitais e de escolas e de 70 dB para área predominantemente industrial; e, para o período noturno (no intervalo de pelo menos 22 horas da noite até 7 horas da manhã ou 9 horas da manhã se for domingo ou feriado), 45 e 60 dB, respectivamente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p.3).

No entanto, é comum observar nas principais cidades brasileiras ruídos que ultrapassam tais limites, com destaque para sons oriundos do tráfego motorizado (que em conjunto se caracteriza como uma fonte linear de ruído). Souza et al (2006, p. 67) apresentam medições realizadas na Cidade de Curitiba com valores médios de ruídos de 72 dB em via rápida, 106 dB de sirene dos bombeiros, de 106 dB de uma moto de 1.000 cilindradas, dentre outros.

Para atuação em projeto, é fundamental identificar as fontes sonoras (onde se gera o ruído); o meio ou o caminho que percorre (transferência do ruído); e o receptor (o ouvido ou o lugar onde se percebe o ruído). Os dados devem ser coletados por medidores sonoros (sonômetro ou popularmente conhecido como decibelímetro), que registram a pressão sonora em dB e, posteriormente, devem ser processados em mapas de ruídos que auxiliam no diagnóstico e na tomada de decisões de planejamento urbano e de possíveis intervenções (SOUZA et al, 2006, p. 62-7).

Esse mapeamento de ruídos fornece uma importante fotografia do comportamento acústico de uma determinada área em um determinado momento. Distinto de alguns países centrais, no Brasil, não há uma política nacional para esse mapeamento. São encontradas ações pontuais por algumas prefeituras e por pesquisas científicas. A pesquisa de mestrado de Débora Pinto (2013) é um desses exemplos que resultou em uma análise na área de influência do estádio Arena das Dunas, na Cidade de Natal. Foram realizadas medições in loco (dados coletados de pressão sonora) em 14 pontos de coleta em vias arteriais, coletoras e locais, nos períodos de 7-8 horas e 20-21 horas, durante 10mins nos dias de semana típicos, sem interferências de chuvas e padrão normal de trânsito, conforme Figura 1. A Figura 2 apresenta o mapa de ruídos da área analisada com dados processados no software SoundPLAN. Observa-se a poluição sonora de forma expressiva nas principais vias oriunda do tráfego rodoviário.

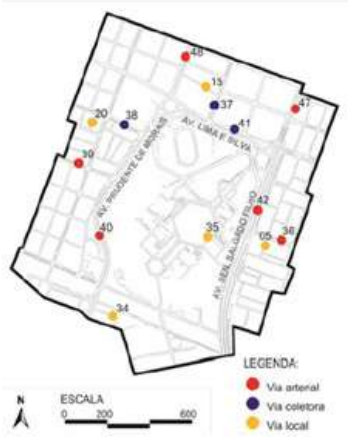


Figura 1 – Pontos de medição acústica na área de influência do estádio Arena das Dunas.
Fonte: PINTO, 2013, p. 49.

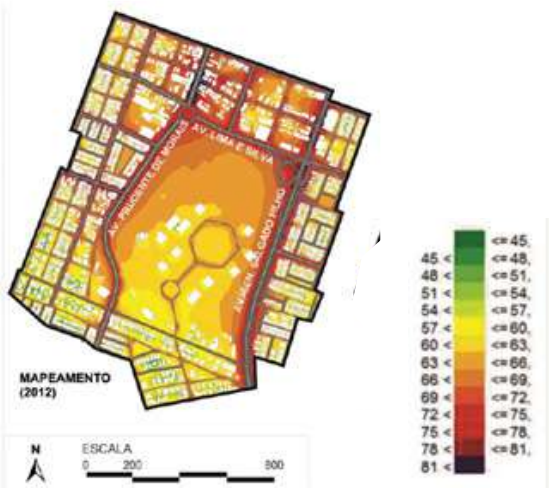


Figura 2 – Mapeamento acústico no período diurno (ano 2012) na área de influência do estádio Arena das Dunas.
Fonte: PINTO, 2013, p. 103.

Após esse diagnóstico, é preciso estudar estratégias para diminuição da poluição sonora. Algumas respostas podem ser resolvidas pela aplicação da legislação local, por substituição do transporte motorizado pelo transporte não motorizado ou transporte público silencioso e por intervenções físicas para amenização dos ruídos. Neste último caso, trata-se de um grande desafio, pois o isolamento acústico é mais difícil em ambiente urbano e boas soluções em acústicas podem ser extremamente prejudiciais em outras questões que envolvem o projeto da paisagem. Entretanto, este tratamento é possível tal como se observa nas estratégias utilizadas no Parque Villa Lobos, em São Paulo, e na Nauener Platz, em Berlim. Assim, em ambiente urbano, é possível pensar na diminuição nas fontes de ruído (gerado principalmente pelo fluxo rodoviário), no maior controle do ruído e em estratégias de mascaramento (fontes de água, música etc.). Corbella e Yannas (2009, p. 251-5) chamam de “para-ruídos” as paredes absorventes ou deflectoras ao lado de ruas ou rodovias. Souza et al (2006, p. 55-77) ressaltam, para maior eficiência de barreiras acústicas, as características de absorção, estanqueidade, altura, densidade e proximidade em relação à fonte. E Bistafa (2011, p. 201-12) apresenta um resumo dos principais mecanismos de atenuação sonora ao ar livre, tais como: a ampliação de solo mais “macio” acusticamente (vegetação, terra arada etc.) e diminuição de solo mais “duro” (asfalto, concreto, espelho d’água); a criação de “sombra” acústica por barreiras; a atenuação do som por áreas densamente arborizadas etc.

Todavia, embora seja possível alcançar melhor qualidade sonora com tais estratégias, segui-las à risca pode resultar em um projeto de intervenção da paisagem de baixa qualidade como um todo. Segregar ruas e praças com barreiras acústicas seria catastrófico para o ambiente urbano. Por isso, é fundamental vincular este exercício à crítica sobre a produção arquitetônica contemporânea e ao desafio de projeto de paisagem e de cidade voltado para pessoas, conforme apresentado a seguir.

3 Produção arquitetônica contemporânea

O desejo de ostentar uma imagem de poder, de "progresso econômico" e de abundância tecnológica fez com que a questão ambiental na arquitetura fosse cada vez mais desconsiderada ao longo do século XX. Isso se observa tanto no interior da arquitetura, com a preocupação ambiental delegada predominantemente a soluções mecânicas, quanto no ambiente urbano, com a formação de paisagens áridas, sem conforto ambiental e com baixa apropriação de pessoas.

Jan Gehl (2013, p. XIV, 194-6) destaca que este pensamento arquitetônico aparece em parte da arquitetura modernista, com planejamento de cidades "do alto e de fora" e com objetos isolados em grandes espaços públicos. Ele chama isso de "síndrome de Brasília", onde são priorizadas as escalas urbana e do empreendimento, em detrimento à escala humana. E este pensamento vem evoluindo com formas arquitetônicas cada vez mais ousadas até os tempos contemporâneos.

Isso se deve em parte porque, nas últimas décadas, os avanços tecnológicos em ferramentas de projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo estão acirrando também a competição pela forma mais inovadora, sem com isso garantir uma boa relação com seu entorno e com a escala humana. Depois do ganho de agilidade e de produtividade em desenhos digitais proporcionado pelo *Computer-Aided Design* (CAD), o *Building Information Modeling* (BIM) está ampliando novas possibilidades de desenvolvimento de projetos de arquitetura complexa (geometrias não-euclidianas e não-ortogonais) e integração entre CAD, *Computer-Aided Engineering* (CAE) e *Computer-Aided Manufacturing* (CAM) (HENRIQUES, 2016a, 2016b).

Neste sentido, Ignasi de Solà-Morales (2003) destaca que, desde os anos 1960 e 1970 (pós-moderno), observa-se a multiplicação de objetos arquitetônicos heterogêneos, cada um com seus discursos, parciais e fragmentados. Para ele, a arquitetura contemporânea é uma experiência pluriforme e complexa que perdeu as referências absolutas; aumentou a distância entre a prática e a teoria do projeto de arquitetura; e resulta em paisagens desoladas, naturezas mortas e arquiteturas débeis que não estão conectadas ao lugar.

Para Bruno Zevi (2002),

> Nós que vivemos numa época em que todos pensam ter uma mensagem de importância universal para transmitir ao mundo, em inventar algo de novo, em se destacar do contexto social, em se sobressair, em que todos creem ser mais astutos do que todos os outros, estamos rodeados por uma arquitetura que pode ter todas as qualidades, mas não é certamente urbana. (...) e quem tem pressa de ser notado tem, com frequência, muito pouco a dizer. (ZEVI, 2002, p. 170-3)

E essa competição por imagens arquitetônicas de poder também se enquadra no que Guy Debord (2003, p. 6-7) chama de "sociedade do espetáculo", uma "relação social entre pessoas, mediatizada por imagens" onde "tudo o que era diretamente vivido se esvai na fumaça da representação".

Vale ressaltar que estas críticas não visam rejeitar novas ferramentas e tampouco a produção de formas de arquitetura complexa. Acredita-se que seja possível pensar em projetos com formas ousadas, desenvolvidos com novas ferramentas e que resultem em cidades, paisagens, edifícios e espaços públicos voltados para pessoas, como defende Jan Gehl (2013). Ou

como Edward Hutchison (2011, p. 46-7) reivindica que o projeto da paisagem não pode surgir de uma "folha em branco" (ou de uma tela de computador), pois este "é sempre a conversão de um lugar existente em alguma coisa". Ademais, no debate sobre ferramentas analógicas e digitais, entende-se, assim como o Professor Paulo Afonso Rheingantz (2016), que seja produtiva sua mescla em um processo híbrido, pois, tanto na prática quanto no ensino de projeto, as duas linguagens não são contraditórias, mas sim necessárias e complementares.

Diante de tais questionamentos, busca-se estudar novas possibilidades de ensino de projeto que reforcem a importância da escala humana, da relação com o entorno e da qualidade ambiental; que nesta experiência teve maior ênfase à acústica urbana, conforme apresentado a seguir.

4 Acústica urbana

Conforto Ambiental Lumínico e Acústico é uma disciplina do sexto período do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário IBMR e tem como pré-requisito a disciplina de Conforto Ambiental Térmico. Seu conteúdo se divide em conforto acústico, lecionado no primeiro bimestre (primeira avaliação); e conforto lumínico, no segundo bimestre (segunda avaliação). O trabalho de acústica urbana, feito em dupla ou individualmente, corresponde a 50% da primeira avaliação da disciplina, que é complementada por outros trabalhos sobre tempo de reverberação, isolamento e isolação. Seu objetivo principal é a apropriação dos conceitos básicos de acústica aplicada em uma intervenção urbana de uma área com problemas de poluição sonora, sem se afastar das demais questões que envolvem um projeto da paisagem. Isso quer dizer que as propostas para amenização da poluição sonora não podem prejudicar a qualidade ambiental como um todo. Como exemplo, a resposta não poderia simplesmente cercar uma praça com grandes barreiras acústicas, pois isso influenciaria na qualidade visual da paisagem, na sensação de insegurança etc.

Por se tratar de um curso de Arquitetura e Urbanismo novo, a disciplina de Conforto Ambiental Lumínico e Acústico foi lecionada pela primeira vez no segundo semestre de 2018, quando esta experiência foi realizada. Neste período, o laboratório de conforto e seus equipamentos (como o decibelímetro) ainda não estavam disponíveis. Com isso, este exercício foi construído utilizando como alternativa o aplicativo gratuito para celular NoiseTube, na versão 2.1.3.

> NoiseTube é um projeto de pesquisa investigativa sobre o assunto [poluição sonora] que se iniciou em 2008 no Laboratório de Ciência Sony Computer em Paris e atualmente organizado pelo laboratório de Software de Idiomas da Vrije Universiteit de Bruxelas, que propõe uma abordagem participativa para o monitoramento da poluição sonora, envolvendo o público em geral. O aplicativo para celular NoiseTube estende o uso atual de telefones celulares, transformando-os em sensores de ruído, que permitam aos cidadãos medir a exposição de som em seu ambiente cotidiano. Além disso, cada usuário pode participar na criação de um mapa coletivo da poluição sonora deste seu ambiente cotidiano, através da partilha de dados de medição georreferenciadas com a comunidade do NoiseTube. (NOISETUBE, 2015, p.3)

O site do NoiseTube (http://www.noisetube.net/help) disponibiliza o “Guia para usuário de celular” em português que explica como usar o aplicativo. Há versões do aplicativo para Android e iOS, embora no momento da realização da pesquisa estava disponível somente para Android. Para sua utilização, é necessário criar uma conta no NoiseTube e o aplicativo solicita permissão para gravar som, acesso à rede, usar GPS etc. Durante as medições, o microfone do celular deve estar livre de obstruções, o usuário não pode falar e o celular precisa estar no silencioso. Os dados são registrados em dB(A) na localização do usuário com atualização a cada 1-2 segundos. É possível inserir anotações (*tag*) junto das medições com informações complementares para registrar, por exemplo, a passagem de um avião ou de um ônibus. A medição pode ser feita sem internet e, quando conectado à rede, os dados armazenados no celular são carregados para o site (NOISETUBE, 2015, p. 8-15).

Este software, instalado no celular particular dos estudantes, permitiu maior flexibilidade para construção do enunciado do exercício, pois cada grupo teve liberdade de escolha da área de estudo. Sendo assim, foi solicitado que os estudantes definissem espaços públicos (praça, largo, rua etc.) que aparentemente apresentassem problemas de poluição sonora e facilidade para medição, com atenção à questão de segurança na cidade do Rio de Janeiro. Esta escolha foi feita previamente para que não houvesse área de trabalho repetida. A ida à campo para coleta de dados foi feita de forma simplificada com apenas uma medição em horário de grande movimentação para não gerar grande carga de trabalho em apenas um dos exercícios da disciplina. E como o celular precisa ficar exposto para medição, uma única visita à campo diminuía os riscos em relação à insegurança. Os estudantes foram orientados a passar por diferentes pontos da área de trabalho. Após a medição, o processamento de dados em mapa de ruídos é disponibilizado no site e pode ser visualizado no software Google Earth. É possível produzir mapas bidimensional e tridimensional, conforme Figuras 3 e 4 das respectivas medições na Praça Nossa Senhora da Paz, no bairro de Ipanema, e na Rua Dias da Cruz, no bairro do Méier, ambas na Cidade do Rio de Janeiro.

Figura 3 – Mapeamento de ruídos da Praça Nossa Senhora da Paz.
Fonte: trabalho das alunas Flávia Lopes e Natalia Cunha.

Figura 4 – Mapeamento de ruídos da Rua Dias da Cruz.
Fonte: trabalho dos alunos Fernando Gonçalves e Marina Curi.

Em relação ao processamento de dados pelo NoiseTube, vale ressaltar que o tempo foi irregular. Por causa de alguns atrasos, alguns alunos reforçaram o pedido enviando e-mail para noisetube@soft.vub.ac.be. No geral, houve casos em que o mapa foi processado em menos de uma semana, outros que demoraram mais e alguns que não foram entregues. Neste último caso, foi comprovada a medição no local pelos alunos e o projeto de intervenção teve que ser feito intuitivamente.

A etapa seguinte do exercício foi a pesquisa de referências e o desenvolvimento das primeiras propostas de intervenção para minimizar os transtornos causados pelos ruídos nos pontos mais críticos da área de estudo. A proposta deste exercício de projeto consiste na comparação entre uma foto do existente e uma imagem do projeto no mesmo ponto de vista, como se fosse um “antes e depois”. Busca-se assim maior ênfase na intervenção da paisagem, tal como o arquiteto paisagista Edward Hutchison (2011, p. 46-7) aponta que “o projeto da paisagem é sempre a conversão de um lugar existente em alguma coisa”. Para as primeiras ideias, foi solicitado que os alunos trouxessem croquis sobre fotos tiradas no local ou extraídas do Google Street View. Após discussão do projeto com orientação do professor, as propostas deveriam evoluir em desenhos para apresentação, desenvolvidos à mão ou digitalmente. Embora tivessem liberdade para escolher a melhor ferramenta de trabalho, foram sugeridos os recursos de croquis e fotomontagem. No entanto, foram poucos alunos que formalizaram suas propostas com desenho à mão pelo receio de não desenvolver uma boa apresentação. Alguns alunos não tinham conhecimento em fotomontagem e optaram por outros de modelagem tridimensional, como o SketchUp. E isso foi positivo pois trouxe uma diversidade de ferramentas de projeto nos trabalhos apresentados.

Dentre algumas propostas, as Figuras 5 e 6 apresentam o “existente” e o “projetado” (ou o “antes e o depois”), através de fotomontagem, de um dos pontos da Praça Nossa Senhora da Paz, onde as estudantes propuseram maior arborização para atenuação do som e elementos de emissão de som para mascaramento. Este último teve como referência o projeto Soundwave, em Xiangyang, Hubei, na China, do escritório de arquitetura Penda. A referência é composta por peças verticais de aço perfuradas com cores vibrantes e alturas variadas que emitem sons musicais e jogo de luz em LED, formando uma “orquestra de luzes” (ARCHDAILY, 2019). Na comparação entre as Figuras 7 e 8, além da arborização, foi proposto um elemento de madeira absorvedora que, embora não resultasse em grandes ganhos em acústica, tinha como objetivos o acolhimento de pessoas, maior sombreamento e o embelezamento da praça.

Figura 5 – Ponto de observação 1 na Praça Nossa Senhora da Paz.
Fonte: Trabalho das alunas Flávia Lopes e Natalia Cunha.

Figura 6 – Proposta de intervenção 1 na Praça Nossa Senhora da Paz.
Fonte: Trabalho das alunas Flávia Lopes e Natalia Cunha.

Figura 7 – Ponto de observação 2 na Praça Nossa Senhora da Paz.
Fonte: Trabalho das alunas Flávia Lopes e Natalia Cunha.

Figura 8 – Proposta de intervenção 2 na Praça Nossa Senhora da Paz.
Fonte: Trabalho das alunas Flávia Lopes e Natalia Cunha.

As Figuras 9 e 10 apresentam o ponto de observação e a proposta de intervenção de *parklet*, arborização e novo mobiliário com materiais absorvedores na Rua Dias da Cruz.

Figura 9 – Ponto de observação na Rua Dias da Cruz.
Fonte: Trabalho dos alunos Fernando Gonçalves e Marina Curi.

Figura 10 – Proposta de intervenção na Rua Dias da Cruz.
Fonte: Trabalho dos alunos Fernando Gonçalves e Marina Curi.

Com isso, os alunos alcançaram o objetivo do exercício proposto com apropriação dos comportamentos acústicos e maior atenção nas propostas de intervenção à paisagem. Observou-se que estas propostas desenvolvidas em fotomontagem alcançaram, além de uma melhor apresentação, uma maior qualidade de projeto em relação às desenvolvidas em software de modelagem. Acredita-se que isso tenha acontecido porque: (1) o software de modelagem digital induz ao projeto como *tabula rasa*, ou seja, como se fosse uma folha em branco ou um *modelspace* vazio, sem considerar elementos existentes na área de estudo; (2) a modelagem eletrônica feita sem o entorno urbanístico perde referências importantes da cidade e pode resultar em um projeto com baixa integração; e, (3) a visualização do modelo digital por "de cima" na câmera do software afasta a preocupação com a escala humana. Além disso, em relação à apresentação, os trabalhos de modelagem digital sem o entorno geram imagens incompletas e prejudicam a qualidade da apresentação. Para produzir modelos completos com o entorno urbanístico, são necessários maiores esforços humanos e tempo do que a realização de fotomontagem. Deste modo, este exercício também serviu para apresentar aos alunos uma metodologia de projeto não tão usual na fase de estudo de viabilidade ou preliminar dentro das faculdades de Arquitetura. Através de menor esforço humano e gasto de tempo, foi possível produzir propostas com maior qualidade projetual e de apresentação para o exercício de concepção no projeto da paisagem. Em um processo de projeto completo, após validação dos usuários, este estudo de fotomontagem pode avançar para desenhos técnicos de projetos com maior probabilidade de acerto e, consequentemente, menores chances de revisões e retrabalhos para o projetista.

5 Conclusão

Este artigo apresenta a experiência de exercício de acústica urbana aplicada pela primeira vez na disciplina de Conforto Ambiental Lumínico e Acústico no curso de Arquitetura e Urbanismo no Centro Universitário IBMR, no segundo semestre de 2018. Por se tratar da primeira turma desta disciplina no curso, foi necessário buscar estratégias e ferramentas disponíveis que se adaptassem à realidade dos estudantes e da própria Instituição que estava em processo de finalização do laboratório de conforto.

Em relação ao NoiseTube, apesar de suas limitações, este aplicativo foi uma importante ferramenta neste processo que aproximou os alunos ao conhecimento sobre poluição sonora e mapa de ruído. Sobre o processo de projeto, observou-se que os estudantes que desenvolveram croquis e fotomontagens alcançaram maior qualidade no projeto e na

apresentação, em comparação com trabalhos desenvolvidos em softwares de modelagem, como AutoCAD, SketchUp, Revit etc. Embora seja um tema bastante complexo que não se esgota neste trabalho e requer maior aprofundamento, acredita-se que tais ferramentas de modelagem possam induzir à produção de soluções de baixa relação com a cidade, a paisagem e a escala humana. Pois, sem uma modelagem do existente e de seu entorno, existe maior possibilidade de tratar o projeto como uma folha em branco e visualizado de "cima". Por outro lado, com o uso de fotomontagens sobre imagens do local, há uma maior chance de desenhar a cidade a partir dos olhos do observador, dentro da escala humana e sobre a paisagem existente convertendo-a em projeto (e não partindo de um papel em branco ou uma tela vazia).

Para trabalhos futuros, sugere-se o incentivo à realização de trabalhos por croquis e mais pesquisas sobre soluções de *traffic calming* e transporte público silencioso e não motorizado. De qualquer forma, apesar das limitações, acredita-se que esta experiência tenha alcançado grande parte dos seus objetivos, tais como o interesse e o entendimento básico sobre comportamentos acústicos na cidade, a busca por soluções para o problema de poluição sonora e a atenção para a escala humana e a melhor relação com o entorno e a paisagem.

Agradecimentos

A realização deste artigo só foi possível graças à oportunidade de lecionar no Centro Universitário IBMR; à cooperação de toda turma de Conforto Ambiental Lumínico e Acústico do segundo semestre de 2018; e, em especial, aos estudantes Flávia Lopes, Fernando Gonçalves, Marina Curi e Natalia Cunha que gentilmente cederam suas propostas para a escrita deste trabalho.

Referências

ARCHDAILY. Disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/771443/soundwave-penda>. Acesso em 03 de maio de 2019, às 16 horas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151**: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

BISTAFA, Sylvio. **Acústica aplicada ao controle de ruído.** São Paulo: Blucher, 2011.

CORBELLA, O. D.; YANNAS, S. **Em Busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos.** 2. ed. Rio de Janeiro: REVAN, 2009.

DEBORD, G. **A sociedade do espetáculo**. s.l.: eBookBrasil, 2003.

GEHL, J. **Cidades para Pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

HENRIQUES, Goncalo. Responsive Systems: Foundations and Application - The importance of defining meta-systems and their methods. **Smart and Responsive Design** - Volume 1 - eCAADe 34, p. 511-520, 2016a.

_____ . Arquitetura algorítmica: Técnicas, processos e fundamentos. **Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**. Porto Alegre, p. 1-20, 2016b.

HUTCHISON, E. **O desenho no projeto da paisagem**. Barcelona: Gustavo Gili, 2011.

NOISETUBE. **Guia para usuário do celular**. s.l.: s.e., 2015.

PINTO, Débora Nogueira. **Mapeamento Acústico como ferramenta para Predição de Ruído Urbano na área de influência do estádio Arena das Dunas, Natal/RN**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso. Projeto de Arquitetura: Processo Analógico ou Digital?. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 11, p. 95-102, 2016.

SOLA-MORALES, I. **Diferencias Topografía de la Arquitectura Contemporánea.** Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, SA., 2003.

SOUZA, Lea Cristina Lucas; ALMEIDA, Manoela Guedes de; BRAGANÇA, Luiz. **Bê-a-bá da Acústica Arquitetônica**. 1. ed. São Carlos: EDUFSCar - Editora da Universidade Federal de São Carlos, 2006.

ZEVI, B. **Saber Ver a Arquitetura**. São Paulo: Marins Fontes, 2002.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

FATORES DE REFERÊNCIA E CRITÉRIOS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DO SKETCHING

MEDEIROS, Ivan Luiz[1],
SENNA, Carlos Eduardo[2].

Resumo

Avaliar um trabalho de forma objetiva sempre foi uma tarefa complexa para o docente. Durante o processo, é feita atribuição de valor, a fim de mensurar os resultados obtidos pelos alunos. No caso das disciplinas de representação gráfica, o processo torna-se mais compreensível quando o professor consegue mostrar os itens que já foram atendidos, assim como os pontos que ainda precisam ser melhorados. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é apresentar um instrumento de avaliação. Para elaborar a proposta, realizamos, no início, um levantamento das métricas usadas na análise dos *sketches*. Duas métricas foram escolhidas para estudo. Com base nas métricas, foi possível listar um conjunto de fatores. Como resultado, tem-se a primeira versão do instrumento, que conta com nove itens, apontando os principais erros cometidos nesse tipo de construção.

Palavras-chave: Critérios de avaliação, Sketching; Instrumento.

Abstract

Evaluating an assignment objectively has always been a complex activity for the professor. During the process, value is attributed to the work at hand so as to measure the results obtained by the students. For the graphic representation disciplines, the process becomes more understandable when the professor is able to show the criteria that were attained as well as the ones that still need improvement. Bearing this in mind, the objective of this article is to present an assessment instrument. In order to elaborate the proposal, at first we analyzed the metrics that were used for sketch analysis. Two types of metrics were chosen for the study. Based on them, it was possible to come up with a list of factors. As a result, we have come to the first version of the assessment instrument, which is composed of nine items and points out the mistakes that are commonly made in this type of drawing.

Keywords: Assessment criteria; Sketching; Instrument.

[1] Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ivanmedeiros75@gmail.com
[2] Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), carlossenna@gmail.com

1 Introdução

Este artigo é direcionado a todos os docentes que atuam na área de Expressão Gráfica, em especial, aos professores responsáveis pelas disciplinas de desenho, que sentem dificuldade de avaliar os trabalhos desenvolvidos pelos alunos, com o uso de critérios claros que possam qualificar o processo de aprendizagem.

Nossa intenção, com este texto, é contribuir com a construção de um bom instrumento de avaliação, condição essencial para a prática docente. Nesse sentido, iniciamos o estudo com a investigação das métricas utilizadas, recentemente, na análise dos *sketches*. Foram levantados os principais pontos de cada estrutura, o que possibilitou caracterizar as regras e variações existentes. De posse dessas informações, foi possível listar diferentes fatores que podem ser considerados pelo educador, independentemente do carácter do desenho ou do "gosto" estético preferido. Esses fatores (ou critérios), são itens puramente objetivos, cujo domínio é indispensável para realizar um *sketch* de qualidade.

Na ausência de um instrumento desse tipo, torna-se difícil oferecer um *feedback* preciso aos alunos. Dessa forma, o processo de avaliação acaba não se tornando tão transparente, causando diversas dúvidas que podem interferir no andamento do semestre (GESSINGER; GRILLO; FREITAS, 2010).

2 Referencial teórico

No ano de 1973, Nathan Goldstein publicou a primeira edição do livro *The Art of Responsive Drawing*. Nesta obra, é possível encontrar um capítulo inteiro dedicado às "patologias do desenho", mostrando a importância que o professor tem em efetuar o julgamento assertivo dos trabalhos apresentados. Nas palavras do autor:

> De fato, uma das habilidades mais essenciais de um professor de arte é justamente a aptidão de analisar objetivamente o trabalho de um aluno, com base em sua natureza visual e expressiva - isto é, no seu conteúdo. (GOLDSTEIN, 1973, p.239 – tradução nossa).

Tal análise objetiva, na visão de Goldstein (ibid.), é extremamente importante, pois permite indicar as "indisposições do desenho", ou seja, os defeitos gráficos[3] mais comuns que comprometem a representação. Esses defeitos precisam ser revelados, fornecendo, ao aluno, esclarecimentos de como está seu desempenho em competências específicas da área.

É a partir desse entendimento que realizamos a construção do presente estudo. Aqui, a principal diferença passa a ser o tipo de representação: enquanto que o trabalho anterior trata da prática do desenho no meio artístico (desenvolvido com base na observação direta da realidade), optamos por falar do *sketching*[4], que também possui suas particularidades.

[3] Goldstein (1973) chama de "defeitos gráficos" os equívocos cometidos pelo indivíduo durante a prática do desenho. Ele separou os principais erros em 3 grandes grupos: a) defeitos perceptuais; b) defeitos organizacionais, e; c) defeitos expressivos.

[4] O termo *sketching* é amplamente utilizado no Design. Serve para denominar um tipo de desenho simplificado, feito rapidamente e com linguagem visual própria. Para aprofundamento do tema, ver o artigo de Lane (2017). O autor procura mostrar as diferenças entre o *sketching* e o *drawing*.

No caso do *sketching*, outros elementos que podem ser analisados em um processo de avaliação. Esses elementos são indicados por diferentes autores que tentam, ao longo dos anos, evidenciar os atributos desse tipo de desenho, mantendo relação com o Design de Produto. Em conjunto com esses estudos, são apresentadas métricas, no sentido de escalar (graduar) diferentes níveis de representação. Se, por um lado, o propósito das métricas é apontar um "valor" a um estado do desenho, por outro, é possível fornecer um quadro mais completo a respeito da informação registrada. Com uso das métricas, passamos a ter um indicador, que pode ser adotado para saber se estamos no caminho correto.

2.1 As métricas utilizadas (o que é um *sketch* de qualidade?)

Para entender o que é um *sketch* de qualidade, recorremos ao trabalho de Kudrowitz, Te e Wallace (2012), que foi elaborado com base em literatura especializada[5]. Os autores dizem que essa característica é fruto da combinação de alguns elementos, tais como: domínio na execução do traçado, correção da perspectiva e adequação das proporções do desenho. No decorrer do estudo, são apresentados alguns exemplos (ver figura 1).

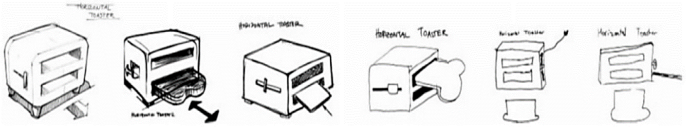


Figura 1 – Exemplos de *sketches* com níveis decrescentes de qualidade.
Fonte: Adaptado de Kudrowitz, Te e Wallace (2012, p.271).

No exemplo disponibilizado, temos a primeira torradeira (à esquerda) classificada como um *sketch* de alta qualidade. Segundo Kudrowitz, Te e Wallace (2012), a imagem foi gerada por um designer de produto com vasta experiência na área, fato que não ocorreu com as outras representações. Para obter a construção adequada, o profissional fez as marcações de forma bastante regular, com pequena oscilação ou tremor. Além disso, deixou evidente as chamadas "linhas de construção", expressando diferentes densidades na composição do traçado.

Tecnicamente, não é só o traçado que faz com que o *sketch* seja classificado dessa maneira. Outro aspecto considerado, pelo designer, foi a construção exata da perspectiva. Sobre esse ponto em particular, Kudrowitz, Te e Wallace (2012) esclarecem que a imagem fica distorcida quando a perspectiva for mal executada. Por conta disso, o *sketch* precisa estar perfeitamente alinhado, com as linhas convergentes sendo guiadas para os pontos de fuga (recurso adotado na perspectiva cônica). Para completar, existe o fato de que as linhas verticais precisam ser feitas perpendiculares à linha do horizonte e, quando houver formas circulares, elas precisam ser confeccionadas corretamente.

Para elaborar a imagem, o profissional também levou em consideração as proporções do objeto. A proporção aborda o tamanho de diferentes componentes, assim como as dimensões internas e entre as partes. Segundo Kudrowitz, Te e Wallace (2012, p.270), "boas proporções refletem realisticamente os artefatos pretendidos". Para obter esse efeito visual, alguns cuidados devem ser tomados: itens com espessura são realmente desenhados com

[5] A métrica foi desenvolvida com base nos estudos de Alvarez (2004), Sjölén e Olofsson (2005), Eissen e Steur (2007).

espessura. Do mesmo modo, artefatos simétricos precisam ser representados com os lados exatamente iguais. Finalmente, os autores falam dos cantos arredondados, indicando que esse parâmetro pode fazer com que o *sketch* pareça mais realista. No entanto, a construção exagerada dos raios provoca um efeito indesejado, fazendo com que o objeto tenha aspecto infantilizado (parecendo irreal).

Resumidamente, esses seriam os itens avaliados. Foi a partir desses pontos que os autores (ibid.) propuseram a métrica, composta por quatro níveis decrescentes de qualidade. Vale lembrar que todos os *sketches* foram gerados seguindo o mesmo padrão: são desenhos monocromáticos, criados com base no mesmo ponto de vista. Além disso, as representações podiam conter breves anotações e setas auxilies que indicam movimento.

Dando sequência na investigação, encontramos outro estudo condizente com o tema, escrito por Camba, Kimbrough e Kwon (2018). Neste caso, os autores chegam a dizer que avaliar o *sketch*, no Design, não é uma tarefa simples. Mesmo assim, citam alguns elementos considerados fundamentais para uma efetiva comunicação. Os elementos são: perspectiva, mídia, peso de linha, sombra e composição, resultando naquilo que os autores chamam de "Estilo do Design Industrial"[6].

Os elementos relacionados, no parágrafo anterior, foram propostos com base no livro de Henry (2012) e visam determinar a qualidade do *sketch*, considerando a aparência visual do mesmo. Junto com esses elementos, são apresentados quatro níveis de classificação, que determinam a condição estrita do desenho (ver tabela 1).

Tabela 1 – Critérios e pesos utilizados para avaliar um *sketch.*

Pontuação	20-16	15-11	10-6	5-0
Perspectiva	Compreende todos os aspectos da perspectiva de 1, 2 e 3 pontos. Compreende círculos/ cilindros em perspectiva, isto é, eixo maior e eixo menor.	Executa a maioria dos *sketches* com a perspectiva correta, com apenas alguns problemas nos pontos de fuga ou elipses incorretas.	Entendimento básico de perspectiva. Ainda está confusa a aplicação dos pontos de fuga ou elipses.	Não exibe um entendimento básico de perspectiva. Problemas consistentes no uso dos pontos de fuga.
Mídia	Aplicação de mídia colorida (marcador, lápis e pastel), aprimorando o *sketch* de conceito e a comunicação visual da intenção do projeto.	A aplicação de mídia é clara e aceitável.	Uma quantidade mínima de mídia é aplicada, mas ainda acentua o *sketch* de conceito.	O trabalho está confuso e/ou falta cor. Exibe falta de motivação e habilidade.
Peso das Linhas	Os *sketches* têm variedade de pesos de linha que correspondem à fonte de luz estabelecida.	*Sketches* conceituais com um nível aceitável de variação de peso de linha.	Atende aos requisitos mínimos de aplicação de peso de linha.	Requer trabalho adicional. Não exibe variação no peso da linha.
Sombras	O sombreamento aplicado ajuda a realçar a forma 3D do objeto. As sombras foram construídas corretamente e ajudam a "saltar" o objeto para fora da página.	Sombreamento interno e sombras projetadas aceitáveis.	Uma quantidade mínima de sombreamento foi aplicada. Sombras são inexistentes ou construídas incorretamente.	O sombreamento não foi aplicado. Se as sombras foram indicadas, elas não correspondem a uma fonte de luz consistente (não foram construídas corretamente).

[6] Camba, Kimbrough e Kwon (2018) dizem que, no campo do Design Industrial, o *sketch* conceitual é particularmente desafiador, pois o processo envolve não apenas a criação de um grande número de ideias em um período curto de tempo, mas, também, a entrega de desenhos de alta qualidade, com atributos estéticos específicos.

Composição	O participante compreende os princípios de composição e *layout* da página. A página mantém fluxo visual.	A página é exibida com uma boa compreensão de composição do participante.	Compreensão básica de composição. Ainda está tentando criar fluxos e pontos focais na página.	O trabalho é desorganizado e não é apresentado de maneira coerente.
Totalidade (Estilo do DI)	Combina todos as categorias anteriores em seu trabalho.	Combina a maior parte das categorias anteriores em seu trabalho.	Combina algumas das categorias anteriores em seu trabalho.	Falha ao comunicar visualmente qualquer um dos princípios fundamentais.

Fonte: Traduzido de Camba, Kimbrough e Kwon (2018, p.140).

Como é possível perceber, Camba, Kimbrough e Kwon (2018) também trabalham com a intenção de mensurar os resultados. Para isso, fazem questão de utilizar um sistema de pontuação, onde a nota máxima seria 20 pontos. Tal pontuação é apresentada na parte superior da tabela. Ela pode ser útil em situações de obtenção de uma nota final, desde que tenha coerência com os critérios que orientaram o ensino.

Há quem defenda esse tipo de procedimento, recorrendo aos números para apontar uma função classificatória. Nesse sentido, a nota não deixaria de ser uma forma de expressão do resultado. Porém, como lembram Gessinger; Grillo e Freitas (2010), o número, isoladamente, é apenas um símbolo, que reduz a comunicação e não expressa claramente o que ocorre com o aluno. Na visão das autoras, mais importante do que o número, em si, são as evidências que auxiliam na identificação das fragilidades.

3 Critérios utilizados na avaliação (principais erros cometidos)

Saber quais são as métricas e indicadores utilizados na área de conhecimento foi apenas uma parte do trabalho. De posse dessa informação, optamos por construir um instrumento próprio de avaliação, com critérios[7] claros que podem ser adotados pelo docente (ver fig. 2).

7 A palavra critério, segundo o dicionário Aurélio, significa: "aquilo que serve de base de comparação, julgamento ou apreciação". O termo indica, ainda, "modos de apreciar coisas ou pessoas" (FERREIRA, 1999, p.582).

Figura 2 – Instrumento desenvolvido para avaliação dos *sketches.*
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O instrumento desenvolvido conta com nove itens, subdivididos em fatores que apontam os principais erros cometidos pelos estudantes.

O primeiro item a ser avaliado é o **traçado manual.** Seu domínio exige a aquisição de competências específicas, que devem ser trabalhadas de maneira sistemática.

Logo abaixo, colocamos o **peso de linha**, outro elemento que deve ser analisado com bastante atenção. O bom uso desse critério proporcionará um desenho com profundidade, possibilitando uma leitura precisa do objeto.

O terceiro item listado foi a **perspectiva**, elemento essencial que permite compreender a tridimensionalidade dos objetos. De modo geral, esse é um critério fácil de compreender, mas difícil de aplicar em algumas situações.

Em seguida, listamos a **proporção**, fator que deve ser bem trabalhado para garantir que não haja distorção entre as partes do objeto. Um *sketch* que se destaca, nesse ponto, mantém uniformidade e coerência na representação.

O quinto item pretende avaliar os **arredondamentos.** Quando pensamos em artefatos produzidos industrialmente, tal fator é de extrema importância, por fazer parte da maioria dos objetos.

Muitos produtos feitos por designers também possuem superfícies complexas. Nesse sentido, o uso de **linhas guia** é essencial, dando ideia do "volume" pretendido. Esse é um recurso gráfico estratégico, que deve ser evidenciado para entendimento correto da forma.

A **composição** também foi relacionada, por garantir o chamado "equilíbrio visual". Ao realizar o *sketch*, o aluno precisa trabalhar devidamente a disposição dos elementos na folha de desenho.

Em seguida, listamos outro critério: o **sombreamento.** Pela agilidade que necessita ser executado o *sketch*, não existe uma recomendação absoluta para trabalhar com variações de escala de cinza. Nesse sentido, encontramos, com frequência, hachuras para constituir essa função. Quando isso acontece, é importante considerar o espaçamento e a orientação

dos traços (SENNA et al., 2016).

Por fim, o nono item corresponde aos **encaixes**, que trata da execução correta de partes do objeto. Por ora, esse seria o último item verificado, completando o processo de avaliação.

O instrumento ainda conta com um campo denominado "*check*". Esse espaço foi feito de modo a indicar os erros cometidos, auxiliando quem recebe a avaliação. Ao lado desse espaço, foi destinado um campo para que o professor possa anotar os pontos de cada item. Caso o docente acredite que um item possa ter peso maior na construção do *sketch*, esse valor é sinalizado na parte **peso da pontuação**. No instrumento, temos um local próprio para anotar o valor somado, resultando naquilo que seria a nota total.

4 Considerações finais

Antes de realizar o fechamento do trabalho, é importante tratar de alguns pontos:

Em primeiro lugar, convém ressaltar que nem todos os itens observados nos estudos anteriores foram escolhidos para compor o nosso instrumento. Um elemento que não foi relacionado, por exemplo, é "mídia". Isso ocorreu por estarmos tratando apenas de *sketches* monocromáticos, utilizados por designers para explicar a forma, a função e a estrutura dos objetos. São desenhos essencialmente lineares[8], construídos sem o auxílio de recursos de edição de imagem.

Em segundo lugar, itens como comprometimento, interesse ou participação não foram listados, pois, são itens que podem caracterizar uma avaliação imprecisa, sem apresentar os verdadeiros resultados. No instrumento proposto, consideramos os aspectos construtivos do *sketch*. Apesar disso, sabemos que alguns professores tendem a usar critérios não objetivos no decorrer do semestre. Em geral, eles argumentam que a consideração desses itens acaba sendo um fator motivacional. Por isso, não podem ser simplesmente ignorados (GESSINGER; GRILLO; FREITAS, 2010).

5 Conclusão

Ao construir o instrumento, estamos, efetivamente, tentando incentivar uma avaliação congênere, cujas características ou propriedades sejam minimamente aproximadas. Essa é uma preocupação constante, pois estamos diante de uma mesma especialidade do desenho.

De fato, o que não deve acontecer é testemunharmos dois ou mais professores aplicando critérios completamente diversificados em sala de aula (em alguns casos, distantes da própria área de conhecimento). Isso nos faz refletir sobre o assunto e, muitas vezes, concordar com as palavras colocadas a seguir:

> Embora possa haver diferenças entre os critérios estabelecidos pelos professores, respeitadas tais diferenças, é fundamental que, na sua essência, eles sejam reconhecidos da forma mais consensual possível entre os docentes de uma mesma disciplina, curso ou área [...] (GESSINGER; GRILLO; FREITAS, 2010, p.37).

[8] Desenhos lineares são construídos com o uso de instrumentos típicos, como aparos, canetas ou lápis. De acordo com Marques (2006, p.22), "as características do registro gráfico estão sempre relacionadas com as características dos instrumentos" [...].

Na citação, as autoras deixam claro que os critérios precisam ser considerados em amplo consenso. Apesar de parecer um pressuposto básico, em muitos casos, temos visto dissidências: docentes elaborando seus planos de trabalho sem ter clareza do que é o *sketching*. Mais do que isso, utilizando critérios sem seguir princípios lógicos e coerentes para uma possível aplicação.

No presente estudo, é possível notar que os itens foram organizados com base em métricas recentes, direcionadas para o Design de Produto. Entendemos que, ao término do mesmo, foi possível cumprir o objetivo, expondo uma lista com os principais erros cometidos nesse tipo de construção. Os elementos relacionados, no entanto, ainda serão explorados. Como indicado no próprio resumo, esta é a primeira versão do instrumento, que deve passar por testes em diferentes contextos.

Como autores do estudo, já estamos providenciando os testes. Escolhemos o semestre atual (2019/2) para realizar um experimento. Em um futuro próximo, vai ser possível traçar os encaminhamentos. Nossa ideia é aprimorar constantemente a proposta, acrescentando itens ou ajustando os elementos existentes.

Referências

CAMBA, Jorge D.; KIMBROUGH, Mark; KWON, Eunsook. Conceptual product design in digital and traditional sketching environments: a comparative exploratory study. **Journal of Design Research,** v.16, n.2, p.131-154, 2018.

EISSEN, Koos; STEUR, Roselien. **Sketching:** Drawing Techniques for Product Designers. Amsterdam: Bis Publishers, 2007.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo Aurélio Século XXI: O dicionário da língua portuguesa. 3.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

GESSINGER, Rosana M.; GRILLO, Marlene C.; FREITAS, Ana L. Critérios de avaliação a serviço da aprendizagem. In: Marlene Correro Grillo; Rosana Maria Gessinger (Org.). Por que falar ainda em avaliação? 1.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010, p.35-44.

GOLDSTEIN, Nathan. **The Art of Responsive Drawing.** New Jersey: Prentice-hall, 1973.

HENRY, Kevin. **Drawing for Product Designers.** Londres: Laurence King, 2012.

KUDROWITZ, Barry; TE, Paula; WALLACE, David. The influence of sketch quality on perception of product-idea creativity. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.26, n.3, p.267-279, 2012.

LANE, Diarmaid. Drawing and Sketching: Understanding the complexity of paper–pencil interactions within technology education. **Springer International Handbooks of Education**, p.385-402, 2017.

MARQUES, Jorge Silva. No específico do desenho: Os modos do desenho: Faculdade de Belas Artes, Universidade do Porto, 2006. Relatório de Aula.

SENNA, Carlos Eduardo et al. O sketch aplicado no Design de Produto. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica,** v.4, n.2, p.23-37, 2016.

SJÖLÉN, Klara; OLOFSSON, Erik. **Design Sketching.** Sweden: Keeos Design Books, 2005. Techniques of Scott Robertson: Basic Perspective Form Drawing. Direção de Alex Alvarez: Vol.1 - Material produzido pela Gnomon Workshop, 2004. (120 min.), DVD.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

PROJETO DE SISTEMA DE IDENTIDADE VISUAL EM CURSO DE DESIGN GRÁFICO COM APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA

ARAÚJO, Eduardo Fernandes[1],
RÊGO, Rejane de Moraes[2],
SOUZA, Eduardo Antônio Barbosa de Moura[3].

Resumo

O artigo relata o processo e os resultados das disciplinas Projeto de Sistema de Identidade Visual e Metodologia de Sistema de Identidade Visual do Curso Superior de Tecnologia em Design Gráfico do Instituto Federal de Pernambuco durante o semestre 2018.2. As duas disciplinas trabalharam articuladamente desafiando os estudantes a desenvolverem o projeto de Sistema de Identidade Visual do recém-inaugurado Centro de Pesquisa e Sustentabilidade (CP), no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE). Objetivando a integração entre ensino, pesquisa e extensão na instituição e adotando a Aprendizagem Baseada em Problema - ABP (*Problem-based Learning – PbL*), os estudantes do 3° período organizados em 6 equipes, vivenciaram todas as etapas de desenvolvimento de um projeto dessa natureza, abordando um caso concreto, ao tempo em que conheceram e aprofundaram conceitos, métodos e técnicas projetuais. A proposta final de cada equipe foi apresentada aos membros do comitê científico do Centro, os quais escolheram, por votação, o projeto denominado “Escher”. Os docentes das disciplinas e os estudantes avaliaram especialmente o processo, utilizando os instrumentos da ABP. Já os membros do comitê científico do CP avaliaram os resultados, analisando e identificando o projeto que consideravam melhor expressar o conceito e a identidade do centro.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problema; Sistema de Identidade Visual; Design

Resumen

El artículo relata el proceso y los resultados de las disciplinas Proyecto de Sistema de Identidad Visual y Metodología del Sistema de Identidad Visual del Curso Superior de Tecnología en Diseño Gráfico del Instituto Federal de Pernambuco durante el semestre 2018.2. Las dos disciplinas trabajaron articuladamente desafiando a los estudiantes a desarrollar el proyecto de Sistema de Identidad Visual del recién inaugurado Centro de Investigación y Sustentabilidad (CP), en el Instituto Federal de Pernambuco (IFPE). Con el objetivo de la integración

[1] IFPE – Curso de Design Gráfico / eduardofernandes@recife.ifpe.edu.br
[2] IFPE – Mestrado Profissional em Gestão Ambiental / profa.rejanemrego@gmail.com
[3] IFPE – Curso de Design Gráfico / eduardosouza@recife.ifpe.edu.br

entre enseñanza, investigación y extensión en la institución y adoptando el Aprendizaje Basado en el Problema - ABP (Problem-based Learning - PbL), los estudiantes del 3° período organizados en 6 equipos, experimentaron todas las etapas de desarrollo de un proyecto de esa naturaleza, abordando un caso concreto, al tiempo en que conocieron y profundizaron conceptos, métodos y técnicas proyectuales. La propuesta final de cada equipo fue presentada a los miembros del comité científico del Centro, quienes eligieron por votación el proyecto denominado “Escher”. Los docentes de las disciplinas y los estudiantes evaluaron especialmente el proceso, utilizando los instrumentos de la ABP. Los miembros del comité científico del CP evaluaron los resultados, analizando e identificando el proyecto que consideraban mejor expresar el concepto y la identidad del centro.

Palabras clave: Aprendizaje basado en el problema; Sistema de Identidad Visual; diseño

1 Introdução

Este artigo apresenta a experiência vivenciada durante o semestre letivo de 2018.2, nas disciplinas Metodologia de Sistema de Identidade Visual (METSIV) e Projeto de Identidade Visual (PROJSIV) do Curso Superior de Tecnologia em Design Gráfico do IFPE (CSTDG/IFPE), adotando a *Problem-Based Learning* – PBL ou Aprendizagem Baseada em Problema – ABP, e tendo como desafio projetual o desenvolvimento do Sistema de Identidade Visual do Centro de Pesquisa e Sustentabilidade da instituição, inaugurado em 2017, no campus Recife.

A ABP foi adotada de forma sistemática e exitosa durante os dois primeiros anos do curso. A partir da primeira reformulação, em 2002, constata-se que houve dificuldade de mantê-la em todas as disciplinas, por diferentes razões, que incluem esforço acadêmico (carga horária de aulas por professor) e envolvimento e disposição docente para a mudança de práticas pedagógicas sedimentadas.

No atual formato, o curso tem quatro períodos, sendo o 1º considerado um módulo básico e os três seguintes focam em uma área projetual específica: 2° – Projeto Editorial; 3° - Projeto de Sistema de Identidade Visual; 4° - Projeto de Hipermídia. Ao longo de seus 19 anos de existência, o curso sofreu duas reformulações (2002, 2004) e outros ajustes mais pontuais, permanecendo a adoção da ABP somente em algumas disciplinas, cujos docentes abraçaram a metodologia entendendo-a como a mais adequada ao processo de construção de conhecimento e habilidades projetuais, como é o caso das disciplinas METSIV e PROJSIV.

No contexto metodológico das disciplinas de METSIV e PROJSIV, os projetos desenvolvidos sob a condução da ABP proporcionaram, via de regra, resultados muito satisfatórios tanto como produto quanto como processo. Assim, com a inauguração do Centro de Pesquisa e Sustentabilidade, uma pesquisadora, membro do comitê científico e ex docente do CSTDG sugeriu aos colegas responsáveis pelas disciplinas supracitadas que utilizassem como desafio projetual o SIV do CP, visando a integração dos pilares institucionais do ensino, da pesquisa e da extensão.

2 Um olhar sobre a Aprendizagem Baseada em Probema - ABP

Problem-Based Learning – PBL ou Aprendizagem Baseada em Problema – ABP é uma metodologia que incorpora diversos enfoques do ensino e da aprendizagem, podendo referir-se a conceitos didáticos fundados na resolução de problemas, mas, também, a conceitos que articulam uma abordagem pedagógica tradicional com a resolução de problemas por meio do trabalho com projetos (ENEMARK e KJAERSDAM, 2009).

O que é comum a qualquer abordagem ABP, contudo, é considerar como eixo fundamental a autonomia e a responsabilidade do estudante por seu processo de aprendizagem, o que significa deslocá-lo para o centro do processo educativo. Esse processo deve se desenvolver pela identificação e análise de problemas, pela capacidade de elaborar questões sobre os problemas (problematização), e pela iniciativa em procurar informações que ampliem os questionamentos e os respondam, de maneira a criar um ciclo no qual novas questões são naturalmente levantadas e novos processos de aprendizagem e de problematização são realizados (ARAÚJO E SASTRE, 1999).

Segundo Rêgo (2011),

> Moesby (2009) apresenta uma taxonomia da implementação da ABP que permite observar os diferentes estágios em que a abordagem pode ser utilizada. Para o autor, a ABP pode se realizar em três níveis: individual, sistema/grupo e institucional. O nível individual caracteriza-se por ser uma nova prática no marco do sistema educacional; por relacionar-se com a educação de cada professor e, assim, configurar-se como "pessoal"; e por não haver mudanças no sistema de avaliação. As principais características do nível sistema/grupo é a indução à mudança nos objetivos das disciplinas; nos métodos de ensino e aprendizagem; e nos sistemas de avaliação da organização. Já no nível institucional as mudanças atingem a estrutura da organização como um todo, abrangendo a proposta educacional.

Essa taxonomia entende que o **nível individual** se caracteriza por ser uma nova prática no marco do sistema educacional; por relacionar-se com a educação de cada professor e, assim, configurar-se como "pessoal"; e por não haver mudanças no sistema de avaliação.

Já entre as principais características do **nível sistema/grupo** está a indução à mudança nos objetivos das disciplinas, nos métodos de ensino e aprendizagem, e nos sistemas de avaliação da organização. No **nível institucional** as mudanças atingem a estrutura da organização como um todo, abrangendo a proposta educacional da escola.

No exterior têm-se experiências exitosas do emprego da ABP, em diferentes níveis. No Brasil, um exemplo significativo da ABP em ensino superior foi proposto para a USP Leste, segundo Araújo e Sastre (2009). Entretanto, o primeiro projeto pedagógico do CSTDG/IFPE, cuja implantação se deu em 2000, apresenta a ABP como principal eixo metodológico, podendo-se afirmar ser o pioneiro na proposição dessa abordagem em curso superior.

Segundo Araújo (2000), na dinâmica do CSTDG toda disciplina tinha a flexibilidade de ser ministrada de forma tradicional, ou de modo resolutivo, como é o caso da ABP, de acordo com a disponibilidade dos docentes que assumissem as respectivas regências de sala de aula. Dessa forma, o emprego da ABP no primeiro projeto pedagógico do CSTDG/IFPE enquadrava-se no nível sistema/grupo definido por Moesby (2009).

De acordo com Ribeiro (2017), o processo de ABP pode ser assim descrito:

1. Apresentação de uma situação-problema a partir da qual alunos (em grupos) organizam suas ideias e tentam solucionar a situação-problema com conhecimentos que já possuem sobre o assunto.
2. Discussão sobre a situação-problema com elaboração de perguntas (pontos ou questões de aprendizagem) sobre aspectos do problema que não entendem/sabem, anotando-se as questões.
3. Classificação das questões de aprendizagem por ordem de importância. Decide-se quais questões serão investigadas por todo o grupo e quais serão por indivíduos. Elege-se um coordenador para o grupo, função que pode haver revezamento durante o processo. Discute-se quais recursos serão necessários para investigação das questões de aprendizagem e onde podem ser encontrados.
4. Exploração das questões prévias com integração dos novos conhecimentos adquiridos ao contexto do problema. Os alunos fazem síntese dos seus novos conhecimentos e conexões com os anteriores. Definem novas questões, progredindo na proposta de so-

lução do problema. Esse ciclo deve se repetir, dentro do cronograma estabelecido, até que se considere que a melhor solução ou a solução possível foi formulada.

5. Finalização da proposta de solução do problema, com geração de toda a documentação necessária, de acordo com o tipo de problema, para registro da solução.
6. Apresentação e discussão da proposta. Autoavaliação e avaliação dos pares.

Ainda para Ribeiro (2017), um problema ABP deve apresentar características como:

- Ser suficientemente aberto para que o aluno possa contribuir com algo para solução;
- Compreender uma tarefa concreta que simula ou representa uma situação passível de ser encontrada pelos futuros profissionais e ser real ou potencialmente real;
- Ter um grau de complexidade condizente com os conhecimentos prévios dos alunos;
- Favorecer a interdisciplinaridade e cobrir uma área extensa do conteúdo, satisfazendo os objetivos de conhecimentos, habilidades e atitudes almejados nos currículos ou disciplinas. (RIBEIRO, 2017, p.30)

Complementando a caracterização de um problema para trabalhar com a ABP, o autor define como critérios a atender: prevalência, valor interativo, valor prototípico, alto potencial de impacto, fraca estruturação. “Quanto MAIOR a AMBIGUIDADE do problema, MAIOR a oportunidade de os alunos se engajarem em um processo reiterativo de especulação, definição, coleta de informações, análise e redefinição do problema” (RIBEIRO, 2017, p.31).

Cursos em áreas projetuais são especialmente adequados à adoção da aprendizagem baseada em problema, cujos “problemas APB” são os desafios projetuais que os estudantes devem solucionar, os quais são, por natureza, problemas mal definidos (*ill defined problems*).

Com abordagem dirigida às áreas projetuais, Schön (1983, 2000) considera a projetação como uma “conversação reflexiva com a situação”. Ou seja, os problemas são colocados e estruturados pelos projetistas que agem e aperfeiçoam a situação corrente (RÊGO, 2009)

A teoria de Schön ajuda a entender melhor como o emprego da ABP em cursos de formação projetual tem o potencial de preparar o estudante de maneira mais próxima da prática profissional. O autor entende os projetistas como ativos na estruturação do problema e argumenta que eles não avaliam conceitos, mas as suas próprias ações no ato de estruturar e resolver o problema. Dessa forma, criam seu próprio modo de projetar.

Colocar o estudante diante de um problema projetual real e adotar a ABP como metodologia é possibilitar um aprendizado autônomo e colaborativo, cuja(s) ideia(s) de solução será(ão) desenvolvida(s) por meio de um processo contínuo de estruturação do problema, formulação de questões, busca de aporte para responder às questões, avaliação da ideia mais adequada, que se configura muito próximo ao mundo profissional.

3 Aplicando a ABP em projeto de Sistema de Identidade Visual em curso de Design Gráfico

As disciplinas METSIV e PROJSIV estão no 3º período do CSTDG/IFPE (em um total de 4 períodos), o qual é direcionado ao desenvolvimento de projetos de marca e respectivas soluções de comunicação visual para sistemas de identidade corporativa[4].

4 Um “Sistema de Identidade Corporativa” inclui o SIV, estratégias de mídia, ações de *marketing*, fidelização de clientela, gestão de experiência de usuário etc

O objetivo de METSIV é definir um problema projetual e levantar dados e requisitos de projetos de SIV, bem como a realizar análises do perfil do cliente (*briefing*) e público-alvo (pesquisa de audiência), visando a construção de conhecimentos sobre os métodos projetuais de marca e métodos de análise de qualidade de sistemas de identidade visual.

PROJSIV tem por objetivo desenvolver, maiormente em sala de aula, projetos extensivos à embalagem ou sinalização, e a integração orgânica dos conhecimentos teóricos e práticos (metodológicos) na atividade projetual. Em geral, tais disciplinas são ministradas em alinhamento com as demais do semestre, em especial Semiótica, em que se propicia um ambiente de aprendizagem acerca de como proceder uma análise semiótica visual de marcas e identidades corporativas concorrentes.

No semestre 2018.2, tais disciplinas estavam integradas na condução do projeto de SIV do CP - IFPE, apresentando um desafio projetual nos seguintes termos e diretrizes:

Quadro 1 – Termos e diretrizes para processo projetual nas disciplinas METSIV e PROJSIV

PROJETO DO SEMESTRE:
SISTEMA DE IDENTIDADE VISUAL DO CENTRO DE PESQUISA IFPE/CAMPUS RECIFE

1 | O QUE FAZER

- As disciplinas Metodologia SIV e Projeto SIV serão conduzidas em paralelo
- Os discentes devem se organizar em equipes de 5 (mín) ou 6 (máx) pessoas
- Pesquisar sobre outras marcas para centros de pesquisa tecnológica
- Fazer levantamento de briefing e pesquisa de público-alvo, com repertório de signos visuais (imagens) adequado ao público, e plantas arquitetônicas do prédio
- Cada equipe deve propor uma MARCA (assinatura de identidade visual) para o Centro de Pesquisa em Tecnologia e Sustentabilidade do IFPE
- As aplicações gráficas da MARCA devem ser desenvolvidas e apresentadas em um MANUAL DE SIV, e em um MANUAL DE SINALIZAÇÃO (segundo perfil e critérios de briefing/público-alvo)
- Elaborar Portfólio Documental de todo o Projeto SIV/SINALIZAÇÃO do prédio

2 | O QUE ENTREGAR

- MANUAIS (de SIV e de SINALIZAÇÃO) completos em formato digital (PDF)
- CD/pendrive com os arquivos do Portfólio Documental: 1)Memorial descritivo, 2)Briefing, 3)Pesquisa de Público-alvo com análise estatística, 4)Orçamento/Cronograma, 5)Contrato de prestação de serviço, 6) Diários de Bordo (registro semanal do histórico do projeto no modelo ABP), 7) Análise semiótica de marcas concorrentes, 8) Manuais de SIV e de Sinalização com todas as aplicações e variações da marca segundo os requisitos de briefing/perfil de público.

3 | O QUE AVALIAR

- Apresentação pontual nas datas de acompanhamento com Diários de Bordo (cada dia de acompanhamento em sala vale 1 pt na nota da II UNI, no total de 6 pts)
- Execução em sala e cuidados com o acabamento e limpeza final
- CRITÉRIOS FINAIS: originalidade, assiduidade, acabamento, documentação projetual completa (total de 4 pts na nota da II UNI)
- O resultado visado deve ser de nível PROFISSIONAL!

4 | O QUE OBSERVAR

28.08 ::	Apres. da Marca CP-IFPEdefinitiva (1ª parcial de 2 na nota da I UNI)
25.09 ::	Apres. do MANUAL SIV finalizado (2ª parcial de 2 na nota da I UNI)
02.10 ::	Início da elaboração do MANUAL SINALIZAÇÃO (vale +1 ponto na II UNI)
09.10 ::	Elaboração e acompanhamento em sala (vale +1 ponto na II UNI)
16.10 ::	Elaboração e acompanhamento em sala (vale +1 ponto na II UNI)
23.10 ::	Elaboração e acompanhamento em sala (vale +1 ponto na II UNI)
30.10 ::	Elaboração e acompanhamento em sala (vale +1 ponto na II UNI)
06.11 ::	Elaboração e acompanhamento em sala (vale +1 ponto na II UNI)
13.11 ::	Acabamento e Finalização do Portfólio Documental
20.11 ::	Entrega Final (+4 pontos na nota da II UNI)

Fonte: ARAÚJO e SOUZA (2018) – Plano de Ensino das disciplinas METSIV e PROJSIV

O *briefing* preliminar, com descrição de perfil de público-alvo, desenvolvido pelos estudantes elencava os seguintes requisitos de desafio projetual para o CP-IFPE:

Quadro 2 – Requisitos projetuais propostos pelas disciplinas METSIV e PROJSIV

OBJETIVO/PROBLEMA A SER RESOLVIDO
Projeto de identidade visual, sinalização e material gráfico para o Centro de Pesquisa e seus grupos de pesquisa vinculados:
- Criação de uma marca exclusiva e própria para o Centro de Pesquisa IFPE
- Desenvolvimento de manual da marca e peças gráficas de divulgação
- Criação de signos orientativos para sinalização interna e externa do prédio
- Desenvolvimento do manual de sinalização para instalação adequada dos signos

PRINCIPAL DIFERENCIAL A SER EXPLORADO
Espaço multiusuário para desenvolvimento de pesquisas, ligadas a graduação, pós-graduação e nível técnico. De acordo com a pesquisa elaborada com o público, percebe-se a necessidade de focar em uma boa Infraestrutura, com Organização, Acessibilidade e Informação, e esses aspectos podem ser trabalhados a partir de uma sinalização eficiente e consistente em conjunto com a identidade visual desenvolvida.

PERFIL DE PÚBLICO-ALVO
O público interno será formado por Pesquisadores de vários níveis e áreas e estudantes vinculados aos programas institucionais. O público externo serão os parceiros, outras instituições de pesquisa, órgãos de fomento – CNPq/FINEP/FACEPE –, e instituições internacionais como Universidades e Orgãos de Pesquisa.

CONCORRÊNCIA DIRETA E INDIRETA
Grupos de Pesquisa de outras instituições de ensino públicas ou privadas em diversos níveis, especialmente Universidades e Instituições com pesquisa tecnológica avançada.

INSTRUÇÕES ESPECÍFICAS/OBRIGATORIEDADES
Observar as formas de comunicação de outros Centros de Pesquisa, nacionais e internacionais. Analisar dados do público-alvo para o desenvolvimento de uma identidade visual eficiente e adequada ao repértório cultural deste público e ao objetivo do Centro de Pesquisa.

TIPOS DE APRESENTAÇÃO
Assinaturas de marca, papelaria institucionao, folders, panfletos, divulgação da equipe, material de brinde para eventos, camisas, bolsas, cadernos, canetas, galeria para equipe científica, frota, totem/fachada.

Detalhamento:
- Marca/Logotipo da instituição;
- Material de expediente: Papel timbrado, envelopes e pastas corporativas, carimbo, calendário, régua, lápis e caneta, crachá, adesivos, blocos de notas, assinatura de e-mail;
- Material de divulgação: Panfleto para divulgação rápida sobre o centro de pesquisa; - Folder: (modelo tri folder com detalhamento das atividades do centro de pesquisa e outras informações relevantes como a divulgação da equipe por exemplo), newsletter, imagens e templates para mídias sociais;
- Brindes: Ecobag, Bolsa executiva, Caneta, Chaveiro, Agenda, Sketchbook, Botton, Camisas, Copos, Canecas;
- Sinalização interna e externa: Adesivos de parede, adesivos de porta, placas diretivas, indicativas de seção, placas indicativas de sala, totens, etc.

ARQUIVOS
Manual de Identidade Visual e de Manual de Sinalização, além da documentação que inclui: Memorial Descritivo, Briefing, Contrato de Prestação de Serviços, Orçamento/cronograma, Pesquisa de público-alvo (gráficos/estatísticas), Diários de bordo e Análise semiótica visual de marcas concorrentes.

ETAPAS DO PROJETO
25/08/2018 Apresentação da Marca Definitiva
25/09/2018 Apresentação do Manual de Identidade Visual
20/11/2018 Apresentação do Manual de Sinalização
20/11/2018 Entrega do Portfólio Documental

Fonte: ARAÚJO e SOUZA (2018) – Plano de Ensino das disciplinas METSIV e PROJSIV.

O processo didático: etapas e produtos

Os estudantes se dividiram em equipes de trabalho organizadas em no mínimo 5 e no máximo 6 pessoas, dando início ao levantamento preliminar de projeto com a elaboração/ redação do problema projetual estruturado -- registrado nos diários de bordo – e questionário semi-estruturado para definição de perfil do público-alvo. Tal levantamento foi apresentado a todos os participantes da disciplina já nas primeiras semanas de projeto.

O diário de bordo é essencialmente constituído de um registro semanal que acompanha o processo de refinamento do problema projetual e desenvolvimento de proposta de solução. Para tanto, na metodologia ABP adotada, utiliza-se a ficha da Figura 1 que sintetiza o processo ABP explicitado por Ribeiro (2017), como registrado na Introdução desse texto.

Ideia(s) PARA resolver o problema (organização das ideias tentando solucionar o problema com o conhecimento que já se possui sobre o assunto)	O que já sabemos para viabilizar a (s) ideia (s) resolver o problema?	O que ainda não sabemos (e precisamos saber) para viabilizar a(s) ideia(s)/resolver o problema? (Por meio de discussão, elaborar perguntas sobre os aspectos do problema ainda desconhecidos ou pouco aprofundados. Classificar as perguntas por ordem de importância e decisão de quem deverá investigar)	Quais procedimentos adotaremos para buscar o que ainda não sabemos para viabilizar a(s) ideia(s)/resolver o problema? (Discussão e definição dos recursos/instrumentos necessários na investigação de cada questão e onde podem ser encontrados)
1			
2			
3			
...			

Figura 1 – Ficha ABP de acompanhamento do processo.
Fonte: Adaptada de ARAÚJO (1999)

Em seguida, tendo como orientação as diretrizes de *briefing*/público, junto à análise semiótica de marcas concorrentes, os estudantes se dedicaram ao estudo de variáveis no desenho da nova marca do CP-IFPE. Tão logo esse desenho ficou definido, como assinatura principal da identidade visual, deram início à diagramação do Manual de SIV segundo um sumário/roteiro padrão para os manuais didáticos de aplicação de marca. Essa etapa foi concluída na Unidade I do semestre letivo.

O tempo da Unidade II do semestre letivo 2018.2 foi dedicado à etapa mais complexa do projeto sinalético do edifício do CP-IFPE. Os estudantes tiveram acesso às plantas-baixas arquitetônicas, a partir das quais partiram para reconhecimento do espaço *in loco*, fotografando e anotando as especificidades de zoneamento de serviços, fluxo de transeuntes por categorias de acesso e locação dos pontos indiciais onde constariam os signos direcionais, locativos e de advertência. A solução de comunicação visual sinalética foi apresentada em um Manual de Sinalização.

Os critérios de avaliação, além do acompanhamento semanal em sala de aula, apreciou os resultados do projeto segundo quatro critérios: a **assiduidade** da equipe em apresentar o desenvolvimento do projeto dentro do cronograma; a **originalidade** na solução estética e funcional da marca proposta e respectivas aplicações nos manuais; o **acabamento** do material final entregue no formato de diagramação solicitado para os manuais; e a *completude* do portfólio projetual (contento o registro de toda documentação do processo projetual).

3.2 Resultados projetuais apresentados

Seis temas serviram de inspiração para as propostas de marca, devidamente justificadas nos respectivos Manuais SIV:

- Gravuras de Escher (Figura 2);
- Andorinhas (Figura 3);
- Mariposas/borboletas (Figura 4);
- Fogo transformador (Figura 5);
- Bússola (Figura 6);
- Abstrato, inspirado do mito grego de Atlas (Figura 7).

Figura 2 – Projeto Escher.
Fonte: Manual de SIV, Equipe 01, 2018.2.

Figura 3 – Projeto Andorinha.
Fonte: Manual de SIV, Equipe 02, 2018.2.

Figura 4 – Projeto Mariposa.
Fonte: Manual de SIV, Equipe 03, 2018.2.

Figura 5 – Projeto Fogo Transformador.
Fonte: Manual de SIV, Equipe 04, 2018.2.

Figura 6 – Projeto Bússola.
onte: Manual de SIV, Equipe 05, 2018.2.

Figura 7 – Projeto Abstrato (Atlas).
Fonte: Manual de SIV, Equipe 06, 2018.2.

A Figura 8 exemplifica o emprego da ficha ABP, apresentando a primeira ficha constante do diário de bordo da Equipe 01, que propôs o Projeto Escher.

DIÁRIO 01: **21/08/18 I Unidade - Diário 1**

PROBLEMA ESTRUTURADO:
Projetar um sistema de identidade visual e sinalização interna e externa contendo manual da marca e demais aplicações em peças gráficas e de mídias para o público de pesquisadores, professores e alunos tanto do campus como da comunidade, visitantes de outras instituições interessadas em inovação tecnológica, pois o projeto será exclusivo para o CENTRO DE PESQUISA IFPE conservando a ideia de organização, acessibilidade e informação conceitos relacionados ao centro de pesquisa.

IDEIAS	FATOS	QUESTÕES	PLANOS
VARIAÇÕES: tipográficas figurativas, ideogramas abstratos; -Levantamentos do briefing, pesquisa de público; Conquistar o engajamento do público; - Considerar os fatores levantados na pesquisa como importantes para o público (Informação, Acessibilidade, Infraestrutura e Organização); - Considerar os valores indicados pelo público (Inovação científica e tecnológica, integração entre o meio acadêmico e as questões sociais, sustentabilidade e responsabilidade ambiental;	-Evitar clichês como átomos, DNA, engrenagens, cores azul, verde e branco; - Estudo de outros projetos de SIV e esboços da estrutura do local e desenhos da marca com variações tipográficas figurativas e ideogramas abstratas; - O perfil do público está na faixa etária de 18 a 45 anos de todos os gêneros com professores, alunos e pesquisadores;	- Levantamento de repertório de signos; - Análise semiótica comparada de marca; - Praticar desenvoltura em desenhos à mão livre ; - Desenho iniciais da marca através do estudo de formas e geometria; - Seguir metodologia adequada para o desenvolvimento de todo o projeto;	- Pesquisa de outras marcas atuantes no mercado tecnológico (livros e internet); - Estudo e prática de análise na disciplina de semiótica; - Rever livros e exercícios de ECD e Legibilidade; - Revisitar conceitos de Geometria bidimensional e tridimensional; - Iniciar os esboços da marca e aproveitar para desenvolver melhor habilidade no desenho à mão livre;

Figura 8 – Ficha ABP/Diário de Bordo.
Fonte: Portfólio de SIV, Equipe 01, 2018.2.

Por limitação do espaço desse artigo, não é possível detalhar os projetos, registrando a abrangência dos resultados alcançados. Portanto, os manuais dos 6 (seis) projetos e o portfólio do Projeto Escher, podem ser visualizados por meio de: https://drive.google.com/drive/folders/1MBzEdhh4-sHwNz5DhpiV6iD1IQGDswen

Terminado o semestre, os estudantes preencheram a ficha de autoavaliação ABP (Figura 9), como etapa derradeira da formação de um profissional reflexivo em processo de desenvolvimento de sua autoconfiança projetual. Nesse aspecto, foi curioso observar que os estudantes se deram nota final um pouco abaixo da nota concedida pelos docentes (que os avaliam com a mesma ficha), o que sugere certo nível de auto exigência na aplicação dos critérios de autoavaliação.

QUESTIONÁRIO DE AUTO-AVALIAÇÃO DISCENTE			
NOME:			
DISCIPLINA:			
PROJETO:			
ATIVIDADE	**Bem construído**	**Em construção**	**Não construído**
Eu contribuí com idéias/fatos para soluções viáveis			
Eu levantei algumas questões a serem aprendidas			
Eu usei variedade de recursos quando fiz minha pesquisa			
Eu ajudei a pensar e resolver o problema conscientemente			
Eu contribuí com novas e adequadas informações			
Eu ajudei meu grupo a fazer seu trabalho			
Eu contribuí para manter minha motivação e a de meu grupo			
Pontuação:	**A:**	**B:**	**C:**
Nota final:			

Figura 9 – Questionário de Autoavaliação ABP.
Fonte: ARAÚJO (2000).

Como culminância do processo desenvolvido, foi realizado seminário de apresentação dos projetos ao Comitê Científico do CP-IFPE, possibilitando-o conhecer os resultados, mas, principalmente, toda a trajetória projetual dos estudantes. Por fim, realizou-se uma votação pelos membros do Comitê a qual resultou na escolha do Projeto Escher como marca e sinalização para o novo prédio.

4 Conclusão

Embora não haja perspectiva de aplicação real da marca, devido a exigências e restrições de padronização predial segundo a identidade corporativa dos Institutos Federais/Ministério da Educação, a experiência pedagógica se mostrou renovadamente válida como desafio projetual real, trazido para sala de aula de acordo com as diretrizes didáticas da ABP.

Neste momento, o Curso Superior de Tecnologia em Design Gráfico do IFPE passa por nova reformulação (a terceira), construindo novo Projeto Pedagógico, que resultará em significativa modificação de sua matriz curricular, buscando adequação e inserção maior ao contexto projetual em ambiente digital. Infelizmente, a ABP está, aos poucos, saindo de cena como foco de interesse pedagógico por parte da maioria do corpo docente que, apesar de tecer louvores e expressar admiração pelas orientações pedagógicas e metodológicas da ABP, na prática não demostra interesse efetivo na sua contínua aplicação e vivência em nível de sistema/grupo. Assim, a prática da ABP fica facultada a poucos professores ainda interessados em seus resultados pragmáticos em nível individual e, portanto, sem perspectiva de integração transdisciplinar e projetual de sua nova matriz curricular. Curiosamente isso se dá em um momento em que outras escolas superiores de design – como a PUC de São Paulo e a Cesar School de Recife – têm divulgado seus respectivos cursos como “pioneiros do Brasil na aplicação da ABP para ensino do design”.

Agradecimentos

À turma do 3º período do CSTDG em 2018.2 que abraçou o desafio projetual e experimentação da ABP nas disciplinas METSIV e PROJSIV, possibilitando o êxito não só do processo, mas também dos resultados. Ao Comitê Científico do CP-IFPE, especialmente à profa. Marília Castro Lira, cuja colaboração com acesso a informações e explicação sobre história, esforços e propósitos do CP subsidiou os projetos realizados.

Referências

ARAÚJO, E. F. **Diretrizes pedagógicas da aprendizagem mediante problemas**: aprendendo a resolver, resolvendo para aprender. Recife: Edição particular, 2000.

ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Org) **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior.** São Paulo: Summus, 2009.

ENEMARK, S.; KJAERSDAM, F. A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Org) **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior.** São Paulo: Summus, 2009. p. 17-41.

MOESBY, E. Perspectiva geral da introdução e implementação de um novo modelo educacional focado na aprendizagem baseada em projetos e problemas. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Org) **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior.** São Paulo: Summus, 2009. p. 43-78.

RÊGO, R. M. **Educação gráfica e educação projetual em arquitetura**: discutindo uma aproximação. In: VIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 2009, Bauru/SP. GRAPHICA'09 LINGUAGENS E ESTRATÉGIAS DA EXPRESSÃO GRÁFICA: COMUNICAÇÃO E CONHECIMENTO. Bauru: UNESP/Bauru, 2009.

RÊGO, R. M. **Educação gráfica e projetação arquitetônica** – as relações entre a capacidade visuográfica tridimensional e a utilização da modelagem geométrica 3D. São Paulo, Brasil: Edgard Blücher, 2011.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experencia no ensino superior. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner – how professionals think in action**. EUA: Basic Books, 1983

_____ **Educando o Profissional Reflexivo** – um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS À DISCIPLINA DE HISTÓRIA DAS ARTES PARA ALUNOS DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRANJAN, Cristina Grafanassi[1],
VALLE REGO, Fernando Rabello[2].

Resumo

Este artigo tem como objetivo demonstrar os resultados obtidos através da aplicação das metodologias ativas junto aos educandos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Unisuam (RJ). Os processos educacionais tradicionais colocam o professor como transmissor de conhecimento, que tem no aluno o receptor, a quem cabe memorizar o que está sendo transmitido. Na concepção educacional da metodologia ativa, o estudante ocupa o papel de protagonista no processo de ensino-aprendizagem, sendo estimulado a uma maior participação nas aulas, desenvolvendo a reflexão e a crítica. As novas tecnologias levaram a novas formas de construção das relações humanas, demandando novas metodologias educacionais. A busca por soluções para os problemas crônicos da educação não pode se furtar a tirar o professor do tradicional papel de mestre absoluto, como um palestrante cuja relação com o aluno é uma via de mão única. Ao utilizarmos as metodologias ativas em aula foi possível identificar em que medida isso potencializou o aprendizado dos alunos, como mais um instrumento de construção de conhecimentos, e um maior desenvolvimento das competências e habilidades do educando.

Palavras-chave: metodologias ativas; desenho; competências e habilidades.

Abstract

This article aims to demonstrate the results obtained through the application of the active methodologies with the students of the Architecture and Urbanism course at Unisuam (RJ). Traditional educational processes place the teacher as a transmitter of knowledge, which has in the student the receiver, who has to memorize what is being transmitted. Already in the educational conception of active methodology, the student occupies the role of protagonist in the teaching-learning process, being stimulated to a greater participation in the classes, developing reflection and criticism. The new technologies have led to new ways of building human relations, demanding new educational methodologies. The quest for solutions to the chronic problems of education can not shy away from taking the teacher from his traditional role as absolute master, as a speaker whose relationship with the student is a one-way street. When we used the active methodologies in class, it was possible to identify the extent to which this has potentiated students learning, as a tool for building knowledge, and a greater development of the learner's skills and abilities.

Keywords: active methodologies; drawing; skills and abi

[1] UFRJ/CLA/EBA; crisgtranjan@globo.com
[2] UNISUAM; fernandobellobar@gmail.com

1 Introdução

O procedimento pedagógico proposto foi baseado no modelo conhecido como sala invertida, ou *flipped classroom*, conforme preconizado inicialmente pelos professores norte-americanos Bergmann e Sams (2012), que em 2007 deram início a esse tipo de atividade, na qual o estudante se torna o protagonista da produção de seu próprio aprendizado. Segundo Borges (2014), este processo de sala invertida possibilita ao educando desenvolver suas habilidades no que se refere à indagação, investigação, problematização e resolução de problemas.

Perrenoud (1999) trabalha o conceito de competência, que define como "a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações etc.), para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações" (GENTILI e BENCINI, 2000). Para Perrenoud, tal conceito veio para ser aplicado no mercado de trabalho, sendo depois incorporado à prática educacional, permitindo uma nova leitura sobre as práticas pedagógicas. As competências do homem são construídas (e não natas), em função de sua relação com o meio em que vive e de suas experiências cotidianas. Assim, a educação deve ser desenvolvida respeitando-se as diferenças culturais e de competências de professores e educandos, como aponta Perrenoud:

> Se aceitarmos que competência é uma capacidade de agir eficazmente num determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem se limitar a eles, é preciso que alunos e professores se conscientizem das suas capacidades individuais que melhor podem servir o processo cíclico de Aprendizagem-Ensino-Aprendizagem. (PERRENOUD, 1999, p. 7).

As novas práticas pedagógicas devem, segundo Freire (1996), desenvolver a capacidade crítica e a autonomia, alimentando os conhecimentos empíricos tanto de professores como de alunos. Para tal, os conceitos de competência e habilidade devem ser compreendidos segundo suas diferenças. A definição de competência, descrita por Perrenoud (1999), e já citada aqui, difere de sua definição de habilidade:

> ...competência é um conjunto de esquemas de percepção, pensamento, avaliação e ação, enquanto a habilidade é menos ampla e pode servir a várias competências. Acredita que "para enfrentar uma situação da melhor maneira possível deve-se, de regra, pôr em ação e em sinergia vários recursos cognitivos complementares, entre os quais estão os conhecimentos". (PORTAL EDUCAÇÃO, s.d.)

Pensar e construir as práticas pedagógicas à luz das competências tem como premissa fundamental e necessária a participação de todos os responsáveis pelo processo, desde a escola, que deve estar preparada e aberta às mudanças na construção de seu projeto pedagógico, tendo como instrumento principal o currículo escolar, como observa Perrenoud:

> O currículo deve permitir uma relação entre a construção de novos conhecimentos e uma postura reflexiva diante da realidade. Para tanto, a escola deve repensar suas formas de conduzir a educação, buscando formas alternativas para trabalhar com as competências (PERRENOUD, 2000).

Muitas escolas têm buscado inserir novas formas e modelos de ensino, fugindo dos métodos tradicionais de transmissão de conhecimento, no formato "aula expositiva", com

o professor à frente do quadro de giz, e os alunos copiando a matéria, de forma passiva. As metodologias ativas buscam novas práticas de apreensão de conhecimento, com técnicas inovadoras, onde os educandos tenham mais autonomia e sintam-se inseridos na construção do processo pedagógico.

A sala de aula invertida parte do princípio de que a sala de aula vai ser onde o aluno vai expor suas ideias e tirar dúvidas do que foi estudado em casa, sendo uma inversão completa do método tradicional de ensino. O professor então ocupa, via de regra, o papel de tutor, fugindo do papel de expositor. Ao dar ao aluno a responsabilidade no processo de ensino, seu engajamento se torna maior, estimulando assim sua curiosidade e pensamento crítico.

O conceito de sala de aula invertida tem como precursores Eric Mazur, que experimentou em suas aulas uma metodologia em que os educandos já chegavam com a matéria estudada, e no tempo de aula trocavam ideias com os colegas e resolviam exercícios. Mazur publicou em 1997, sua experiência no livro *Peer instruction: User's manual.* Gregor Novak foi outro professor que também mudou seu método de ensino, ajustando suas aulas às necessidades dos alunos, e estimulando o conhecimento prévio por parte destes. Os benefícios, segundo Novak, são vários: estimulam o hábito do estudo, aumentam a eficácia do tempo de aula, e facilitam a preparação das aulas por parte do professor, uma vez que consegue ter uma maior clareza dos resultados obtidos e das aptidões e dificuldades dos alunos. Em 1999, Gregor Novak escreveu *Just-in-time Teaching, descrevendo a metodologia aplicada e seus resultados*. A Figura 1 mostra uma tabela comparativa entre os modelos tradicional de ensino e o de sala de aula invertida.

	(Sala de aula)	(Outros espaços)
(Modelo Tradicional)	- Transmissão de informação e conhecimento - Professor palestrante - Estudante passivo	- Exercícios - Projetos - Trabalhos - Solução de problemas
(Sala de Aula Invertida)	- Debates - Projetos - Simulação - Trabalhos em grupos - Solução de problemas - Estudante ativo	- Leituras - Vídeos - Pesquisas - Busca de materiais alternativos

Figura 1 – Comparativo entre os modelos tradicional e sala de aula invertida.
Fonte: Schneiders, 2018

A interação social é fundamental na construção do conhecimento, e a utilização de novas tecnologias já era defendida por autores como Paulo Freire (2009), pois estimulam o desenvolvimento do aluno, aumentando seu interesse pelas aulas, pelo atrativo que é o uso de tecnologias. Entretanto, é imperioso que professores estejam preparados e tenham prática para a inserção de equipamentos tecnológicos no processo de aprendizagem.

A prática pedagógica da metodologia ativa descrita no presente artigo teve como público alvo os alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo, na disciplina História da Arte, para que se vissem como protagonistas em sala de aula.

2 Metodologia indicada para elaboração e apresentação do trabalho artístico

A proposta encaminhada aos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Unisuam (RJ) busca permitir que o próprio educando ofereça as melhores respostas aos desafios lançados. Seu papel agora é pesquisar, analisar, criticar, criar, projetar e finalmente apresentar o seu trabalho. Para isso, é estimulado a desenvolver um trabalho artístico vinculado ao seu estudo prévio da História da Arte.

De acordo com as metodologias ativas e segundo o princípio da sala de aula invertida, o educando tem como objetivo atender às seguintes prerrogativas:
escolher entre os diversos estilos artísticos apresentados em aula, aquele em que irá aprofundar a sua pesquisa e que será objeto de seu trabalho;

- após a realização da pesquisa, deve anotar as principais características do estilo escolhido, tais como: técnicas utilizadas, uso das cores, das formas, das texturas, uso da luz e temas preferidos;
- além disso, deverá estar atento aos acontecimentos do tempo presente para escolher o tema de seu trabalho de forma criativa e inédita;
- de posse dos resultados de sua pesquisa, deve realizar um trabalho artístico na forma de desenho, pintura, colagem, escultura ou outro meio qualquer; desde que tenha como suporte uma base em formato A3;
- para realização da tarefa o educando deve considerar as técnicas e características do estilo e época escolhidos e aplica-las em seu trabalho. E quanto ao tema, deverá ser atual;
- será esse contraste entre estilo e tema que demonstrará a criatividade do autor.

3 Método proposto na elaboração do trabalho

Ao adotarmos as metodologias ativas na elaboração dessa tarefa, pretendemos possibilitar ao educando seu desenvolvimento referente ao planejamento. Compreende-se aí a estipulação de prazos para realização das tarefas, sistematização das informações obtidas e sua aplicação na realização do trabalho, experimentação do exercício de criatividade percebendo que esta é decorrente de seu esforço de pesquisa, além do desenvolvimento de habilidades artísticas. Nessas habilidades deverão ser demonstrados conhecimentos de diagramação, composição espacial, desenho artístico e expressão através das linhas, formas e cores. O estudante é levado a perceber também que, ao escolher um tema atual para o trabalho, deve evitar os temas mais evidentes, para que não veja seu tema repetido por outros colegas, já que tanto em arte como em arquitetura a originalidade é primordial.

Por último, deve fazer uma apresentação pública de sua obra destacando estilo escolhido, técnicas utilizadas, características e principalmente a pertinência do tema.

4 Resultados obtidos

Seguindo as diretrizes das metodologias ativas e atendendo às proposições básicas para a realização do trabalho, os alunos apresentaram, ao longo dos últimos 10 anos, centenas de trabalhos, dentre os quais escolhemos os mais representativos no que se refere à diversidade dos temas, qualidade de execução e desenvoltura na apresentação. A seguir, apresentaremos de trabalhos com algumas considerações sobre cada um deles:

1º Exemplo:

O aluno utilizou seus conhecimentos sobre os estilos “Dadaísmo” e “Cubismo”, no que se refere à técnica de “colagem” (Figura 2), e apresentou a sua crítica quanto ao Homem estar dominado pelo fascínio da tecnologia.

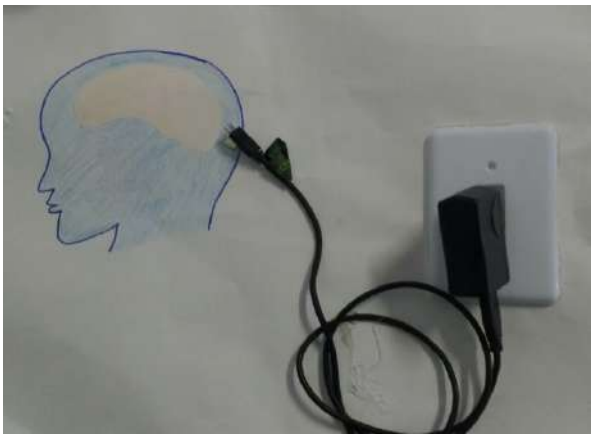


Figura 2 – Dadaísmo e Cubismo.
Fonte: foto do autor, 2017

2º Exemplo:

No trabalho da Figura 3, o aluno utilizou seus conhecimentos sobre o estilo “Pop Art” e apresentou sua crítica quanto ao “empoderamento” feminino, seus avanços e resistências.

Figura 3 – Pop Art.
Fonte: foto do autor, 2017

3º Exemplo:

O aluno utilizou seus conhecimentos sobre os estilos “Pós-Impressionismo” e “Cubismo” e apresentou sua crítica quanto aos estragos provocados pela poluição ambiental (Figura 4).

Figura 4 – Pós-Impressionismo e Cubismo.
Fonte: foto do autor, 2017

4º Exemplo:

O aluno utilizou seus conhecimentos sobre o estilo “Cubismo” e apresentou na Figura 5 sua crítica quanto ao ritmo de trabalho cotidiano de um aluno de Arquitetura e Urbanismo.

Figura 5 – Cubismo.
Fonte: foto do autor, 2017

5º Exemplo:

Na Figura 6, o aluno utilizou seus conhecimentos sobre o estilo “Fovismo” e apresentou sua crítica ao processo político do país.

Figura 6 – Fovismo.
Fonte: foto do autor, 2017

6º Exemplo:

O aluno utilizou seus conhecimentos sobre o estilo “Bizantino” e apresentou sua crítica ao processo de fanatismo religioso vivido pelo mundo atual, na Figura 7.

Figura 7 – Estilo Bizantino.
Fonte: foto do autor, 2017

7º Exemplo:

Na Figura 8 o aluno utilizou seus conhecimentos sobre o estilo “Surrealismo” e apresentou sua crítica ao processo de violência urbana que assola o país.

Figura 8 – Surrealismo.
Fonte: foto do autor, 2017

8º Exemplo:

O aluno utilizou seus conhecimentos sobre o estilo “Expressionismo” e apresentou sua crítica às guerras religiosas que ocorrem no mundo atual.

Figura 9 – Expressionismo.
Fonte: foto do autor, 2017

9º Exemplo:

O aluno utilizou seus conhecimentos sobre o estilo “Renascimento” e apresentou, na Figura 10, sua crítica à objetificação do corpo feminino.

Figura 10 – Renascimento.
Fonte: o autor, 2017

10º Exemplo:

O aluno utilizou, na Figura 11, seus conhecimentos sobre o estilo “Pós-Impressionismo” e apresentou sua crítica ao uso de armas de fogo nas favelas cariocas

Figura 11 – Pós-Impressionismo.
Fonte: Foto do autor, 2017

Além dos exemplos mostrados acima, pudemos constatar também alguns efeitos que a tarefa ocasionou na percepção de mundo dos nossos alunos. Ao solicitarmos um resumo da experiência vivida durante a realização do trabalho, obtivemos depoimentos de uma aluna e um aluno, reproduzidos abaixo, que relatam como foi produtiva a experiência proposta na disciplina História da Arte.

> Me vi diante de algo totalmente novo, de uma proposta de trabalho, onde pela primeira vez eu teria que tentar ser criativa. E criatividade não cai do céu, mas eu tinha que ser, pois o trabalho tinha que ser feito. E tinha prazo! De início fiquei assustada! Mas como o próprio professor disse, passei a ficar mais atenta aos acontecimentos que ocorriam ao meu redor. Fui estudar um pouco de História também, pois queria relacionar meu trabalho com algo que expressasse os problemas sociais da modernidade.

> Então percebi que o pós-impressionismo refletia esse sentimento de angústia e revolta ao mesmo tempo. Foi meu primeiro passo para elaborar minha proposta de trabalho. Já havia definido o caminho, faltava então escolher o tema que se encaixasse nessa proposta.
>
> Sendo assim, me apropriei da linguagem estética de Van Gogh, e inseri em uma de suas paisagens uma favela carioca. Quando dei por mim, o trabalho estava pronto e passei a perceber que a criatividade é resultado de cultura, observação e dedicação. Fiquei muito feliz e orgulhosa do meu trabalho e muito impressionada com a riqueza da tarefa!
>
> O trabalho artístico em História da Arte foi uma das melhores experiências que tive na faculdade, onde pude exercitar um pouco mais da parte criativa, e absorver mais conhecimento sobre alguns estilos artísticos de pintura. O maior aprendizado foi justamente a maneira que eu tive que lidar com a criatividade, pois teríamos que pintar/desenhar algo relacionado no momento em que estávamos, tudo isso em um estilo de pintura que tínhamos conhecido através da matéria. Meu estilo escolhido foi o bizantino, devido ao seu uso marcante nas cores, onde se é possível destacar algo que queremos, e também ao fato de ter uma ligação religiosa, pois o desenho que escolhi fazer era uma sátira ao governo do PT, que no meu ver era um partido com um ar de religião. Dilma representava Maria, e Lula, o menino Jesus.
>
> Foi um trabalho muito dinâmico que no meu entendimento, o maior intuito não era buscar uma perfeição na questão visual do trabalho, mas sim elevar nosso posicionamento crítico e artístico.
>
> Por mais simples que seja a ideia, com certeza ela ajudou a somar em nosso aprendizado dentro da faculdade, o dinamismo e a inclusão de trabalhos onde se aprende de uma forma divertida, para mim é uma das melhores formas que se tem para absorver certos conteúdos, pois tudo aquilo que te dá prazer, você sempre faz melhor.

Um desafio a ser encarado é o de convencer mais professores a praticarem as metodologias ativas em suas aulas, e também avaliar os resultados alcançados pelo aluno que participa de aulas cujos docentes praticam o processo de sala invertida, em aulas que não praticam tal metodologia.

5 Conclusão

Ao realizarmos uma análise, após todos esses anos, sobre as metodologias ativas na elaboração dos trabalhos aqui apresentados, somos capazes de afirmar a assertividade deste método, pelo qual os educandos adquirem confiança, organização e competência para a realização da tarefa, assim como passam a ter maior desenvoltura para se expressar em público. Desta forma, entendemos que as metodologias ativas atendem plenamente aos objetivos propostos, sendo de grande ajuda às atividades docentes na condução do processo de ensino- aprendizagem.

A repetição do processo tem se mostrado cada vez mais eficaz, pois a cada semestre a sensação de desafio aumenta, já que os temas aparentemente esgotam-se exigindo cada vez mais a atenção e dedicação dos alunos. Além disso, a desenvoltura com que apresentam seus trabalhos faz com que cada vez mais tenhamos certeza da validade dessa proposta pedagógica.

Assim, como consequência dos bons resultados encontrados, a etapa seguinte foi a implantação das Metodologias Ativas em outras disciplinas teóricas do curso de Arquitetura

e Urbanismo da Unisuam, tais como História da Arquitetura e História das Cidades, cujos resultados obtidos também têm se mostrado muito proveitosos.

Referências

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Flip your classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day**. International Society for Technology in Education, 2012.

BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidélia. (2014). **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior.** Cairu em Revista. Jul/Ago 2014, Ano 03, nº 04, pp. 1 19-143.

CARRIÇO, Marlene. **E se a sala de aula desse uma cambalhota?** Disponível em: https://observador.pt/2016/09/13/e-se-a-sala-de-aula-desse-uma-cambalhota/ Acessado em fevereiro de 2019.

DEWEY, J. **Democracia e educação: introdução à filosofia da educação**. 3. Ed. São Paulo: Nacional, 1959.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 36. Ed, São Paulo: Paz e Terra, 2009

GENTILE, Paola e BENCINI, Roberta. **Construindo competências.** In: Nova Escola (Brasil), setembro de 2000, pp. 19-31.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as Competências desde a Escola**. Porto Alegre: Artmed Editora,1999.

ROGERS, Carl. **Liberdade para Aprender**. Belo Horizonte: Ed. Interlivros, 1973.

SCHNEIDERS, Luis Antônio. **O método da sala de aula invertida (flipped classroom)**. Lajeado: Ed. da Univates, 2018.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Educação para as Competências – Philippe Perrenoud**. Disponível em: https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/educacao-para-as-competencias-philippe-perrenoud/32668. Acessado em janeiro de 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

NÍVEIS DE COMPUTABILIDADE NO ENSINO DE ARQUITETURA NO BRASIL: UM PANORAMA A PARTIR DOS GRAPHICAS 2005-2015

SPERLING, David Moreno [1],
VASCONSELOS, Tássia Borges de[2].

Resumo

Este artigo apresenta parte de questões levantadas no âmbito de uma pesquisa em nível de doutorado acerca da apropriação de tecnologias de representação gráfica e design digital no ensino de arquitetura no contexto brasileiro. Este estudo parte das sistematizações estabelecidas por Oxman (2006) sobre interação entre o projetista e a representação de um objeto idealizado no ambiente digital, e na sistematização posterior apresentada em Kotnik (2010) sobre os níveis de computabilidade no processo de projeto. Utilizou-se de uma revisão sistemática baseada em handsearching. Este estudo apresenta como resultado um panorama do estado-da-arte do design digital no ensino em Arquitetura no Brasil, tendo como base os estudos apresentados no Graphica no período de 2005 a 2015.

Palavras-chave: Projeto de arquitetura digital; Ensino e aprendizagem; Práticas didáticas; revisão sistemática.

Abstract

This paper is part of a PhD Thesis and discusses the appropriation of technologies of graphic representation and digital design in Brazilian Architecture teaching. It is based on the systematizations established by Oxman (2006) about the interaction between the design and the representation of an idealized object at the digital environment. Also, it is based on the systematization described by Kotnik (2010) concerning on the levels of computability in the design process. A systematic review was performed by hand-searching. As result, the current state-of-art of digital design in Brazilian Architeture teaching was obtained, based on the studies published in Graphica Congress from 2005 to 2015.

Keywords: Digital Architecture Design; Teaching and learning; Didactic practices; systematic review

[1] Universidade de São Paulo – sperling@sc.usp.br
[2] Universidade de São Paulo – tassiav.arq@gmail.com

1 Introdução

Há décadas, o processo de idealização de um objeto arquitetônico esteve sempre associado ao conceito de representação e consequentemente estabelecido como o resultado da interação de um designer/arquiteto com o desenho em um papel (WOODBURY, 2010). Porém, com a emergência da revolução digital surgem novas possibilidades de concepção de arquitetura utilizando-se dos meios digitais (KOLAREVIC, 2003).

No entanto, precisa-se compreender que esta apropriação da tecnologia no contexto da arquitetura está sendo gradual. Hatem (2005) resgata as raízes destas implementações, indicando as principais influências, os quais foram estabelecidos entre 1962 e 1972.

Celani (2003) destaca o contexto norte-americano, citando William Mitchell que indicava que a utilização destas tecnologias como ferramentas de desenho e projeto ocorreu a partir da década de 80, com a popularização dos computadores pessoais tanto no ensino em faculdades de arquitetura quanto na prática de escritórios. Nesta direção Eastman, et al. (2014) verifica que naquele momento o poder computacional era limitado, adicionado a um valor elevado dos sistemas e a existência de déficits nas implementações e na geração de desenhos bidimensionais a partir do modelo tridimensional. Ainda, em relação aos usuários, o autor considera que os projetistas "ficavam mais confortáveis projetando em 2D" (EASTMAN, et al., 2014, pag. 27).

É importante destacar que os programas CAD tiveram que se adequar às potencialidades dos computadores à disposição na década de 80 e 90. Houve, então, um "deslocamento dos objetivos originais do CAD de auxiliar do processo de criação para auxiliar da representação do projeto" (CELANI, 2003 pag. 5). Assim, Eastman, et al. (2014) indica que naquele momento foram adotados sistemas de editores de desenhos para o desenvolvimento de projeto tradicionais, estabelecidos na lógica bidimensional.

Mesmo com todas estas questões do início, gradualmente até o presente momento rompemos diferentes barreiras com a implementação de softwares no âmbito da arquitetura. Pode-se perceber principalmente nos últimos anos, tanto na prática em escritórios quanto no ambiente de ensino, que o processo de projeto de arquitetura não vem passando ileso a esta revolução digital. Estas utilizações refletem as diversas modificações e incorporações dos programas computacionais gráficos, cada vez mais potentes, suportados pelo acesso a máquinas, conforme abordado em Botchway; Abanyie; Afram (2015).

Neste processo, estas utilizações somam-se as possibilidades de fabricação digital, assim as experimentações desenvolvidas estabelecem um link direto entre o computador e elementos físicos. Nesta direção, pode-se constatar no início do milênio que os discursos dos pesquisadores da área tornam-se cada vez mais otimistas neste desenvolvimento, como pode ser verificado pelas posições de Mitchell (2004) e Kolarevic (2003). Oxman & Oxman (2014), por sua vez, acreditam que foi a partir da virada do milênio que a lógica do design thinking começou a ser utilizada no ambiente digital. E, vislumbrando as possibilidades para o futuro, Woodburry (2010) aponta que as práticas de processo de projeto sofrerão mais alterações em um curto tempo do que nas últimas décadas.

Alguns destes processos projetuais, inclusive estabelecem uma relação/interação menos direta entre o arquiteto e a representação figurativa do objeto em concepção. Nesta

direção nascem as prerrogativas do DAD (Digital Architectural Desing - Projeto de Arquitetura Digital): “distinguir a representação como o modo lógico e operativo dominante da geração formal no design” (OXMAN & OXMAN, 2014, pag. xxvii, tradução dos autores). Nesta direção, em 2008 a autora já refletia sobre estas diferenças na concepção diante do modo com o qual o arquiteto utilizava o ambiente digital:

> Hoje há uma necessidade de fazer a distinção entre CAD (computer-aided design) e DAD (Digital Architectural Desing). A distinção entre CAD e DAD é muito mais do que simplesmente terminológica. Embora princípios, teorias e métodos de CAD (KALAY, 2004) tenham sido basicamente baseados na imitação de projetos baseados em papel, os novos conceitos de modelos de design digital estão reintroduzindo um meio diferente de conceituação, substituindo a mídia baseada em papel. (OXMAN, 2008, p.106, tradução autores)

Um denominador comum a estes autores é a ênfase conferida ao processo projetual no ambiente digital estabelecendo-se como pesquisa, possibilitando a visualização do Digital Architectural Desing como meio de produção de conhecimento, o qual modifica radicalmente as práticas disciplinares. Compreendendo estes avanços, Oxman (2006) investiga a modificação no processo de projeto a partir da interação entre o arquiteto e a representação digital. Assim, a autora distingue três tipos de interações no ambiente digital, a partir da lógica da interação do projetista com papel. Assim indica a) interaction with digital constructs (Interação com construções digitais) b) interaction with a digital representation generated by a mechanism (Interação com a representação digital gerada por um mecanismo) e c) interaction with digital environment that generates a digital representation” (Interação com o ambiente digital que gera a representação digital).

As três interações descritas por Oxman (2006) foram posteriormente denominadas sinteticamente por Kotnik (2010) como níveis de computabilidade: Representacional, Paramétrico e Algorítmico, respectivamente, como pode ser visualizado na sistematização apresentada na Figura1. O nível de computabilidade representacional, é aquele realizado a partir de um esboço, desenho ou modelo digital, cujo processo de projeto transpõe uma abordagem de design/projeto convencional em papel para o espaço digital, podendo se assimilar a composição de uma escultura, ainda uma produção baseada em CAD.

Pode-se compreender o nível de computabilidade paramétrico como uma representação digital gerada por regras pré-definidas, na qual as possibilidades podem ser diferenciadas dentro de um espectro de variações dos parâmetros. Neste nível de computabilidade todos os parâmetros são explícitos, sendo este baseado na utilização de parâmetros para exploração formal gerada por uma hierarquia de associações geométricas (Burry, 2007). No momento em que o modelo é gerado, variações podem ser produzidas, transformadas e manipuladas pelo controle dos parâmetros, permitindo um espectro de possibilidades entre a entrada (input) e saída (output) de informações (KOTNIK, 2010).

É importante destacar que as interações paramétrica e algorítmica se utilizam do desenho paramétrico, ou seja, devem existir parâmetros que possam variar. Porém, o que difere as duas interações é que a segunda contém um processo generativo, no qual as variáveis iniciais não são diretamente proporcionais às variáveis finais (KOTNIK, 2010).

Assim, o nível de computabilidade algorítmico é caracterizado pela descrição formal ge-

rada como uma estratégia de projeto/design, sendo desenvolvida por meio de operações algébricas, analíticas e geométricas que resultam em uma forma arquitetônica. A operação neste processo é realizada por meio de um sistema generativo, assim, seu desenvolvimento parte da concatenação destas operações, que emergem em uma forma arquitetônica.

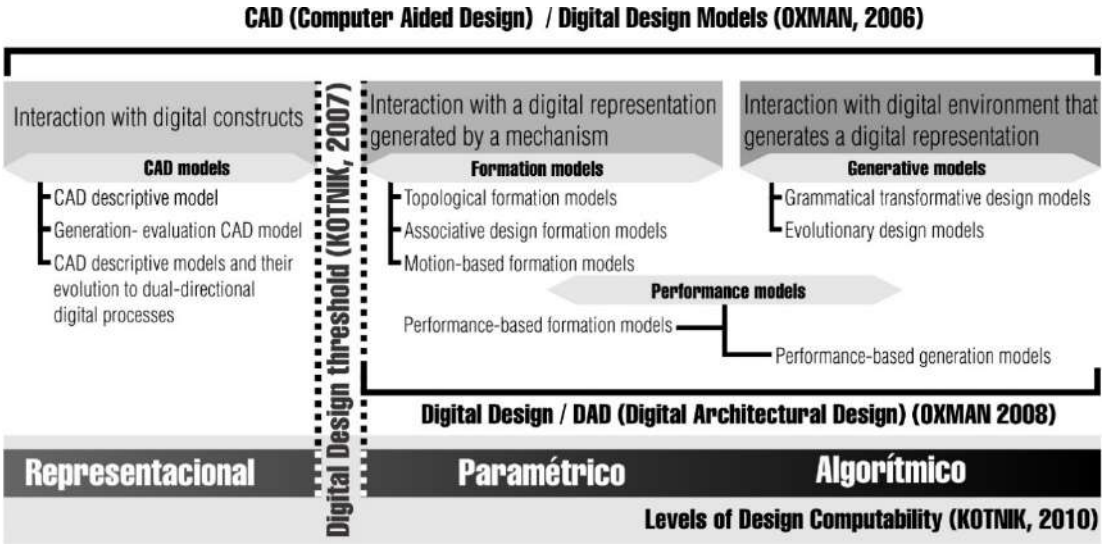


Figura 1 - Esquema sobre ruptura entre nível Representacional e Paramétrico.
Fonte: Autores, baseado nas construções teóricas de Oxman (2006); Kotnik (2007); Oxman (2008) e Kotnik (2010).

Nesta direção, os autores compreendem que os níveis de computabilidade paramétrico e algorítmico se estabelecem por meio de uma utilização consciente do potencial dos elementos que definem uma função computável como ferramentas de design, caracterizando-se por "Digital Architectural Design". Ainda a abordagem adotada, baseada em Kotnik (2010), indica que existe uma ruptura entre o nível de computabilidade Representacional e o nível de computabilidade Paramétrico, o limite do projeto digital – "*Digital Design threshold*". A figura 1 apresenta a sistematização dos conceitos relativos às interações e as subcategorias de cada interação estruturados a partir de Oxman (2006), transpostos para os níveis de computabilidade de Kotnik (2010).

A presente pesquisa procura suprir a inexistência de estudos que identifiquem e mapeiem estratégias didáticas nas escolas de Arquitetura segundo os tipos de interações ou níveis de computabilidade que estão sendo explorados. Compreendendo esta lacuna, esta investigação torna-se importante, visto que as estratégias projetuais desenvolvidas terão grande influência no tipo de arquitetura gerada.

Flório (2012) aborda que no contexto brasileiro, em muitos cursos, as disciplinas de Informática têm um enfoque operacional e instrumental. Nesta mesma direção, Celani et. al, (2017) indicam ainda que, no mesmo contexto, as experimentações que utilizam das novas tecnologias distribuem-se de maneira pulverizada pelo país e ainda são experiências isoladas com foco no ensino de software.

Diante deste cenário, é preciso encontrar formas para inserção de processos que se utilizem de níveis de computabilidade mais avançados. Acreditamos que o primeiro passo para inserção de níveis de computabilidade avançados no ensino de projeto de arquitetura

no Brasil é o mapeamento de dados qualitativos e quantitativos sobre o quadro do ensino de arquitetura no país em face às novas tecnologias digitais de projeto.

Assim, este trabalho tem o propósito de realizar uma revisão sistemática para elaboração de um panorama destas interações, no processo de ensino na graduação em Arquitetura e Urbanismo, compreendendo a importância do estudo sobre os processos de apropriação de tecnologia computacional.

2 Metodologia

Este trabalho faz parte do desenvolvimento de uma tese de doutorado, na qual um dos objetivos é detalhar como as práticas didáticas vêm sendo desenvolvidas no contexto de graduação em Arquitetura e Urbanismo no Brasil. Tem-se como foco da pesquisa experimentações que exploram o ambiente digital como instrumentos de auxílio ao processo de projeto. Diante deste objetivo, pode-se classificar a pesquisa apresentada aqui como descritiva (GIL, 2002).

Para desvendar o contexto em questão e consequentemente apresentar um panorama do contexto, utiliza-se como estratégia metodológica a revisão sistemática, a qual se estabelece na literatura por ser replicável e transparente (SAMPAIO e MANCINE, 2007).

Compreendendo como é desenvolvida a produção na área da arquitetura e urbanismo no Brasil, assumiu-se a pertinência de busca por artigos nos principais congressos da área específica. Neste artigo, a revisão sistemática é circunscrita a trabalhos em anais do GRAPHICA, e foi utilizada a classificação estabelecida em (KOTNIK, 2010) apresentada anteriormente. Esta pesquisa foi dividida em 6 etapas.

2.1 Seleção da Base de dados

Destaca-se neste processo, a importância da escolha da Base de Dados, pois esta deve ser relevante e abrangente frente ao contexto estudado, apresentando assim um panorama real do tema, e consequentemente dando maior credibilidade à revisão sistemática estabelecida (WEBSTER; WATSON, 2002).

Foi selecionada a base de dados referente às publicações do GRAPHICA (International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design), um congresso bienal com foco de interesse na área gráfica. O congresso abrange outras formações próximas da arquitetura tais como Engenharia, Design, Licenciatura em Desenho, Artes Visuais, Matemática, dentre outras. Compreendemos ainda a importância deste congresso e destas publicações difundidas no âmbito do Brasil, visto que foi sediado onze vezes no país, o que consequentemente destaca a produção de pesquisadores brasileiros.

2.2 Identificação de artigos

Normalmente, em um processo de revisão sistemática é utilizada a busca na base de dados por palavras-chave, no entanto frente ao cenário em questão, todo o processo foi estabelecido por meio de “Hand Searching” (Busca manual). Foram utilizadas as publicações referentes aos anos de 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015.

Ainda a escolha do período justifica-se pela intenção de mapear o estado da arte no campo, paralelamente ao desenvolvimento e disponibilidade de software paramétrico Gene-

ratives Components (2003), Grasshopper (2007) e Dynamo (2011), em resposta a questões abordadas em Herrera (2010) que apresentou uma predisposição de países da América Latina à utilização de ferramentas que exploram a linguagem de programação visual.

2.3 Seleção de artigos

No processo de seleção dos artigos inicialmente identificados na base de dados, procedeu-se a uma etapa de leitura de títulos e resumos. Neste momento, os critérios para seleção foram:

- Práticas didáticas (atividades nas disciplinas, cursos experimentais e ou workshop) ou descrição de contexto;
- Estudos estabelecidos em cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo:
- Estudos desenvolvidos em instituições brasileiras ou com parcerias com instituições estrangeiras:
- Atividades Guiadas: Compreende-se por estas atividades processos advindos de experimentações didáticas coletivas, excluindo desta amostra um processo individual. Pois sendo individual, poderia estar mais vinculada a um conhecimento de um curso externo a graduação, à um estágio ou intercambio; ligada então a trajetória constituída pelo estudante especifico, e não um processo que os alunos daquele ano passaram.
- Exclusão da escala do urbanismo desta amostra;
- Atividades que envolvam a criação de um objeto, ou um processo projetual;
- Atividades utilizando-se do ambiente digital;

2.4 Artigos incluídos

A partir da amostra selecionada foi realizada uma leitura completa dos artigos, sendo incluídos apenas os que cumprissem especificamente os critérios anteriormente citados. A maioria dos artigos que foram excluídos tratavam-se de trabalhos que não exploravam questões advindas do processo criativo, focadas em propostas de redesenho, as quais não tinham ficado claras no resumo e nas palavras-chave.

É importante ressaltar que compreendemos como “propostas de redesenho” atividades didáticas que replicam um desenho trazido pelo professor, onde a proposta está focada na compreensão dos instrumentos.

2.5 Classificação de artigos

Com base no referencial teórico anteriormente abordado (OXMAN, 2006) sobre os avanços do processo de projeto estabelecidos em ambiente digital, e os níveis de computabilidade descritos anteriormente por Kotnik (2010), foi realizada a classificação dos processos digitais de projeto desenvolvidos nas práticas de ensino relatadas pelos artigos selecionados e incluídos na amostra, dividindo-os em: representacional, paramétrico e algorítmico. É importante ressaltar que toda a classificação foi feita a partir das descrições dos experimentos presentes nos artigos.

2.6 Sistematização e mapeamento do cenário

A partir da classificação dos trabalhos incluídos, foi realizada a descrição do estado da arte no que tange as questões de projeto auxiliados por computador. Em seguida, foi realizado o mapeamento temporal dos artigos frente a classificação.

3 Desenvolvimento

Iniciou-se a pesquisa na amostra especificada anteriormente, no período de 2005-2015 correspondendo a um total de 824 artigos distribuídos em seis congressos, com uma variação entre as edições conforme mostra a Figura 2.

Adotando os critérios previamente explicitados, durante o processo de seleção por meio da leitura dos resumos, os artigos selecionados somados corresponderam a uma quantidade de 134 artigos, os quais neste momento seriam potencialmente relevantes para realização da classificação.

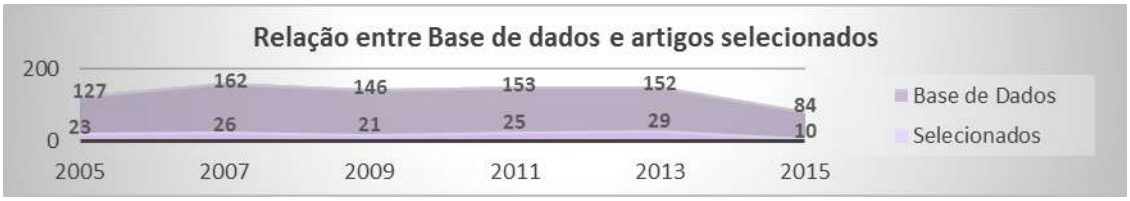


Figura 2 - Gráfico estabelecendo as relações entre base de dados e artigos selecionados.
Fonte: Autores.

No processo de leitura completa dos artigos, correspondente à fase de inclusão, o número total de 134 artigos selecionados passou para 34 artigos incluídos. Esta amostra excluída em sua maioria tratava-se de trabalhos que não exploravam questões advindas do processo criativo, e sim tinham uma proposta de redesenho. Como um exemplo, Saugo (2013) apresenta uma proposta focada na representação de um projeto utilizando-se das potencialidades do BIM (*Building Informantion Modeling*), no entanto, o desenho era pré-estabelecido, e o estudante não deveria realizar alterações.

Experiências como essa, assim como outras que compunham os 100 artigos não incluídos, modificariam o cenário em questão, no entanto têm um foco no instrumento e na representação. É importante destacar, que diante do cenário atual estas experiências são importantes, para uma modificação gradual deste cenário.

Outras descrições de experiências foram excluídas pois se baseavam em processos criativos, mas não possuíam nenhuma interação no ambiente digital; ou tinham como "público alvo" profissionais de arquitetura ou estudantes de outras áreas.

É interessante ressaltar que diante de um dos critérios de inclusão, respectivo ao estudo ser desenvolvido em graduação no Brasil, houve exclusão de algumas experiências, como experiências realizadas em Cuba (González, 2009) e Portugal (Nogueira, et al. 2011). Estas são igualmente de extrema importância, para fomentar a discussão do contexto e apresentar possibilidades aos pesquisadores, mas não se enquadraram nos critérios de elegibilidade desta pesquisa.

O processo de classificação inicialmente baseado em Oxman (2006) e Kotnik (2010), o qual indica três níveis de experimentações foi ampliado conforme estudo prévio, segundo sistematização apresentada anteriormente (VASCONSELOS; SPERLING, 2016; 2017) que inclui gradientes para análise dos estudos em função dos níveis de computabilidade neles presentes. Assim a classificação estabelecida passou a incluir os seguintes níveis de computabilidade: Representacional; Representacional e Paramétrico; Paramétrico; Paramétrico e Algorítmico e Algorítmico. Compreendeu-se, ainda, que as que foram denominadas de in-

terações intermediárias, foram realizadas a partir de diferentes estratégias didáticas, identificadas a seguir: A. Estratégia de ensino com níveis de computabilidade independentes; B. Estratégia de ensino com níveis de computabilidade mistos; C. Estratégia de ensino com níveis de computabilidade eletivos.

4 Resultados e Discussões

Os dados quantitativos, a partir da classificação estabelecida, são apresentados na Figura 3 em termos percentuais em relação à amostra total e sua evolução temporal. Assim, diante da amostra selecionada e de todo o processo de revisão sistemática realizado a partir dos critérios de seleção e inclusão, foi identificado que a maioria das práticas didáticas (79%) partem de metodologias projetuais baseadas no nível de computabilidade representacional.

Reforçando este contexto brasileiro baseado em experimentações que se apropriam do computador transpondo o método analógico, é interessante perceber que as práticas que estão incorporando de alguma forma o Digital Architectural Design (12%) baseadas no nível de computabilidade paramétrico, o fazem associando aos conhecimentos e práticas prévias, ou seja, o nível representacional, tornando-se uma interação intermediária: representacional e paramétrica (Figura 3).

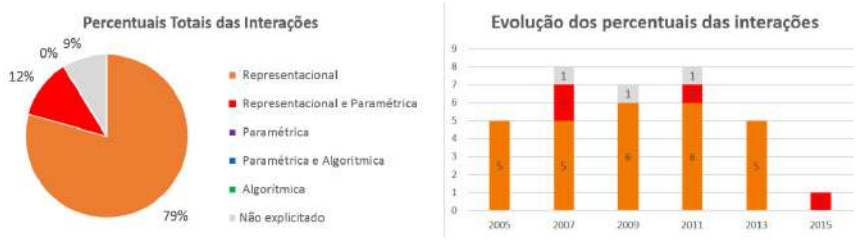


Figura 3 - Percentuais totais e anuais das interações incluídas no estudo.
Fonte: Autores.

As duas primeiras experimentações aparecem publicadas em 2007, posteriormente uma em 2011 e uma em 2015. É importante reforçar que estudos baseados em publicações sofrem um atraso temporal, pois primeiramente aplica-se o estudo e existe um tempo até a elaboração do artigo.

Deve-se destacar que, diante do resultado apresentado sobre a implementação de DAD em estratégias didáticas no Brasil ser em número reduzido e pulverizado, frente à outros países que já tem incorporado estas propostas, foi percebido nos estudos pesquisados ao longo do processo de inclusão dos artigos o relato de precariedade de estrutura institucional. Autores abordam que já se tem o conhecimento e a vontade necessários para executar atividades no ambiente digital, até mesmo por parte dos alunos, havendo, no entanto, falta de recursos das instituições. Um exemplo é relatado por Franco (2005), sobre a existência de apenas um computador por sala. Nesta direção, existem os pesquisadores que tentam incluir alguma atividade no ambiente digital, porém devido à mesma falta de recursos, não poderiam torná-la obrigatória aos alunos sem apresentar o suporte necessário (PARAIZO e MATTOS, 2005).

Podemos citar ainda experimentações na área que se aproximam e refletem de alguma forma sobre o DAD, no entanto estas experiências não estavam sendo aplicadas no âmbito do curso de graduação, diretamente estabelecidos em práticas em sala de aula (FLORIO;

TAGLIARI, 2015; PEREIRA; VAZ, 2013), embora a última tenha indicado o interesse de aplicação na graduação no futuro.

Compreendemos importante destacar também o cenário sobre onde e em que instituições estão sendo desenvolvidas as práticas no ambiente digital. Tem-se como resultado que 50% têm origem no sudeste, 26% no sul e 24% no nordeste, conforme apresenta a Figura 4. Por sua vez, as experimentações que se apoiaram no DAD foram desenvolvidas nestas três regiões, sendo duas no nordeste, uma no sudeste e uma no sul.

O mapeamento sobre as instituições das práticas incluídas no estudo indica que 82% foram desenvolvidas em instituições públicas e 12% em instituições privadas. Separando apenas incorporações de DAD, tem-se respectivamente 75% e 25%.

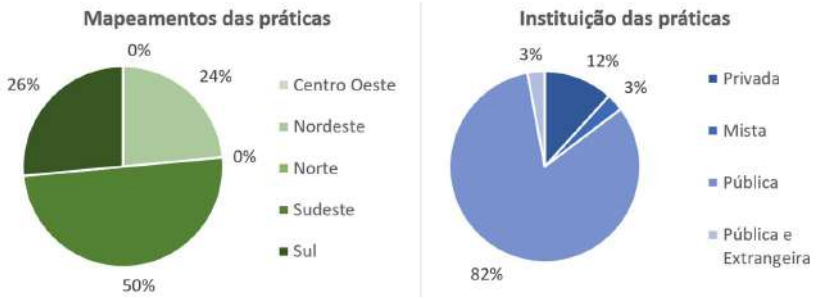


Figura 4 - Percentuais da localização das práticas.
Fonte: Autores.

Compreendemos assim um perfil inicial destas incorporações no contexto didático de arquitetura no Brasil, frente à amostra dos artigos do Graphica.

5 Conclusão e considerações finais

A arquitetura, e consequentemente o processo de projeto no ambiente didático, possui gradientes em seu desenvolvimento e como pesquisadores e professores na área acreditamos que não existe uma fórmula única de aplicação. No entanto, acreditamos que devemos estar atentos às novas possibilidades trazidas pela tecnologia e principalmente, compreender o que vem sendo realizado no contexto do Brasil.

Destaca-se assim a importância de um mapeamento referente à utilização de tecnologia no ambiente didático, assim como a classificação destas interações, visto que estamos em um momento de macro alteração cultural frente à chegada de nativos digitais nas universidades.

Consideramos, a partir da sistematização estabelecida e dos relatos presentes dos artigos selecionados que, ainda que em número reduzido, existe um movimento de incorporação de uma metodologia que se apoie em uma utilização mais consciente do ambiente digital para o processo de projeto. E principalmente que, neste momento o processo ainda está em curso em muitas pesquisas tanto em nível de pós-graduação quanto de iniciação cientifica, porém ainda não repercutem no ambiente didático de graduação.

Destacamos ainda que nossa intenção não é diminuir ou invalidar métodos e técnicas já consolidadas na literatura, mas sim ampliar o leque de possibilidades segundo lógicas emergentes a partir da introdução da computação no processo projetual. Além da importância de apresentação deste cenário, esperamos poder motivar outros contextos de graduação

em direção a uma utilização mais consciente do ambiente digital no processo de projeto de arquitetura.

Identificando a importância do GRAPHICA para a comunidade acadêmica, sugerimos que os artigos deste sejam disponibilizados em uma base de dados acessível na internet, facilitando trabalhos que objetivem realizar revisões, facilitando o acesso à informação.

Agradecimentos

Os autores agradecem as agências de financiamento que suportam esta investigação, em nível de doutorado e bolsista de produtividade (Capes e CNPQ), assim como ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo onde está sendo desenvolvida esta pesquisa.

Referências

BOTCHWAY, E.A; ABANYIE S.A.; AFRAM, S.O. The Impact of Computer Aided Architectural Design Tools on Architectural Design Education. The Case of KNUST. **J Archit Eng Tech** 4:145, 2015. doi:10.4172/2168-9717.1000145

BURRY JR. Mindful Spaces: Computational Geometry and the Conceptual Spaces in which Designers Operate. **International Journal of Architectural Computing**, 5, 4: 611-624, 2007.

CELANI , Gabriela. **Cad criativo**. Rio de Janeiro: Campos, 2003.

CELANI, Gabriela, Monteiro, A. M., Franco, J., & Calixto, V. Integração de tecnologias CAD/CAE/CAM no ateliê de arquitetura: Uma aplicação no projeto de edifícios altos. **Gestão & Tecnologia De Projetos**, 12(1), 29-52, 2017.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen . **Manual de BIM: Um guia de modelagem da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.

FRANCO, Juarez Moara Santos. **Modelos digitais no ensino de geometria descritiva potencialidades e limitações**. In: GRAPHICA 2005. Anais. Recife, 2005.

FLORIO, W.; TAGLIARI, Ana . **Modelagem e Simulação de Espaços Internos de Projetos Não-Construídos do Arquiteto Vilanova Artigas**. In: GEOMETRIAS & GRAPHICA 2015, 2015, Lisboa. Geometrias & Graphica 2015: Tendências no Pensamento Gráfico: III Conferência Internacional da Aproged. XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Lisboa: APROGED/Universidade Lusíada de Lisboa, 2015. v. 2. p. 123-135.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALES, Alexis Caridad Méndez. **La expresión gráfica y lo digital. ¿esquemas conceptuales agotados?** In: GRAPHICA 2009. Anais. São Paulo, 2009.

Herrera, Plabo. C. . **Tecnologías disruptivas: programación y fabricación en Latinoamérica [Disruptive technologies: programming and digital fabrication in Latin America]** SIGraDi 2010_Proceedings of the 14th Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, pp. Bogotá, Colombia, November 17-19, pp. 213-216, 2010.

KOLAREVIC, Branco. **Architecture in the digital age: Design and manufacturing.** Abingdom, Oxon: Taylor & Frances (2003).

KOTNIK, Toni. **Algorithmic Architecture**. In: MAS Colloquia 2006/07, p. 1-16. Disponível em: http://wiki.arch.ethz.ch/. Acesso em: setembro de 2018.

KOTNIK, Toni. Digital Architectural Design as Exploration of Computable Functions, in **International Journal of Architectural Computing** vol. 8 - no. 1, 1-16, 2010.

MITCHELL, W. J. Beyond the Ivory Tower: constructing complexity in the digital age. **Science Magazine**, v. 303, n. 5663, mar. 2004.

OXMAN, Rivka. Theory and design in the first digital age. **Design Studies 27**. Londres: Elsevier, 2006.

OXMAN, R. "Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium". **Design Studies**. Great Britains: Elsevier, v 29 n 2 p.99-120, 2008.

OXMAN, Rivka; OXMAN, Robert. **Theories of the Digital in Architecture.** New York: ROUTLEDGE, 2014.

PARAIZO, Rodrigo Cury; MATTOS, Rodrigo Rinaldi de. **Projeto urbano e representação por computação gráfica.** In: GRAPHICA 2005. Anais. Recife, 2005.

PEREIRA, N. S. ; VAZ, Carlos E. V. . **Parametrismo e ensino de geometria ? as superfícies de Félix Candela.** In: GRAPHICA 2013, 2013, Floranópolis. Expressão Gráfica - Tecnologia e Arte para Inovação, 2013.

SAMPAIO R. F., MANCINI M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev Bras Fisioterapia**. 2007;11(1):83-9.

SAUGO, Andréia**. Autocad e revit architecture no ensino do desenho arquitetônico**. In: In: GRAPHICA 2013. Anais. Florianopolis, 2013.

VASCONSELOS, T. B. DE; SPERLING, D. M. . From representational to parametric and algorithmic interactions: A panorama of Digital Architectural Design teaching in Latin America. **International Journal of Architectural Computing**, vol: 15, issu 3, p. 215-229, 2017.

VASCONSELOS, T. B. DE; SPERLING, D. M. **Entre representações, parâmetros e algoritmos: um panorama do ensino de projeto de arquitetura em ambiente digital na América Latina**. In: XX Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, 2016, Buenos Aires. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Editora Blucher. p. 94-804.

WEBSTER, J. and WATSON, J.T.: Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. **MIS Quarterly & The Society for Information Management**, v.26, n.2, pp.13-23, 2002.

WOODBURY, R. **Elements of Parametric Design**. New York: Routledge, 2010.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

EDUCAÇÃO GRÁFICA NA FORMAÇÃO CONTEMPORÂNEA: INOVAÇÃO E TECNOLOGIA A PARTIR DE UM PROCESSO DE GAMIFICAÇÃO

DIAS, Cynthia Macedo[1],
FARBIARZ, Alexandre[2],
XAVIER, Guilherme[3].

Resumo

O texto apresenta como caso o projeto *Commercium & Cognitionis*, que associa tecnologia e ludicidade, implementando o uso do celular e da gamificação como ferramentas pedagógicas que valorizam conteúdo didático e interação, auxiliando e estimulando o aprendizado dos alunos de uma disciplina de Linguagens Visuais Gráficas de um curso de Jornalismo. A proposta se alinha à inserção dos jovens urbanos em uma cultura contemporânea altamente imagética e tecnológica e repercute pesquisas que demonstram o desinteresse de alunos de Jornalismo por conteúdos de comunicação visual. A dinâmica do jogo alia competição e colaboração na busca de conhecimentos e na resolução dos desafios propostos. A adoção de métodos pedagógicos ativos que exploram competências e habilidades no jogo possibilitou conjugar a avaliação sistêmica e processual na disciplina, bem como a avaliação na construção de conhecimentos. Na medida em que, para alcançar o objetivo lúdico, é necessário ao aluno-jogador perseguir o objetivo didático, a avaliação da experiência indica que a dedicação ao jogo influenciou positivamente a dedicação acadêmica, estimulando o acesso e o aprendizado significativo sobre os conteúdos programáticos, garantindo-lhe autonomia e independência no processo educacional, características visadas na contemporaneidade.

Palavras-chave: educação; inovação; tecnologia; gamificação.

Abstract

The text presents as case study the Commercium & Cognitionis project, which aligns technology and playfulness, implementing the use of smartphones and gamification as pedagogical tools that value didactic content and interaction, assisting and stimulating the learning of students of a Visual Graphic Languages discipline of a Journalism course. The proposal is aligned with the insertion of urban youth into a highly imagetical and technological contemporary culture and reflects research that demonstrates the lack of interest of journalism students in visual communication contents. The dynamics of the game combine competition and collaboration in the search for knowledge and in solving the proposed challenges. The adoption of active pedagogical methods, which exploit skills and abilities in the game, made possible to combine the systemic and procedural evaluation in the discipline, as well as the evaluation in the construction of

[1] Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), cymadi@gmail.com
[2] Universidade Federal Fluminense (UFF), alexandre.farbiarz@gmail.com
[3] Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), guix@puc-rio.br

knowledge. In order to reach the goal of play, it is necessary for the student-player to pursue the didactic objective, the evaluation of the experience indicates that dedication to the game positively influenced the academic dedication, stimulating access and meaningful learning on the programmatic contents, guaranteeing autonomy and independence in the educational process, characteristics aimed at the contemporary.

Keywords: education; innovation; technology; gamification.

1 Introdução

Ministrar uma disciplina de linguagem gráfica para alunos de primeiro período de um curso de Jornalismo apresenta desafios distintos daqueles observados para alunos de Comunicação Visual em um curso de Design. Os alunos de Jornalismo ingressam no curso com a expectativa de se formarem como profissionais da área voltados principalmente para a produção de notícias para meio impresso, digital, audiovisual ou sonoro, além de outras opções demandas pelo mercado de jornalismo.

No currículo do curso de Jornalismo da Universidade Federal Fluminense (UFF), os estudantes têm à disposição sete diferentes áreas de ênfase, com foco na prática profissional. As disciplinas da área gráfica que compõem a ênfase em Design Editorial foram estabelecidas por uma visão de que "Nos últimos anos os estudos de Comunicação evoluíram na direção de entender a linguagem e a teoria das mídias não apenas como campo de atuação, mas como lugar de conhecimento" (UFF, 2016, p. 2).

Contudo, em pesquisa contínua realizada há 25 anos e reportada pela primeira vez em 2001 (FARBIARZ, 2001), contando atualmente com cerca de 2.100 alunos respondentes de disciplinas gráficas dos cursos de Comunicação Social e de Jornalismo da UFF, é possível perceber que há um foco crescente em futuras posições no mercado de jornalismo e decrescente em comunicação visual. Tais resultados indicam que conteúdos de linguagem gráfica, apesar de sua importância na formação dos futuros profissionais de Jornalismo, não compõem os interesses prioritários dos alunos e que estratégias inovadoras com foco na motivação e no engajamento devem ser adotadas na disciplina.

Tendo estas questões como premissas, o projeto *Commercium & Cognitionis* (CetC) busca associar tecnologia e prática docente de forma lúdica, desenvolvendo ferramentas que valorizem o conteúdo didático e a interação, auxiliando e estimulando o aprendizado. Diante da clara inserção dos jovens urbanos em uma cultura contemporânea altamente imagética e tecnológica (KELLNER, 2001), a primeira estratégia pedagógica avaliada foi a inserção das tecnologias digitais da informação e da comunicação, via celular. A segunda foi a associação do projeto pedagógico da disciplina com um processo de gamificação, que se constitui da incorporação de elementos de jogos em situações outras, com vistas à motivação e ao engajamento dos participantes (DETERDING, 2011).

2 Revisão Bibliográfica

O caminho escolhido para este projeto se sustenta em nossas experiências como docentes e em pesquisas, como a TIC Kids, (CETIC.BR, 2016), que indica que em 2015, 82% da população entre 09 e 17 anos utilizava a Internet, sendo 97% destes por meio de celular. O Censo do IBGE (2017) mostra que houve um aumento de 320% em valores absolutos entre 2005 e 2015 no acesso da população à Internet. Já a pesquisa de Torres *et al*. (2013), com jovens de baixa renda entre 15 e 19 anos, revelou que, apesar de mais de 70% deles afirmarem estudar em escolas com computadores, havia pouco uso dos equipamentos, além de frequente proibição do uso de celulares e demais dispositivos móveis.

Se, como afirma Lévy (2001, p. 25), "a emergência do ciberespaço acompanha, traduz e favorece uma evolução geral da civilização", a Educação deve ser parte dessa evolução. Nesse contexto, a apropriação de dispositivos móveis como interface privilegiada no acesso ao conteúdo compreende que

> A atualidade apresenta uma situação singular: a apregoada extinção de um suporte material e a sua substituição por um não-suporte que revelou-se, na realidade, a substituição por uma variedade de suportes tecnológicos que promovem simultaneamente abruptas distinções e homogeneizações nos textos e nos leitores. (FARBIARZ, FARBIARZ e NOJIMA, 2003, p. 1)

A gamificação foi outra estratégia escolhida no projeto *Commercium & Cognitionis* (CetC) por fazer uso de abordagens configurativas dos jogos em situações geralmente não lúdicas, para fins de engajamento e motivação (DETERDING, 2011). Um dos princípios mais característicos da gamificação é a famosa trinca: pontos, distintivos e placares. Segundo Werbach e Hunter (2012), os pontos são uma forma de o jogador acompanhar seu progresso; os distintivos são indicações simbólicas das tarefas realizadas; e os placares, ou *rankings*, a forma comparativa pela qual o jogador acompanha sua posição em relação aos demais por contabilidade de ganhos, sendo um recurso positivo para geração de *feedback*.

Esses recursos, tão característicos dos jogos, lembram o sistema de notas, distinções e classificações em disciplinas ou provas. A diferença reside no que Hunicke, LeBlanc & Zubek (2004) caracterizam nos jogos, de modo estruturalista, pela sigla MDE: Mecânicas, Dinâmicas e Estéticas. Portanto, embora a gamificação estabeleça mecânicas que determinam as regras de causa e consequência das interações dos jogadores, o interesse está nas dinâmicas produzidas e, em maior profundidade, na estética experimentada.

Podemos dizer que a gamificação envolve o planejamento de interações com fins de otimizar resultados, influenciando ações e atitudes positivas dos interatores por meio de recursos de jogos, sem determinar condições de vitória e derrota absolutas. Tais experiências contemplam métricas de conferência de resultados que monitoram o processo de "jogo" e o desenvolvimento de competências. Ao promover tais processos em grupos, pode-se estimular uma motivação intrínseca, a partir da socialização e relacionalidade (RYAN; DECI, 2000), no que a gamificação se aproxima do conectivismo de George Siemens e Stephen Downes (SIEMENS, 2005). Além disso, segundo Bíró (2014), a gamificação, ao projetar itinerários flexíveis atendendo a diferentes estilos de aprendizagem, aproxima-se de concepções relacionadas ao construtivismo.

O relatório realizado para a *World Government Summit* pela *Oxford Analytica* (2016) e a revisão literária por Surendeleg *et al*. (2014), entre outras pesquisas, têm se debruçado nas sutilezas da aplicação da gamificação em processos de ensino-aprendizagem. Tão diversas quanto as mecânicas, as dinâmicas e as estéticas nos jogos são as possibilidades de produção de efeitos pelo seu uso em contextos educacionais e instrucionais. Nesse sentido, não buscamos aderir a generalizações críticas — nem da eficácia nem da inutilidade —, mas apresentar uma experiência de aplicação de certos princípios, em um curso de graduação.

3 O projeto *Commercium & Cognitionis*

3.1 O percurso precedente

A disciplina Linguagens Visuais e Gráficas, obrigatória de 60h para alunos de primeiro período do curso de Jornalismo da UFF, vinha sendo ministrada por um mesmo professor há cerca de quinze anos quando, em 2017, ele se aposentou. Um dos autores do presente artigo, professor da instituição na mesma área de ênfase, foi convidado a assumir, então, a disciplina. Os professores tinham diferentes formações e visões sobre o conteúdo e a abordagem pedagógica, suscitando a reformulação do programa da disciplina.

O novo professor e os demais autores deste artigo vinham desenvolvendo desde 2006 outro projeto integrando jogos e educação: um videogame 3D, multijogador, em 1ª pessoa, que funcionaria como uma disciplina do mesmo curso, sendo que no formato a distância. O projeto, denominado Gutenberg, compunha-se de um ambiente virtual simulando um mosteiro alemão medieval, onde Gutenberg teria desenvolvido sua prensa tipográfica. Nesse ambiente, os alunos poderiam interagir entre si e com conteúdos a partir de objetos interativos simulando códices e rolos de pergaminho, acessando textos, imagens, vídeos, e realizando uma série de atividades de avaliação (FARBIARZ, XAVIER e FARBIARZ, 2019).

Figura 1: Mesa e estante da sala Leitura com códices e rolos de pergaminho.
Fonte: Autores.

Infelizmente, dados os custos, não foi possível concretizar integralmente o projeto do jogo, tendo sido produzidos um protótipo executável e 90% do conteúdo previsto. Este versava sobre os processos de produção gráfica com ênfase na Tipografia e processos relevográficos e comporia o primeiro módulo da disciplina optativa de 60h denominada Produção Gráfica Impressa.

Diante da necessidade de assumir a disciplina obrigatória e desenvolver estratégias e soluções para os problemas identificados, optou-se, em um primeiro momento, por aproveitar os tópicos e conteúdos desenvolvidos para o videogame e atualizá-los no decorrer destes últimos dois anos (Quadro 1) até atenderem ao objetivo da disciplina: transmitir conhecimentos iniciais sobre elementos básicos de sistemas gráfico-visuais.

Quadro 1 - Alterações nos tópicos do programa da disciplina e respectivos semestres letivos.

2017.2	2018.2	2019.2
1. Papel	1. Suportes	1. Mídias e Suportes
2. Tintas	2. Cores e Tintas	2. Cores e Tintas
3. Xilogravura	3. Fontes	3. Fontes e Tipos
4. Fontes e Tipo Móvel	4. Layout	4. Layout
5. Produção Editorial e Acabamentos	5. Produção Editorial	5. Produção Editorial
6. Impressão Tipográfica	6. Sistemas Gráficos	6. Sistemas Gráficos
7. Oficinas Gráficas	7. Oficinas Gráficas	7. Acabamentos
8. Sistemas Gráficos	8. Acabamentos	8. Difusão Digital
9. Impactos da Tecnologia	9. Impactos da Tecnologia	9. Impactos da Tecnologia

Fonte: Autores.

O Quadro 1 indica a transição dos tópicos específicos sobre processos Relevográficos em suportes impressos para tópicos mais abrangentes sobre Linguagens Visuais e Gráficas, incluindo sistemas e suportes digitais. A mudança ocorreu de forma paulatina - a cada dois semestres letivos – pela necessidade de tempo para pesquisar, produzir e editar novos textos e vídeos, haja vista a grande quantidade de conteúdos disponibilizados no website da disciplina, e postar os mesmos sem prejuízos ao sistema do projeto.

3.2 O projeto em curso

Ao realizar as mudanças na disciplina, o objetivo não foi a promoção de uma resposta reativa a um discurso didático, mas sim, por meio de um sistema de regras e procedimentos voltados para o engajamento, potencializar as competências e habilidades dos alunos para: 1) colaboração, interação e parceria; 2) autonomia na busca por conhecimentos; 3) responsabilidade na construção do percurso do conhecimento; 4) flexibilidade a diferentes estilos de ensino-aprendizagem; e 5) diversidade de formas de expressão.

A mecânica nuclear (*core mechanic*) constitui-se do acesso a 560 diferentes conteúdos por meio de cartas, associadas a um sistema de regras para pontuação da participação. Os alunos-jogadores recebem semanalmente duas cartas — contemplando um dentre os nove tópicos do programa — com QRCodes impressos que, por meio de seus celulares, permitiam o acesso ao conteúdo hospedado no website da disciplina, construído a partir de uma estrutura de blog em plataforma Wordpress. O site, quando acessado pelos endereços cifrados nas cartas apresenta: 1) textos curtos; 2) textos com imagens e 3) vídeos. O acesso individual ao conteúdo intenta potencializar a responsabilidade e autonomia na busca de informações, bem como atender a diferentes estilos e ritmos de aprendizagem.

Figura 2: Frente carta do tema “Papel”.
Fonte: Autores.

Figura 3: QRCode no verso da carta sendo digitalizado.
Fonte: Autores.

Figura 4: Acesso a um conteúdo em formato de vídeo.
Fonte: Autores.

Após receberem as cartas, os alunos-jogadores são informados de uma “Missão” que devem cumprir para a semana seguinte, a partir da articulação do conteúdo acessado, via celular, até então. Para cada tópico do programa são propostas diferentes Missões, mas que se igualam na formação de pequenos grupos e apresentação do resultado de uma breve pesquisa, seja oralmente, por meio de um vídeo ou um produto, estimulando, assim, a colaboração e a diversidade de formas de expressão. Pedagogicamente, pretende-se que a articulação entre alunos-jogadores e diferentes conteúdos, com um objetivo comum, traga sentido aos conteúdos acessados e estimule a pesquisa e a construção de novos conhecimentos para além do jogo, em consonância com os objetivos de autonomia, responsabilidade e flexibilidade.

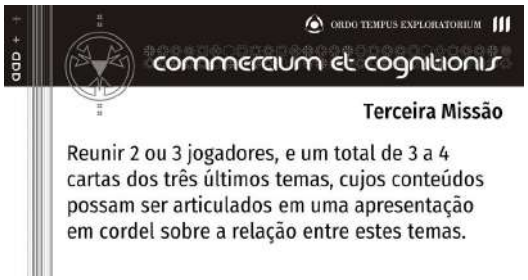


Figura 5: Terceira Missão do jogo.
Fonte: Autores.

Figura 6: Apresentação oral e visual da Missão em formato de cordel.
Fonte: Autores.

As Missões representam a resolução de um "desafio" que podemos, à luz da ludologia, definir como um convite à solução, pela competência e habilidade do aluno-jogador, de um problema que lhe é imposto pelo sistema em participação. A possibilidade de escolher quais Missões realizar em grupo atende à teoria do "fluxo", essencial no processo gamificado (CSIKSZENTMIHALYI, 1990), ao equilibrar o nível de dificuldade da atividade com as possibilidades dos alunos-jogadores.

Em apoio às dinâmicas em vigor, semanalmente o professor aprofunda os conteúdos, seja em uma aula apoiada por recursos audiovisuais e/ou materiais, seja por meio de uma oficina prática. Essas atividades semanais buscam complementar eventuais lacunas nas informações coletadas pelos alunos-jogadores, assim como servem para exercitar o debate e a transposição do conhecimento do âmbito teórico para o prático, quando por meio de oficinas.

Outra dinâmica do projeto foi composta pelas cartas de conteúdos, divididas em cinco "naipes" associados a diferentes tipos de conteúdo e a um valor entre 1 e 5, desconhecido inicialmente pelos alunos-jogadores. Optamos por quantificar os conteúdos em função de suas categorias e valores, disponibilizando uma quantidade maior de textos de apenas um parágrafo e, na outra ponta, poucos vídeos de conteúdo mais elaborado e "valioso". Próximo ao final do semestre letivo, são reveladas Normas que regem estes valores e estabelecem bonificações e revezes conforme os arranjos de "naipes" em posse de cada aluno-jogador. Para descobrir os valores dos "naipes", cada aluno-jogador também recebe, na primeira aula, uma carta destas Normas, dentre as 15 existentes. Na busca por aumentar o valor de sua "mão" e auxiliados pelo conhecimento das Normas que conseguem acessar, os alunos-jogadores são estimulados a realizar trocas de cartas obtidas. Buscou-se, assim, provocar a interlocução e a troca de conhecimentos, com a consequente ampliação do escopo de conteúdos disponibilizados, estimulado pela ludicidade.

A fim de valorizar a busca e a troca de cartas entre os alunos-jogadores, o projeto prevê ainda que estes registrem cada carta adquirida ou permutada em um “Diário de Bordo” online. Cada registro é premiado com uma pequena pontuação, convertida em parte da nota da disciplina, que representa a busca e o contato com os conteúdos de cada carta.

Em relação ao curso, as regras e procedimentos têm como finalidade viabilizar inter-relações dialógicas e, portanto, não-lineares entre os sujeitos, fundamentadas, entretanto, em uma estrutura linear baseada no acesso paulatino aos tópicos. Esse efeito de erguer-se sobre os aprendizados anteriores é conhecido nos jogos como *scaffolding* (WERBACH; HUNTER, 2012): tal qual um prédio depende que seus andaimes sejam erguidos previamente para se concluir a cumeeira, jogos consideram que seus jogadores se capacitam por desafios anteriores para enfrentar e ultrapassar obstáculos posteriores. Ao tratar dos conteúdos de forma progressiva, a partir das apresentações de leituras e de Missões, o professor pode acompanhar e mediar o trabalho e aprofundar os conteúdos acessados pelos alunos-jogadores. A apresentação das regras do jogo de forma também gradual se mostra produtiva para sua compreensão, trabalhando como um tipo de “tutorial” que demonstra o que é necessário saber e atentar-se a cada etapa, como nos jogos.

Como ápice da construção de conhecimento, os alunos-jogadores se articulam em equipes para produzirem um trabalho final, sustentado pelos conteúdos das cartas, Missões, aulas e externos à disciplina, que eles acessam por iniciativa própria a partir dos interesses gerados na experiência. O trabalho final é a produção de uma publicação jornalística impressa ou digital, dada a área de conhecimento onde se insere a disciplina. As equipes elaboram linhas editoriais e matérias com foco direto ou indireto nos temas discutidos. Neste sentido, as Missões também objetivam desenvolver paulatinamente as competências e habilidades necessárias aos alunos-jogadores para a realização desta tarefa mais complexa, pois, além do conteúdo da publicação, tanto o projeto gráfico quanto a criatividade são pontuados.

Figura 7: Trabalho final revista “Nona Arte”.
Fonte: Autores.

Tendo como premissa os processos da gamificação, todas as atividades são recompensadas por pontos, conforme sua importância em relação aos objetivos da disciplina. Além da pontuação pelo registro de cartas no “Diário de Bordo”, integram a nota final as Missões, a

pontuação da "mão" de cartas e o trabalho final, em uma avaliação sistêmica e procedimental do desenvolvimento do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Já a dinâmica da divulgação periódica do *ranking* de pontos é usada como estratégia de motivação e engajamento, além de incentivar o controle sobre o seu desenvolvimento no jogo e na disciplina.

3.3 Ajustes e estratégias complementares

Várias dinâmicas do projeto vêm sendo alteradas após cada edição, buscando potencializar o desenvolvimento das competências, motivar e engajar os alunos-jogadores. Já as alterações curriculares da disciplina (Quadro 1), suscitaram o desenvolvimento de novas estratégias, que vêm sendo agregadas ao projeto.

A primeira delas é o desenvolvimento de um novo conjunto de oficinas em apoio aos tópicos temáticos do programa, motivada pela atualização curricular, dada a necessidade de ampliar o escopo do programa de Tipografia para Linguagens Visuais e Gráficas e de atualização tecnológica dos meios e processos gráficos do âmbito impresso, incluindo os digitais. As oficinas, ainda em desenvolvimento, atualizam os tópicos temáticos e buscam integrar a prática de projeto e produção visual-gráfica impressa à digital, em vídeos que estimulam os alunos-jogadores na realização do seu trabalho final.

A segunda estratégia é o desenvolvimento de nove *mini-games* para exercício lúdico dos tópicos programáticos da disciplina. Esta se alinha aos mesmos princípios de desenvolvimento das competências de autonomia dos alunos-jogadores, por meio de outras linguagens mais próximas de seu universo, a partir de recursos lúdico-interativos. Para alcançar resultados positivos nos *mini-games*, o aluno-jogador necessariamente deve se apoiar em conteúdos disponibilizados nas cartas. Entretanto, na ausência destes conteúdos nas cartas em seu poder, espera-se que ele exercite tanto sua competência de colaboração — na articulação com colegas — quanto de autonomia — na busca externa das informações necessárias para superação do desafio proposto por cada *mini-game*.

4 Considerações

Ao final dos quatro semestres em que foi aplicado o projeto, os alunos-jogadores responderam a um formulário de pesquisa online, hospedado no Google Drive. Este foi composto de cinco questões abertas e 15 fechadas sobre diferentes aspectos da experiência realizada. Sobre as Missões semanais, em média, 80% dos alunos afirmaram que estas foram necessárias para o aprendizado, e 66% que as Missões estimularam sua habilidade em pesquisa. O mais relevante, no entanto, foi que 80% deles concordou que as Missões incentivaram a colaboração entre os alunos-jogadores.

A colaboração, ao que tudo indica, foi a competência mais desenvolvida pela experiência gamificada, segundo 87,7% dos respondentes igualmente em duas questões, especialmente apontando que sua participação no jogo foi mais colaborativa do que competitiva. Uma das respostas extensivas demonstra claramente isso: "Ninguém estava competindo, o interesse geral era conseguir bons resultados no final e percebemos que a forma mais fácil de fazer isso era colaborando uns com os outros". As respostas indicam, ainda, que o formato interativo proposto foi bem-sucedido como forma de valorização da colaboração acima da competição

entre os estudantes. Detectamos também que a construção de identidades e sociabilidades esteve presente, especialmente na realização das Missões semanais em grupo (MOITA, 2007).

Também merece destaque que 73,33% dos respondentes concordou que teve bom aproveitamento na disciplina e 53,3% preferiu o jogo a uma forma tradicional de avaliação, ainda que somente 46,7% afirmaram ter gostado de jogar. Contudo, a resposta mais relevante foi a de 66,7% dos alunos, afirmando que a gamificação teria contribuído para sua melhor compreensão dos conteúdos, participação na disciplina e no desenvolvimento de sua autonomia, ratificando os objetivos iniciais do projeto.

Finalmente, 83,33% dos respondentes acreditam que os conteúdos da disciplina serão importantes para suas vidas acadêmicas e profissional, mesmo estando no primeiro período do curso. Novamente, outra resposta extensiva deixou clara esta compreensão: "Acho que essa forma mais dinâmica de aprendermos por meio das Missões contribuiu para uma melhor fixação do conteúdo, que acredito que não aconteceria apenas com aulas expositivas".

A maioria das publicações impressas e digitais apresentadas nos trabalhos finais da disciplina demonstraram qualidade, tanto em termos visuais quanto de conteúdo. Esses resultados apontam que o desenvolvimento das competências por meio das Missões foi central para a apropriação, por parte dos alunos-jogadores, dos conceitos básicos de Linguagem Visual Gráfica, especialmente considerando serem alunos recém ingressos em um curso de Jornalismo, com pouca ou nenhuma habilidade no tema.

Assim, consideramos que a adoção de métodos pedagógicos ativos que exploram competências e habilidades no jogo possibilitou conjugar a avaliação sistêmica e procedimental na disciplina, bem como na construção de conhecimentos. A dinâmica do jogo aliou competição e colaboração na busca de conhecimentos e na resolução dos desafios propostos. A associação do desafio didático, na elaboração das apresentações semanais e do trabalho final, com o desafio lúdico, na conquista de pontos no jogo, equilibrou a aquisição paulatina do conteúdo da disciplina e do conhecimento das regras que estruturam a experiência. Na medida em que para alcançar o objetivo lúdico foi necessário ao aluno-jogador perseguir o objetivo didático, nossa avaliação do projeto indica que a dedicação ao jogo influenciou positivamente a dedicação acadêmica, estimulando o acesso e o aprendizado significativo sobre os conteúdos, garantindo ao aluno-jogador autonomia e independência no processo educacional.

Contudo, pelo retorno obtido junto aos alunos, verificamos que permanece como desafio, como para toda metodologia ativa, sua falta de hábito em participar mais ativamente, moldada por um padrão de instituição escolar que permanece ainda nos dias de hoje, tanto na Educação Básica quanto nas universidades, bem como a cobrança avaliativa pautada em provas, como exemplifica em uma das respostas extensivas: "Ao mesmo tempo que era legal não ter prova, era cansativo quase toda semana estar apresentando algo novo e o trabalho final calhar de ser junto com outras matérias".

Acreditamos termos apresentado uma alternativa para métodos tradicionais de ensino-aprendizagem, que consideram o contexto midiático multimodal em que os alunos estão inseridos, abrindo caminhos de maior interação entre alunos e professores, que culminam em seu engajamento e aprendizado (KAPP, 2012). Com tais estratégias, mantêm-se os alunos em uma zona de "fluxo" (CSIKSZENTMIHALYI, 1990), enquanto se promove o desenvolvimento

de processos cognitivos, por meio de estímulos ausentes em métodos de ensino tradicionais, acionando habilidades presentes no cotidiano do aluno para desenvolver novas competências úteis ao seu desenvolvimento.

Agradecimentos

Ao laboratório LINC-Design (PUC-Rio), à Vice-Reitoria para Assuntos Acadêmicos (VRAC/PUC-Rio), ao grupo de pesquisa educ@mídias.com (UFF). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

BÍRÓ, Gabor I.. *Didactics 2.0: a pedagogical analysis of gamification theory from a comparative perspective with a special view to the components of learning.* ***Procedia - Social and Behavioral Sciences***, 141, p. 148–151, 2014.

CETIC.BR. **TIC Kids Online Brasil**, 2016. Disponível em: http://cetic.br/media/analises/tic_kids_online_brasil_2016_coletiva_de_imprensa.pdf. Acesso em: 03 out. 2017.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. ***Flow****: the psychology of optimal experience*. EUA: Harper Perennial Modern Classics edition, 1990.

DETERDING, Sebastian *et al*. ***Gamification****: Toward a definition. Proceedings of Gamification Workshop*, CHI 2011 *Conference on Human Factors in Computing Systems*. Vancouver, Canada: ACM, 2011.

FARBIARZ, Alexandre. **Universidade-aluno**: uma ponte em construção. Dissertação (Mestrado em Educação e Linguagem), Faculdade de Educação, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001.

FARBIARZ, Alexandre; FARBIARZ, Jackeline Lima; NOJIMA, Vera Lúcia Moreira dos Santos. **Uma visão semiótica bakhtiniana relação universidade aluno em cursos de design**, In: Anais do Design e Semiótica - 1º Encontro de semiótica aplicada ao design. Rio de Janeiro: Núcleo de Design PUC-Rio, 2003.

FARBIARZ, Alexandre; XAVIER, Guilherme de Almeida; FARBIARZ, Jackeline Lima. Novas tecnologias no ensino de graduação em Comunicação. **ECCOM - Educação, Cultura e Comunicação**, v. 10, p. 245 - 255, 2019. Disponível em: http://fatea.br/seer3/index.php/ECCOM/article/view/966/964.

HUNICKE, Robin; LEBLANC, Marc; ZUBEK, Robert. ***MDA****: A Formal Approach to Game Design and Game Research. In: Proceedings of the Challenges in Games AI Workshop, Nineteenth National Conference of Artificial Intelligence*. 2004

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios** - PNAD. 2017. Disponível em https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html?edicao=9131&t=destaques. Acesso em: 15/11/2017.

KAPP, Karl. M. ***The Gamification of Learning and Instruction****: game-based methods and strategies for training and education*. New York: Pfeiffer, 2012.

KELLNER, Douglas. **A Cultura da Mídia** – Estudos Culturais: identidade e política entre o moderno e o pós-moderno. São Paulo: EDUSC, 2001.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Rio de Janeiro: Editora 34, 2001.

MOITA, F. **Game on**: jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @. Campinas, SP: Editora Alínea, 2007.

OXFORD ANALYTICA. ***Gamification and the Future of Education****. World Government Summit*, 2016.

RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. *Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being.* ***American Psychologist***, v. 55, n. 1, p. 68-78, jan. 2000.

SIEMENS, G. *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age.* ***International Journal of Instructional Technology and Distance Learning***, v. 2, p. 3-10, 2005. Disponível em: http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm. Acesso em: 10 mar. 2016.

SURENDELEG, Garamkhand *et al*. *The Role of Gamification in Education – A Literature Review.* ***Contemporary Engineering Sciences***, v. 7, n. 29, p. 1609-1616, 2014.

TORRES, Haroldo da Gama *et al*. **O que pensam os jovens de baixa renda sobre a escola**. São Paulo: CEBRAP - Centro Brasileiro de Análise e Planejamento/Fundação Victor Civita, 2013.

UFF, Universidade Federal Fluminense. Curso de Jornalismo - **Projeto Pedagógico de Curso** (PPC): Formulário nº 02 - Princípios Norteadores. Niterói: Curso de Jornalismo, 2016.

WERBACH, Kevin; HUNTER, Dan. ***For the Win****: how game thinking can revolutionize your business*. Pensilvânia, EUA: Wharton Digital Press, 2012.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM EM DESENHO TÉCNICO (AVA-DT)

NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida [1],
RODRIGUES, Artur Moreira[2],
THOMAZINI, Ábila do Nascimento[3].

Resumo

Os alunos dos cursos superiores da atualidade nasceram entre 1995 e 2001, num mundo globalizado e na qual a internet faz parte das atividades do cotidiano. Esta parte da população caracterizada como geração "Z", sente-se à vontade com a tecnologia e não concebe a vida sem a rede. A UPCEA revela que 95% dos entrevistados da geração "Z" utilizam o *YouTube* e que 50% deles não viveriam sem a plataforma. Este tipo de tecnologia aplicada na área da educação eliminará as aulas reprodutivas, produzindo no aluno um comportamento diferenciado em relação ao aprendizado, no que tange a lidar, procurar e produzir informações, objetivando à formação de uma consciência de construção do conhecimento e não de obstáculo. A pesquisa objetivou desenvolver um Ambiente Virtual de Aprendizagem em Desenho Técnico (AVA-DT) com maiores possibilidades de interação com o usuário. A proposta AVA-DT foi desenvolvida considerando as necessidades observadas durante 5 anos, na disciplina de Geometria Descritiva, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. A utilização de diversas mídias como auxílio à didática é um recurso para facilitar a cognição. Nas disciplinas de representação gráfica a dificuldade se dá pela necessidade de verificar a compreensão. Por isto as diversas simulações de um ambiente virtual tridimensional são fundamentais.

Palavras-chave: Didáticas de Ensino, Ambiente Virtual, Desenho Técnico, AVA.

Abstract

Today's undergraduate students were born between 1995 and 2001, in a globalized world where the internet is part of everyday activities. This part of the population characterized as generation "Z" is comfortable with technology and does not conceive of life without the network. The UPCEA reveals that 95% of "Z" generation respondents use *YouTube* and 50% of them would not live without the platform. This type of technology applied in education will eliminate reproductive classes, producing in the student a different behavior in relation to learning, dealing with, seeking and producing information, aiming at the formation of a consciousness of knowledge construction and not of obstacle. The research aimed to develop a Virtual Learning Environment in Technical

[1] Universidade Federal do Espírito Santo - edna.rodrigues@ufes.br
[2] Universidade Federal do Espírito Santo - artmr@terra.com.br
[3] Faculdade Brasileira – thomazini551@gmail.com

Design (VLE-TD) with greater possibilities of interaction with the user. The VLE-TD proposal was developed considering the needs observed during 5 years, in the discipline of Descriptive Geometry, Faculty of Architecture and Urbanism. The use of various media as an aid to didactics is a resource to facilitate cognition. In the disciplines of graphic representation the difficulty is due to the need to verify comprehension. This is why the various simulations of a three-dimensional virtual environment are fundamental.

Keywords: Teaching Didactics, Virtual Environment, Technical Drawing, VLE.

1 Introdução

Os alunos dos cursos superiores da atualidade nasceram entre 1995 e 2001, num mundo globalizado e na qual a internet faz parte das atividades do cotidiano, disseminada em todas as áreas. Esta parte da população caracterizada como geração "Z", sente-se à vontade com a tecnologia e não concebe a vida sem a rede. O fato de viver num mundo interligado a torna diferente de outras gerações (AVANCINI, 2019).

Segundo o pró-reitor acadêmico do Centro Universitário de Belas Artes de São Paulo Sidney Leite apud Avancini (2019, p.27) "Esse estudante rejeita a aula tradicional, expõe o que pensa e sente direta ou indiretamente, usa constantemente o celular ou o tablet e se dispersa depois de 15 minutos de exposição."

A pesquisa da *University Professional & Continuing Learning Association* (UPCEA) revela que 95% dos entrevistados da geração "Z" utilizam o *YouTube* e que 50% deles não viveriam sem a plataforma. Por isso, são abertos ao uso da tecnologia e à educação *online*. Já os estudantes da geração anterior "Y", o livro desponta como meio de aprendizagem mais usado (60%) (UPCEA, 2018 apud AVANCINI, 2019).

> "Essa intimidade com a tecnologia, que muitas vezes parece uma barreira entre os estudantes e o professor, pode ser, na verdade, uma aliada. "É uma facilidade todos terem um celular na mão. O esforço é fazer o aluno instrumentalizar o uso do celular", analisa a coordenadora do Núcleo de Inovação Pedagógica da Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM), Manolita Correia Lima" (AVANCINI, 2019, p.29).

O Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) proporciona uma didática de ensino complementar ao ensino presencial. A disponibilidade do material didático, no instante em que o aluno necessita, torna-se mais adequada para sua compreensão e para sanar dúvidas momentâneas. Para as disciplinas teóricas existem diversos AVA's tornando o ensino mais expositivo. Em relação às disciplinas de representação gráfica, o AVA necessita de dinâmica diferenciada para a sua cognição, pois requer verificação do aluno no tocante a sua compreensão.

Para a representação gráfica é necessário um ambiente tridimensional para o exercício da imaginação, ou seja, o entendimento dos objetos em três dimensões. Quando se observa uma perspectiva na tela de um computador, percebe-se a tridimensionalidade, mas não o efeito estereoscópico. Os óculos de realidade virtual proporcionam a visão estereoscópica, que simulam uma situação real. Porém, conforme o manual do usuário, os fabricantes recomendam uma pausa de 15 minutos para cada 30 minutos de utilização deste tipo de óculos, ocasionado pela fadiga visual em decorrência da imersão no ambiente virtual.

Criar e propor ambientes virtuais específicos, com diversos meios de apresentação e de desenvolvimento, objetivando proporcionar uma interatividade com o usuário, bem como disponibilizar conteúdo dinâmico, demonstra uma preocupação em atenuar o efeito do desconforto causado pelos diversos tipos e instrumentos utilizados nos ambientes virtuais. Uma das potencialidades em utilizar o AVA é proporcionar ao tutor (professor) o acompanhamento do intelectivo do usuário, por meio de exercícios disponibilizados e a observação das dificuldades registradas que auxilia no aprimoramento do conteúdo. Outros dados que permitem verificar o uso do instrumento e também auxilia no aprimoramento do conteúdo referem-se

aos valores estatísticos de acesso e do uso do material, permitindo entender as demandas e propor alterações para o conteúdo e para os exercícios.

Diante da necessidade recorrente de auxílio aos alunos relacionada ao conteúdo da disciplina de Geometria Descritiva de uma Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, foram propostas diferentes formas de didática, contribuindo para a obtenção de uma integração maior com a geração "Z", que compõe as turmas atuais do curso.

Assim, diante do exposto e da necessidade de alternativas para o ensino da Geometria Descritiva, a pesquisa objetivou desenvolver um Ambiente Virtual de Aprendizagem em Desenho Técnico (AVA-DT) com maiores possibilidades de interação com o usuário.

2 Abordagem do tema

No período da revolução industrial, o sistema educativo era específico para atender a uma demanda em decorrência do progresso da indústria, com um ensino padronizado, específico das necessidades da época. Com a evolução tecnológica novas estratégias para o ensino e para a formação profissional foram propostas para atender as mudanças sociais, devido aos novos desafios da sociedade. Segundo Carmo (1997) estas estratégias foram: na parte do ensino, qualificando e diversificando as estratégias de comunicação educacional presencial, como também desenvolvendo modelos de ensino à distância, com tecnologia e a sua combinação utilizando sistemas de comunicação e multimídia e na parte da aprendizagem, com o propósito de definir estratégia para aumentar a autonomia do aluno, tornando-o formador na construção do conhecimento.

A autonomia requerida na aprendizagem do aluno, adicionada às diversas estratégias de comunicação e multimídia, é uma preocupação apontada por Demo (2000), na qual ressalta que o avanço tecnológico, tão caracterizado em nossa civilização, fará sentido quando optamos pela utilização do mesmo de forma a entender que a eliminação de certas tecnologias utilizadas no cotidiano, aquelas que levam a fascinação, tornam-se necessárias. Na Educação, este processo está muito rápido, próximo de um ensino que será definido como teleducação, estando mediado por formas de instrumentação eletrônica, interligada entre televisão e internet.

Maia e Carmo (2015) destacam que o computador pode se tornar um tutor inteligente, com capacidade de promover as fases do conhecimento do aluno, estabelecendo um aprendizado intermediário e final, objetivando acelerar a aprendizagem. Também se destacam os experimentos de Cronbach em que os professores podem fornecer adaptação intuitiva, baseada na experiência e nas impressões dos alunos, citados nos trabalhos de Recuero (2006).

O aprendizado não passa por um processo de acumulação de representações do meio, mas um processo contínuo de transformação do comportamento (MADURANA, 1970 apud CASAS, 1999). Trabalhos mencionados anteriormente abordam a questão, na ideia de que toda aprendizagem resulta da interação entre o aluno e o programa, na qual o aluno interage com os recursos de aprendizagem.

Um exemplo desta didática por meio de ambiente virtual está sendo implantada na instituição de ensino *Arizona State Universaty* (ASU) que utiliza metodologias de aprendizagem, objetivando atender a demanda por novas didáticas que podem permitir ao aluno, diversifi-

car sua forma de obter o conhecimento, bem como atender a diversidade de níveis que cada aluno necessita para absorver a teoria. Este modelo é denominado como Aprendizagem Adaptativa, podendo ser ativa ou não (KUZUYABU, 2019). Este método considerou primeiramente o conhecimento básico, por meio de ambientes virtuais com o objetivo de disponibilizar o material teórico para a formação do conhecimento, utilizando uma adaptação do material didático já existente. Posteriormente o aprendizado com conteúdo mais complexo é efetuado em sala de aula, com a presença do professor e o desenvolvimento de trabalhos em grupo e discussões sobre questões abordadas no conteúdo virtual.

Este processo, já salientado por Demo (2000), eliminará as aulas reprodutivas, produzindo no aluno um comportamento diferenciado em relação ao aprendizado, no que tange a lidar, procurar e produzir informações, objetivando a formação de uma consciência de construção do conhecimento e não de obstáculo. Dede e Lewis (1995) citados no trabalho de Casas (1999) já destacavam que a formação de profissionais de sucesso passava pelas experiências de novas formas de expressão, como por exemplo, a multimídia. Também destacaram que os novos meios tecnológicos não são uma finalidade e sim uma tecnologia educativa, em que a base e o centro sempre será o ser humano: aluno e professor.

3 Metodologia e Discussões

A proposta de Ambiente Virtual de Aprendizagem em Desenho Técnico foi desenvolvida considerando as dificuldades observadas durante um período de 5 anos, na disciplina de Geometria Descritiva, lecionada no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Brasileira, localizada em Vitória/ES. As dificuldades ocorridas foram:

- Visualização e imaginação tridimensional;
- Representação e entendimento dos elementos em posições particulares;
- Interpretação do enunciado de problemas e sua posterior solução;
- Entendimento dos conceitos de geometria e sua aplicação na formação do espaço tridimensional;
- Turmas com número grande de alunos (aproximadamente 80 alunos);
- Dimensão da sala de aula muito grande (cerca de 90 m^2) que diminuía o entendimento do conteúdo;
- Uso excessivo do celular na procura por tutoriais para esclarecimentos das dúvidas;
- Filmagem das aulas para consultas;
- Fotografias das soluções dos exercícios desenvolvidos no quadro; entre outras.

Assim, diante das necessidades apresentadas e dos inúmeros métodos didáticos utilizados para o ensino da geometria descritiva, com o intuito de amenizar a dificuldade no aprendizado, foram inicialmente elaboradas videoaulas, com a reprodução do conteúdo idêntico ao exposto em sala de aula. Posteriormente, foram disponibilizadas todas as aulas na plataforma do *YouTube*, permitindo ao aluno um entendimento do conteúdo, dentro do tempo necessário para a obtenção do conhecimento.

Diante da estatística de acessos ao *site,* fez-se necessário repensar o formato do ambiente virtual, no qual o conteúdo poderia ser ampliado para áreas correlatas, possibilitando ao visitante, aluno ou não, maior conhecimento sobre o tema e a aplicabilidade nas diversas

áreas do desenho técnico, com possibilidades de interação.

Este ambiente virtual originou o *site* de Geometria Representativa, www.geometriarepresentativa.com.br, que começou a funcionar em fev./2018, inicialmente sendo disponibilizado o conteúdo da disciplina de Geometria Descritiva,

Este *site* foi utilizado por aproximadamente 80 alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo, no primeiro semestre de 2018. Neste ambiente foram disponibilizadas as videoaulas referente a todo o conteúdo e programação apresentados aos alunos, servindo como tutorial para os estudos. Também foi disponibilizada, em aba diferente, a apostila com o conteúdo de Geometria Descritiva e os exercícios para impressão.

De acordo com a estatística registrada, verificou-se que os acessos ao AVA-DT ocorreram com maior frequência em dias anteriores e na madrugada do dia das aulas e no dia de avaliação (Figura 1). Foi aconselhado aos alunos que acessassem as videoaulas logo após as aulas em sala, objetivando proporcionar a assimilação do conteúdo mais facilmente.

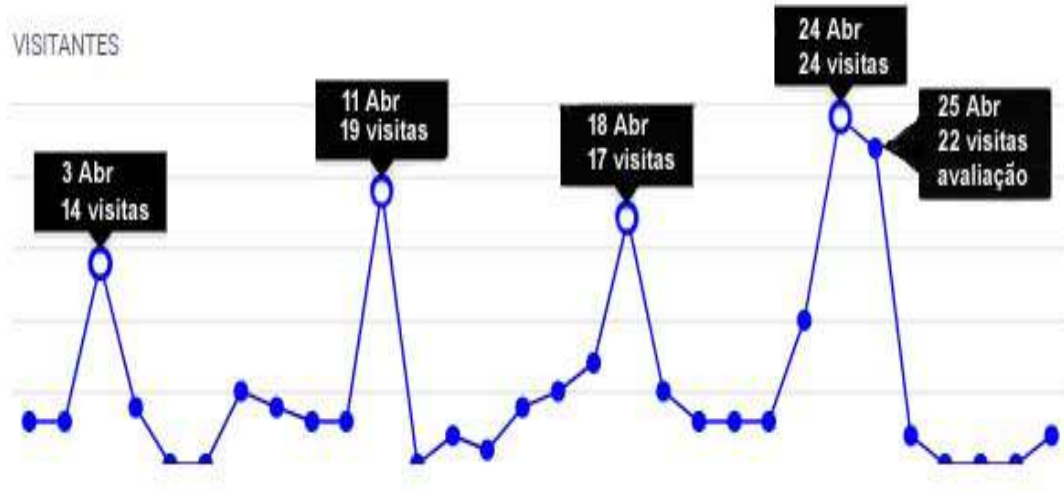


Figura 1 – Estatística de acesso ao AVA-DT em abril de 2018.
Fonte:https://admin.sitios.terraempresas.com.br/statistic/summary/index?initialFilter=lastSevenDays#visits

O pré-teste do site objetivou verificar as dificuldades iniciais de acesso, visto que a geração "Z" se utiliza de tecnologia com acesso rápido e conteúdo de fácil entendimento. Algumas alterações foram efetuadas, principalmente no tamanho dos arquivos das videoaulas, para que sua visualização fosse compatibilizada com o aparelho de celular, visto ser o instrumento de maior uso em sala de aula.

Após as alterações iniciais no site, desenvolveu-se um projeto em que disciplinas vinculadas à representação gráfica fossem inseridas, proporcionando e ampliando a população de acesso ao mesmo. Esta ampliação do conteúdo teve como premissa a utilização de um AVA-DT em que o visitante navegasse em temas correlatos e com possibilidade de obter os tutoriais que necessitasse. Serão inseridas disciplinas como Desenho Técnico, Geometria Descritiva, Desenho de Arquitetura, Perspectiva, Desenho Topográfico, entre outras, definidas na página do site com títulos que demonstrassem a não complicação com a área de representação (Figura 2).

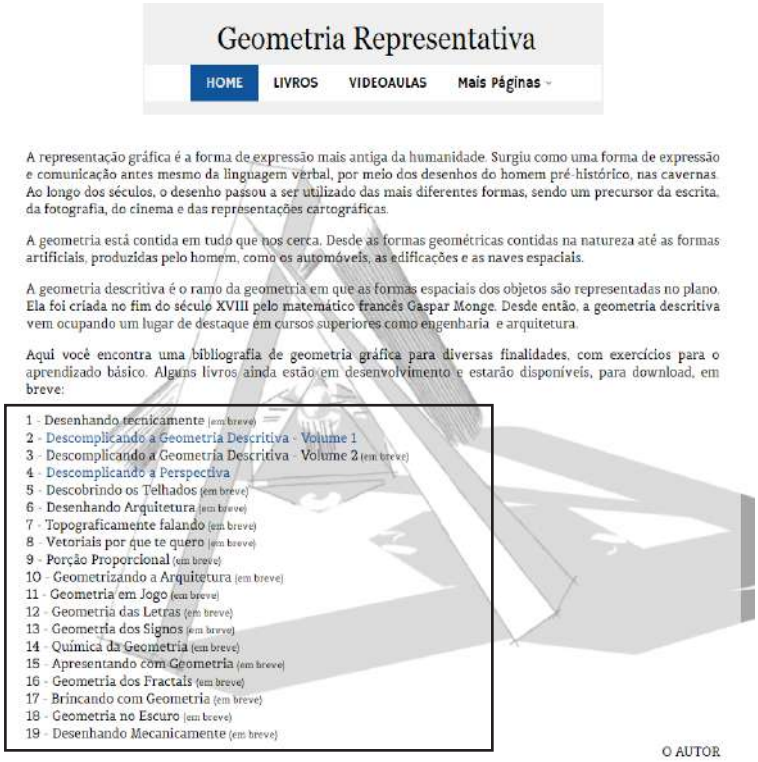


Figura 2: Página do site com destaque para os conteúdos abordados e disponibilizados.
Fonte: https://www.geometriarepresentativa.com.br/

Os temas propostos abrangem as áreas de Arquitetura, Artes Plásticas, Matemática, Engenharias, Química, bem como conteúdos da geometria vinculada aos jogos, às letras, aos signos, aos elementos fractais, às apresentações de palestras entre outras diversidades. Estes temas objetivam demonstrar a importância do entendimento dos elementos geométricos na formação de conhecimentos diversos em áreas correlatas. Por exemplo, entender a geometria vetorial por meio de um espaço tridimensional, compreender as interseções de elementos geométricos por meio de jogos virtuais, bem como utilizar conceitos de Semiótica na Geometria.

Os usuários podem ser estudantes que necessitam compreender a representação gráfica ou usuários de qualquer área, que terão o desenho como instrumento para entender mais facilmente os processos matemáticos (cálculos numéricos). Como exemplo, tem-se as dificuldades observadas na geometria analítica, que é compreendida predominantemente por números e a prática na matemática avançada, porém na geométrica descritiva, em decorrência do objetivo principal ser a representação do objeto tridimensional em planos bidimensionais, sua cognição, apesar das dificuldades já mencionadas no processo de aprendizagem, ainda é melhor quando se comparada com a geometria analítica, ressaltando que todo processo graficamente representado na geometria descritiva, é comprovado matematicamente.

Outro exemplo que tradicionalmente utilizam os números como elementos principais na solução dos problemas é a área da geometria vetorial, porém alguns profissionais se utilizam de maquetes e sistemas de representação gráfica para solucionar os problemas, como nos gráficos resultantes das simulações com *software* de *Computational Fuid Dynamics* (CFD) e *Wind Tunnel* (Figura 3a) e na solução física (maquete funicular) da cúpula da igreja da Sagrada Família em Barcelona, do arquiteto Gaudí (Figura 3b).

a) b)

Figura 3: Aplicação prática de Geometria Vetorial. (a) Simulações com software de Computational Fuid Dynamics. (b) Maquete da cúpula da Sagrada Família em Barcelona.
Fontes: a) simulação pelo software "Wind Tunnel",
b) https://esbocoseprojetos.wordpress.com/2017/04/02/exposicao-gaudi-barcelona-1900/

Diante dos exemplos, a proposta de inserção de temas com abordagem relacionados a representação gráfica amplia as possibilidades dos usuários de todas as áreas do AVA -DT, uma interação maior. Dentro da proposta de abranger áreas diversas, o site permitirá acesso ao material didático, de forma gratuita.

Por se tratar de diversas áreas, a proposta prevê o desenvolvimento do conteúdo em parceria com especialistas na área de representação gráfica, somando possibilidades de entendimento mais cognitivo. Esta parceria tentará demonstrar que a representação gráfica é um meio mais dinâmico e interativo de aprender ciências mais específicas.

Diante da diversidade de temas proposto para o AVA-DT e do objetivo principal que será de proporcionar interação, o ambiente virtual propõe disponibilizar:

- Videoaulas com diferentes professores e didáticas diferenciadas;
- Ambiente 3D dinâmico, na qual o usuário pode interagir com as formas geométricas, bem como resolver questões mais complexas, este com o uso disponibilizado de óculos 3D;
- Utilização do *Quick Response Code* (QR *Code*), objetivando outra forma de acesso à informação, bem como exercícios, maquetes;
- Maquetes físicas na qual o usuário poderá movimentar, permitindo entender as complexidades volumétricas;
- Ambiente virtual de jogos geométricos, que irá abordar principalmente interseções entre os elementos da geometria, sólidos e curvas;
- Dinâmicas em grupos, com possibilidade de acesso a grupos que discutem sobre assuntos específicos, sendo definidos metas e objetivos e
- Gincanas geométricas que objetivarão a solução de problemas geométricos juntamente com atividades no espaço tridimensional; entre outras.

Para a manutenção da metodologia de AVA-DT os recursos financeiros serão fundamentais, pois o método envolve processos diferentes, bem como a participação de professores e consultores, designers gráficos, instrutores, produtores de vídeos, *softwares*, entre outros. Este recurso está previsto por meio de tutoriais como as videoaulas, pelo ambiente tridimensional de jogos, pelas ilustrações e exercícios específicos, bem como solução de problemas, sendo que o conteúdo do material didático estará disponibilizado gratuitamente na platafor-

ma. Esta forma de obtenção de recursos, como valores bem acessíveis, permitirá que o site se mantenha atualizado com publicações e com aperfeiçoamento constante dos métodos, exercícios, jogos, maquetes, videoaulas e simulações.

4 Conclusão

A utilização de diversas mídias como auxílio à didática é um desafio aos educadores que tem como objetivo facilitar a cognição. Nas disciplinas de representação gráfica, a dificuldade se dá pela necessidade de verificar a compreensão. Por isto, as diversas simulações de um ambiente virtual tridimensional são fundamentais. O AVA-DT pretende disponibilizar conteúdo didático, relacionando às diversas áreas de conhecimento com a representação gráfica em ambiente virtual.

A proposta buscou minimizar as dificuldades observadas para o entendimento da geometria gráfica com o intuito de demonstrar a relação da mesma com outras áreas de conhecimento, bem como criar interação entre o instrumento e o usuário.

Mesmo exigindo a participação de diversos profissionais. O desenvolvimento de atividades distintas e interativas possibilitará uma integração entre o usuário e o objeto em questão (ou problema em questão).

Referências

AVANCINI, Marta. **O valor da educação para a geração z**. Revista Ensino Superior. Ano 20. nº 236. p. 27 a 33. Fevereiro/2019. Disponível em: <www.revistaensinosuperior.com .br>. Acesso em: Fev/2019.

CARMO, Hermano Duarte de Almeida. **Modelos ibéricos de ensino superior a distância no contexto mundial**. Lisboa, 1994. Tese (Doutorado em Ciências de Educação). Universidade Aberta. Versão digital 2013. Disponível em:<https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream /10400.2/2491/4/1994-versao%20digital%20da%20tese%20de%20doutoramento.pdf>. Acesso em: mar/2019.

CASAS, Luis Alberto Alfaro, **Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 1999.

DEMO, Pedro. **A Tecnologia na Educação e na Aprendizagem**. Congresso Internacional de Educação – Educador 2000. 2000. Disponível em:<http://clickeaprenda.uol.com.br/sg/ uploads/ UserFiles/File/A_tecnologia_ na_educao _e_na_aprendizagem.pdf>. Acesso em: mar/2019.

KUZUYABU, Marina. **O aprendizado é um processo ativo**. Revista Ensino Superior. Ano 20. nº 238. p. 14 a 19. Abril/2019. Disponível em:<www.revistaensinosuperior.com.br>. Acesso em: abr/2019.

MAIA, M., CARMO, H. **Comunicação Digital, Educação e Cidadania Global: um Novo Paradigma** (Introdução - Tese). Universidad Complutense de Madrid, Espanha, (2015). Disponível em: <https://repositorio.ipsantarem.pt/bitstream/10400.15/ 2333/1/Teresa% 20carmo_ SIED_ENPED_2016%20_revisto.pdf>. Acesso em: mai/2019.

RECUERO, Raquel da Cunha. **Comunidades virtuais - uma abordagem teórica**. Trabalho apresentado no V Seminário Internacional de Comunicação, no GT de Comunicação e Tecnologia das Mídias, promovido pela PUC/RS. 2003.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

TELHADOS - FORMAS GEOMÉTRICAS

LUBIANA, Juliana Dalcin,
NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida,
RODRIGUES, Artur Moreira.

Resumo

O conhecimento da geometria descritiva e o desenvolvimento da visão espacial são base para a formação da imaginação e do espaço tridimensional. O pouco conhecimento e domínio do espaço tridimensional, bem como a representação gráfica em duas dimensões, são problemas observados nas disciplinas de projeto nas escolas de Arquitetura e Urbanismo. Tem como consequência a ausência de manipulação, construção ou a observação de objetos, a aprendizagem restringe ao abstrato, tornando-se desprovida de significados e de desafios. A pesquisa objetivou demonstrar a utilização da representação e dos conceitos de telhado para exemplificar as interseções. Os procedimentos utilizados foram efetuados em duas etapas, com aplicação prática em uma turma de Geometria Descritiva, do Curso de Arquitetura e Urbanismo de uma instituição de Ensino Superior (Faculdade Brasileira): 1ª - Apresentação conceitual sobre ponto, reta, plano, poliedro e interseção entre os elementos; e 2ª - Exemplificação do conteúdo por meio da utilização de objetos e formas tridimensionais, imagens de edificações e seus respectivos telhados. A proposta com a utilização dos telhados teve êxito na turma de Arquitetura e Urbanismo, na qual intensificou a relação dos volumes que compõem o telhado das edificações e os elementos da geometria, que abrangeu a compreensão do sistema construtivo.

Palavras-chave: telhados; geometria descritiva; visão tridimensional

Abstract

The knowledge of descriptive geometry and the development of spatial vision are the basis for the formation of the imagination and three-dimensional space. The little knowledge and mastery of the three-dimensional space, as well as the graphic representation in two dimensions, are problems observed in the design disciplines in the Architecture and Urbanism schools. It results in the absence of manipulation, construction or observation of objects, learning restrains the abstract, becoming devoid of meanings and challenges. The research aimed to demonstrate the use of representation and roof concepts to exemplify the intersections. The procedures used were performed in two stages, with practical

application in a class of Descriptive Geometry, of the Architecture and Urbanism Course of a Higher Education institution (Brazilian Faculty): 1st - Conceptual presentation about point, straight, plane, polyhedron and intersection between the elements; and 2ª - Exemplification of the content through the use of objects and three-dimensional shapes, images of buildings and their respective roofs. The proposal with the use of the roofs was successful in the Architecture and Urbanism class, in which it intensified the relation of the volumes that compose the roof of the buildings and the elements of the geometry, that covered the understanding of the constructive system.

Keywords: roofs; descriptive geometry; three-dimensional vision

1 Introdução

De acordo com González (2015), os jovens estão cada vez mais imersos nas tecnologias digitais, e perdendo o sentido entre o espaço real e o tridimensional. Sabe-se que, o conhecimento da geometria descritiva e o desenvolvimento da visão espacial são base para a formação da imaginação e do espaço tridimensional, pois tais fundamentos são importantes e necessários para a concepção em arquitetura.

Kopke (2001) ressalta o grande avanço que o conhecimento no campo da geometria descritiva proporciona e que abrange áreas diversas da representação gráfica e do planejamento de espaços. Pottmann et al. (2014) salienta que a compreensão de formas livres é uma tendência mundial, como as obras de Frank Gehry, baseadas em design digital e reconstrução de modelos físicos, resultando em diferentes soluções que definem quais superfícies é idealmente adequada para determinado objetivo.

É importante destacar que a modelagem de geometrias simples e complexas são resultantes de entendimento dos elementos euclidianos e suas interseções, bem como as planificações, sendo este processo importante para a fabricação real na escala da arquitetura. Pottmann et al. (2014) apresenta que muitos problemas de fabricação real são de natureza geométrica. A complexidade das formas pode facilmente serem racionalizadas em quadriláteros planos.

Para Rodrigues e Nico-Rodrigues (2017), o estudo da visão espacial é um mecanismo que permite a capacidade de escolher qual o método mais apropriado para determinada situação, permitindo imaginar o objeto em vários planos de projeção, tornando muito mais fácil sua representação. A visão espacial é uma habilidade mental e quanto mais lúdica for, mais facilmente será compreendida e assimilada (KOPKE, 2001).

O pouco conhecimento e domínio do espaço tridimensional, bem como a representação gráfica em duas dimensões, são problemas observados nas disciplinas de projeto nas escolas de Arquitetura e Urbanismo. Na qual, tem como consequência a ausência de manipulação, construção ou a observação de objetos, ou seja, a aprendizagem restringe ao abstrato, tornando-se desinteressante e desprovida de significados e de desafios.

Observa-se que as novas gerações não estão em conformidade com as informações estáticas, como as imagens, mas procuram um mundo tridimensional, na qual podem interagir, a chamada realidade virtual (GONZALÉZ, 2015). Destaca-se que essa geração, da era digital, possui necessidades imediatas, e é importante uma modificação no sistema de ensino, com conceitos aplicáveis (RODRIGUES; NICO-RODRIGUES, 2017).

Nos últimos anos nota-se uma crescente busca por novos métodos para o ensino da geometria descritiva, de forma a torná-lo mais didático e compreensível ao aluno, permitindo que o mesmo explore meios de melhorar sua visão espacial, como por exemplo, imaginar o objeto na forma tridimensional para posteriormente, representá-lo.

De acordo com Silva (2007) o incentivo da utilização de recursos como maquetes e exemplos de elementos (objetos tridimensionais) cotidianos em sala de aula contribuem na exemplificação dos conteúdos teóricos da geometria descritiva, despertando no aluno um novo olhar.

Sendo assim, uma alternativa para o desenvolvimento da visão espacial é a análise comparativa entre o que é estudado e imagens de projetos reais, tais como os telhados das

edificações, proporcionando associação do conteúdo abordado e sua aplicação, e possibilitando compreender, visualizar e representar mais facilmente suas projeções (Figura 1).

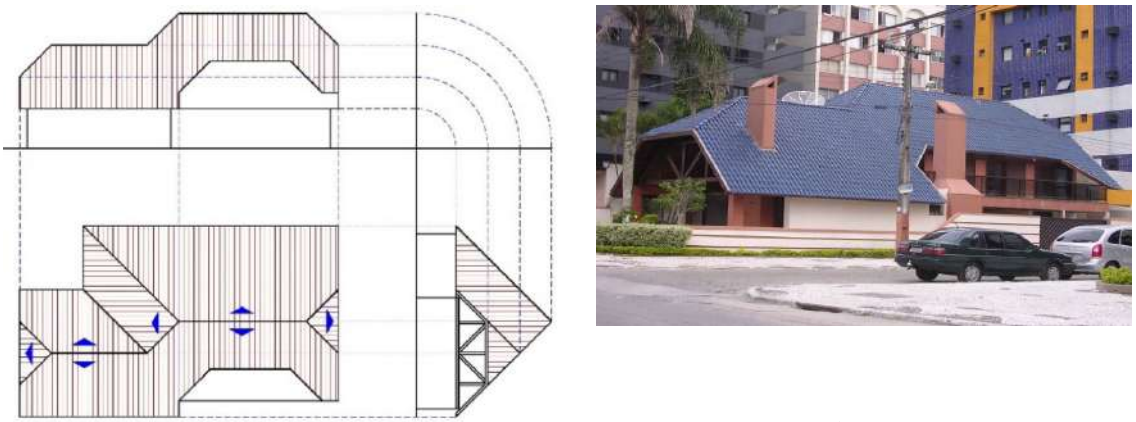


Figura 1 – Comparação entre o desenho das vistas de uma residência e sua fotografia
Fonte: Autoria própria.

O uso do componente telhado, que se define por ser uma estrutura contendo uma ou mais faces inclinadas (águas) é importante para o entendimento das relações entre os elementos da geometria, pois as faces inclinadas exemplificam os diferentes planos em separados ou na interseção entre eles.

No entendimento das interseções entre planos, a explicação torna-se mais didática por meio da utilização dos elementos do telhado, como rincões, espigões e cumeeiras, que representam as retas provenientes das interseções dos planos ou faces inclinadas.

Assim diante do exposto, a pesquisa objetivou demonstrar a utilização da representação e dos conceitos de telhado para exemplificar as interseções, visto que para o ensino da geometria descritiva, no curso de Arquitetura e Urbanismo, a utilização de planos e sólidos, bem como as diversas formas de telhados tornaram a disciplina mais prática.

2 Metodologia

Os procedimentos utilizados foram efetuados em duas etapas, com aplicação prática em uma turma de Geometria Descritiva, do Curso de Arquitetura e Urbanismo de uma instituição de Ensino Superior (Faculdade Brasileira): 1ª - Apresentação conceitual sobre ponto, reta, plano e interseções entre os elementos; e 2ª - Exemplificação do conteúdo por meio da utilização de objetos e formas tridimensionais, imagens de edificações e seus respectivos telhados.

2.1 Apresentação conceitual

Inicialmente foi apresentado o conteúdo teórico ao aluno, abordando os seguintes temas: ponto, reta, plano, interseções, propriedades e axiomas entre os elementos. Após, foi abordado os métodos de projeção e descritivos (rotação, rebatimento e mudança de plano). Em seguida estudo dos poliedros e os telhados simulando os poliedros ou os planos.

2.2 Exemplificação por meio dos telhados

Foram utilizados de métodos mais didáticos para uma maior compreensão do aluno acerca do conteúdo, assim como para a realização dos exercícios. Após a explicação teórica do con-

teúdo relacionados à disciplina, foram apresentados aos alunos alguns sólidos geométricos, maquetes, imagens de edificações existentes e seus telhados onde a geometria é vista com clareza, para que o mesmo associasse ao conteúdo apresentado.

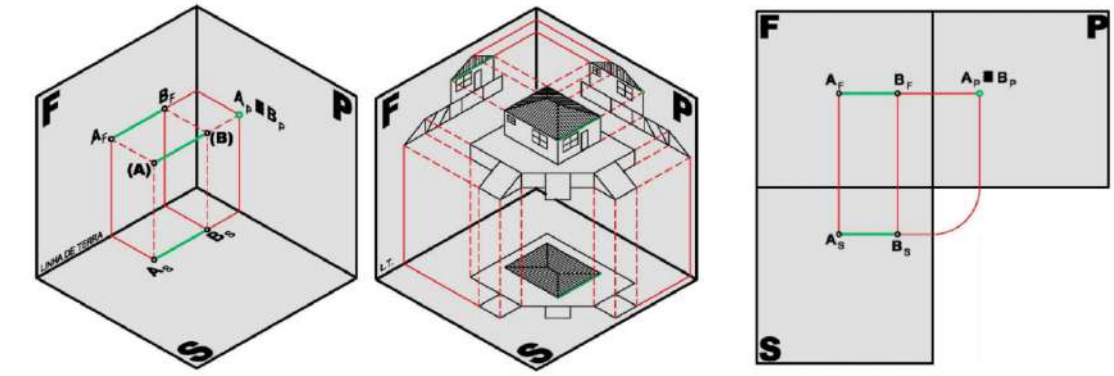
2.3 Resultados e Discussões

Um grande desafio no ensino da geometria descritiva nas salas de aulas atualmente é a dificuldade de obtenção e desenvolvimento da visão espacial pelos alunos, pois muitos não conseguem identificar qual a forma ou objeto quando representado em duas dimensões, as projeções frontal e superior, tornando-se assim uma dificuldade ao desenvolvimento dos exercícios e das perspectivas dos diversos objetos.

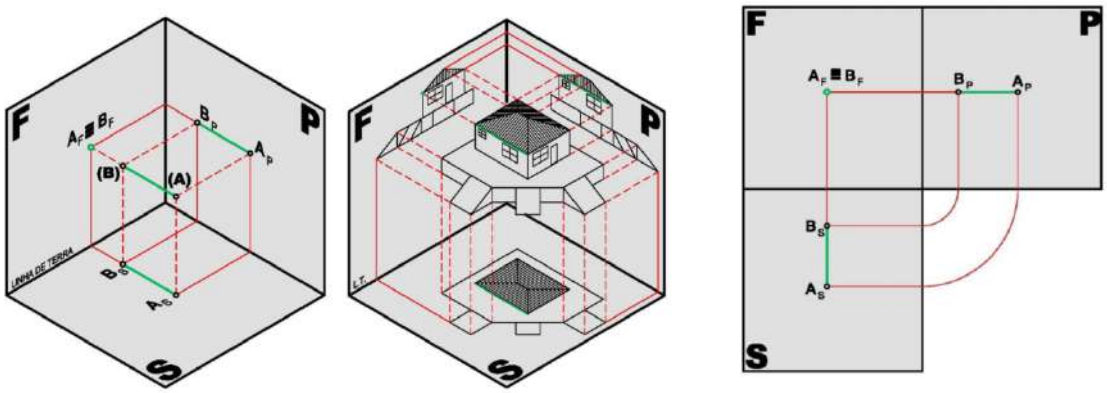
Com o uso de imagens de telhados, observou-se a associação das águas do telhado aos planos, e o telhado a um poliedro, compreendendo de maneira mais sucinta qual sua projeção e posição no espaço, auxiliando assim, na resolução dos exercícios propostos. Destaca-se que quando o conteúdo teórico foi apresentado com o uso de exemplos reais, a compreensão dos problemas e as ligações entre os elementos da geometria foi com maior clareza e sem grandes dificuldades no desenvolvimento de exercícios, tornando a aula mais interativa (Figura 2).

Figura 2: Imagem onde a os planos e suas projeções se associam a forma de um telhado.
Fonte: Autoria própria

Inicialmente foi apresentado aos alunos os tipos de retas e sua relação com o telhado, na qual foi identificada no objeto, caracterizando-as e demonstrando suas propriedades, como na Figura 3.



Ex: Reta Fronto-horizontal



Ex: Reta de topo

Figura 3: Representação de retas e suas projeções associadas a forma de um telhado

Fonte: Descomplicando a geometria descritiva, (2019).

Os alunos foram expostos a diversos exercícios com planos e poliedros, sendo que em alguns casos, as formas apresentadas eram semelhantes à forma de um telhado. Foi observado nos casos em que se usava o telhado, como demonstrado na Figura 4.

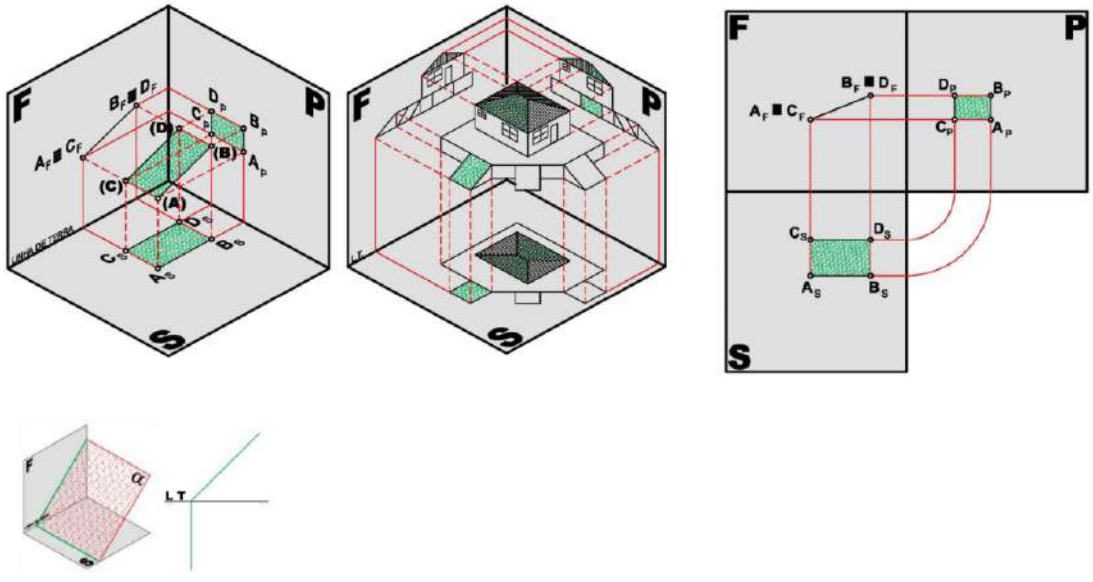


Figura 4: Imagem com planos e suas projeções associadas a forma de um telhado

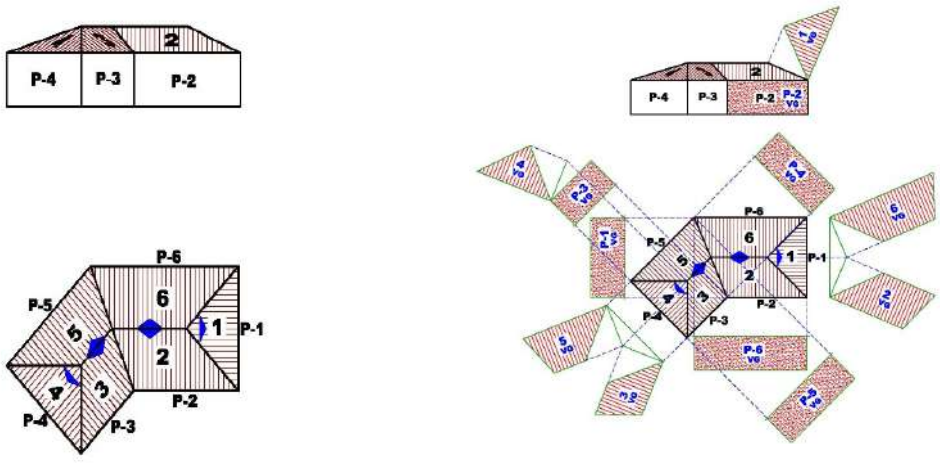
Fonte: Descomplicando a geometria descritiva, (2019).

Outros exemplos reais de telhados foram adotados na tentativa de esclarecer melhor as relações mais complexas na geometria, como demonstrados na Figura 5.

Figura 5: Imagem onde a os planos e suas projeções se associam a forma de um telhado.
Fonte: Autoria própria.

O exemplo citado também vale para os exercícios com métodos descritivos de mudança de planos de projeção, rotação e rebatimento, onde o plano a ser estudado, quando comparado à água de um telhado, instigava a imaginação do aluno, fazendo com que ele obtivesse a verdadeira grandeza da água com maior facilidade (Figura 6a).

A solução iniciava pelo entendimento da forma do telhado, com suas interseções e em seguida era solicitado a verdadeira grandeza dos planos, na qual o aluno utilizaria do método descritivo de mudança de planos de projeção (Figura 6b) e posteriormente também com os métodos descritivos de rotação e rebatimento para comparativo das resoluções. E alertando aos mesmos que o resultado permitiria obter as dimensões reais de cada plano do telhado, objetivando o cálculo de telhas ou até mesmo tamanho das peças da estrutura. Ou ainda a execução de uma maquete física.

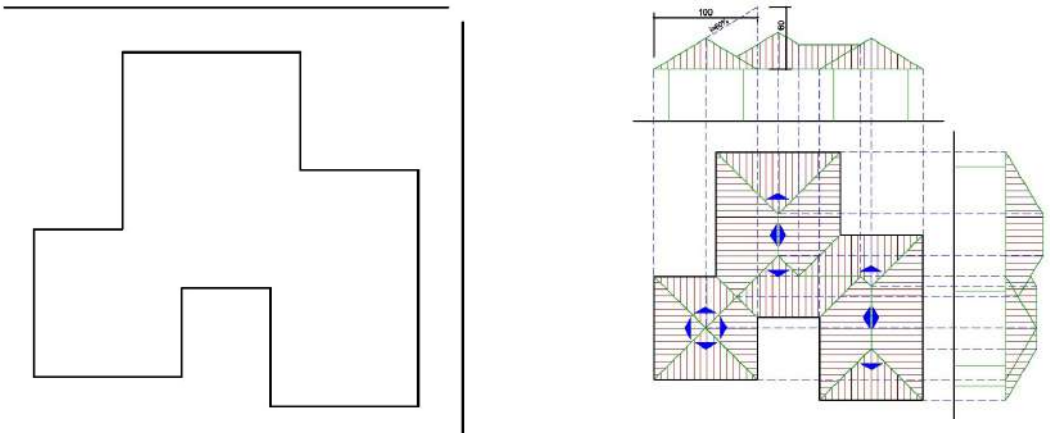


a) b)

Figura 6: Determinação da Verdadeira Grandeza dos planos associada à forma de telhado
Fonte: Descomplicando a geometria descritiva, (2019).

A complexidade das formas também pode ser compreendida mais facilmente pela separação em planos geométricos, que unidos originam as superfícies geométricas (POTTMANN et al. 2014), como demonstrado na Figura 6b.

Outro exercício prático abordando a utilização dos telhados é a representação de uma poligonal que representa o perímetro de um telhado (Figura 7a). Requerendo do aluno que determine a volumetria do telhado com suas interseções entre os planos. Alguns quesitos são orientados tendo-se como diretriz a aplicação prática. Inicialmente para a divisão das "águas" do telhado na vista superior, pede-se que os beirais sejam nivelados, todos os caimentos tenham a mesma inclinação e não havendo calhas. Permitindo apenas as cumieiras, espigões e rincões. Em seguida, para as vistas verticais (fachadas), determina-se a altura das paredes, inclinação das "águas" e dimensão dos beirais, este sendo apenas ilustrativo visto que o telhado é preponderante (Figura 7b).



a) b)

Figura 7: Determinar a volumetria do telhado representando nas três vistas.
Fonte: Descomplicando a geometria descritiva, (2019).

A didática aplicada com o uso dos telhados retratou as afirmações descritas por Silva (2007) que enfatiza que quando utilizadas maquetes desde o início do desenvolvimento da disciplina, ao fim do semestre o aluno possui maior capacidade de visão espacial, em decorrência dos diversos exercícios comparativos e da relação com objetos reais, conseguindo associar mais facilmente a teoria com a realidade.

3 Conclusão

O entendimento do espaço tridimensional é ainda, no século XXI, uma dificuldade que supera as inúmeras metodologias didáticas que os pesquisadores desenvolvem para atingir o objetivo e minimizar a distância entre o entendimento bi e tridimensional.

O uso de maquetes físicas é um procedimento muito eficaz, bem como a exemplificação por meio de elementos construídos. Ressalta-se que as diferentes propostas de ensino, não exime o aluno do exercício mental, de entender primeiramente o objeto no espaço tridimensional, e posteriormente o contato com as maquetes físicas e soluções dos problemas.

A proposta de utilizar telhados como forma explicativa dos elementos da geometria, incentiva o entendimento de relações mais complexas. Como exemplos temos as interseções entre planos, bem como interseções entre sólidos.

A proposta com a utilização dos telhados teve êxito na turma de Arquitetura e Urbanismo, na qual intensificou a relação dos volumes que compõem a cobertura e os elementos da geometria, que abrangeu o entendimento da envoltória e sua estrutura.

O desenvolvimento tecnológico nos permitiu adicionar na didática de ensino da geometria, softwares que auxiliam no entendimento de formas complexas e na solução construtivas das mesmas, porém ressalta que é importante e necessário que o conhecimento inicial dos elementos da geometria e suas interseções perpasse por teorias, práticas tradicionais de representação técnica, maquetes físicas e o uso de software específicos.

Referências

GONZÁLEZ. Nora Argelia Aguilera. **How to Include Augmented Reality in Descriptive Geometry Teaching.** Procedia Computer Science. V. 75, p. 250-256. 2015.

KOPKE. Regina Coeli Moraes. **Ensino de geometria descritiva: inovando na metodologia.** Rem: Rev. Esc. Minas vol.54 no.1 Ouro Preto Jan/Mar. 2001.

POTTMANN, Helmut; EIGENSATZ, Michael; VAXMAN, Amir; WALLNER, Johannes. **Architectural Geometry**. Computers & Graphics. December 29, 2014.

RODRIGUES, Artur Moreira; NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida. **Representação vs imaginação: a formação da inteligência espacial.** Graphica, 2017**.**

RODRIGUES, Artur Moreira. **Descomplicando a Geometria Descritiva**. V.1. 2019. Disponível em: <www.geometriarepresentativa.com.br>. Acesso em: 09/maio/2019.

SILVA, Marly Terezinha Quadri Simões da. **Geometria Descritiva – Uma experiência didática.** Graphica, 2007.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

COMBINAÇÕES E INTERSEÇÕES GEOMÉTRICAS

LUBIANA, Juliana Dalcin[1],
RODRIGUES, Artur Moreira[2],
THOMAZINI, Ábila do Nascimento[3].

Resumo

Diversos profissionais que idealizam objetos tridimensionais complexos, o fizeram utilizando-se de combinações de sólidos no início do processo criativo, como se pode observar nas formas arquitetônicas, em elementos da mecânica, nas embalagens de produtos ou nas obras de arte. O objetivo desta proposição de atividades visa introduzir a observação das combinações entre sólidos geométricos como processo dinâmico para melhor visualização e desenvolvimento cognitivo do conteúdo Interseção de Sólidos Geométricos. No primeiro momento foram exemplificadas combinações, as interseções resultantes dessas combinações e posteriormente, desenvolvidos exercícios práticos para uma turma da disciplina de Geometria Descritiva, do Curso de Arquitetura e Urbanismo de uma instituição de Ensino Superior no Brasil. Assim, destaca-se que propostas didáticas que incentivam a conceituação e visualização do espaço tridimensional é de grande importância para melhor aceitação da geometria descritiva nas escolas. As dificuldades observadas no ensino da geometria descritiva são fatores que instigam professores e pesquisadores a desenvolverem práticas pedagógicas que incentivem maior participação dos alunos, bem como auxiliar no entendimento dos problemas da representação bidimensional. No exercício proposto os alunos conceberam maquetes mais complexas evidenciando o entendimento acerca das interseções e assim como das seções resultantes das combinações entre sólidos geométricos.

Palavras-chave: combinação; geometria descritiva; interseção.

Abstract

Many professionals who idealize complex three-dimensional objects have done so using solid combinations at the beginning of the creative process, as can be seen in architectural forms, mechanical elements, product packaging or works of art. The objective of this activity proposition is to introduce the observation of the combinations between geometric solids as a dynamic process for better visualization and cognitive development of the Geometric Solids Intersection content. In the first moment, combinations were shown, the intersections resulting from these combinations and later, practical exercises developed for a class of

[1] Universidade Federal do Espírito Santo - artmr@terra.com.br
[2] Faculdade Brasileira – julianalubiana01@hotmail.com
[3] Faculdade Brasileira - thomazini551@gmail.com

Descriptive Geometry, of the Architecture and Urbanism Course of an institution of Higher Education in Brazil. Thus, it is highlighted that didactic proposals that encourage the conceptualization and visualization of three-dimensional space are of great importance for a better acceptance of the descriptive geometry in schools. The difficulties observed in the teaching of descriptive geometry are factors that instigate teachers and researchers to develop pedagogical practices that encourage greater student participation, as well as help in understanding the problems of two-dimensional representation. In the proposed exercise the students conceived more complex mockups evidencing the understanding about the intersections and as well as of the sections resulting from the combinations between geometric solids.

Keywords: combination; descriptive geometry; intersection.

1 Introdução

Em geometria descritiva, o estudo das representações gráficas incluindo o conteúdo interseções de sólidos, muitas vezes torna-se abstrata e de difícil entendimento, prejudicando a compreensão espacial. Para Montenegro (1991) alguns pontos da interseção entre sólidos são mais facilmente obtidos, outros permanecem obscuros, dificultando o entendimento das seções resultantes.

Diversos profissionais que idealizam tridimensionalmente objetos complexos, utilizam combinações de sólidos no início do processo de concepção criativa, como observado nas formas arquitetônicas, em elementos da mecânica, nas embalagens de produtos, nas obras de arte, entre outros.

O estudo de interseções, sejam entre planos, sólidos ou planos com sólidos, normalmente é um dos últimos assuntos abordado no planejamento dos cursos de geometria descritiva. Algumas interseções são compreendidas mais facilmente, como as seções planas resultantes das interseções de planos secantes ao cone, que geram o triângulo, o círculo, a elipse, a parábola e a hipérbole. Entretanto, a interseção entre sólidos é um processo mais complexo, na qual o entendimento espacial, assim como sua solução, muitas vezes é percebido somente pela representação gráfica, ou a aplicação dos métodos descritivos.

Diante do exposto a proposta de atividades objetivou introduzir a observação das combinações entre sólidos geométricos como processo dinâmico para melhor visualização e desenvolvimento cognitivo do conteúdo Interseção de Sólidos Geométricos. Este processo permite observar a ocorrência de interseções como consequência da combinação entre elementos geométricos.

2 Revisão teórica

Destaca-se que a arte e a geometria, mesmo que aparentemente separadas pela clássica dicotomia Emoção versus Razão, tem mais pontos em comum do que divergentes, que podem auxiliar no processo educacional, integrando-se em experiências de aprendizagem (PEREIRA, 2016). A tentativa de representação da realidade surge da interação entre estas duas ciências, possibilitando ampliar a realidade no imaginário. As formas geométricas (nas quais observa-se a relação arte e geometria) utilizadas há milhares de anos pelo homem, desde a era da pedra lascada, já eram representadas nas pinturas das paredes, nas cerâmicas e nos mosaicos.

Para Unwin (2013) a arquitetura, também compreendida como arte, pode ser resultante da manipulação de sólidos, por meio de processos de transformação subtrativa, que consiste na retirada de partes do volume principal, podendo ou não perder as características da família geométrica. Como por exemplo, a resultante de um sólido submetido ao processo de subtração imposto por outros sólidos pode definir uma composição, que origina diferentes seções planas (Figura 1a).

No processo de transformação aditiva é efetuado acréscimo de outros sólidos ao corpo principal (sólido principal), preenchendo determinada finalidade. A adição de sólidos pode resultar em outras diferentes formas geométricas (Figura 1b) e consequentemente nas seções planas que estes sólidos geram.

a) b)

Figura 1 – a) Subtração e b) Adição de sólidos.
Fonte: a) ARQUEGUIA RIO. Edifício sede da Petrobrás. (Disponível em: http://arqguia.com/obra/edificio-sede-petrobras-teste/?lang=ptbr). b) POLÍTICA & ECONOMIA. (Disponível em: https://www.politicaeconomia.com/2013 /04/banco-central-cria-indice-de-precos-de.html).

Na geometria descritiva o estudo das interseções principalmente entre sólidos resulta nas seções planas, que compreendem a porção útil da interseção de um plano, com três ou mais faces de um sólido (PINHEIRO, 1968; PRINCIPE JÚNIOR, 1974; KRYLOV, LOBANDIEVSKY, MEN, 1974). Segundo Ferreira (2010) a definição de interseção consiste na operação por meio da qual se forma o conjunto de todos os elementos que pertencem simultaneamente a dois ou mais conjuntos. Na geometria descritiva a definição de interseção é um processo resultante do encontro de duas linhas, arestas, ou de dois planos. O termo combinação, segundo definição do Ferreira (2010), vem do verbo combinar, que aglutina os seguintes termos “juntar, reunir, ordenar, acertar, ajustar, harmonizar, unir, associar, entre outros”.

Assim, diante do exposto, o entendimento das formas arquitetônicas como combinações auxilia o aluno na representação das interseções entre sólidos, e torna-se uma prática didática para auxiliar no processo de representação destas seções. Pereira (2016) destaca que diferentes trabalhos didáticos podem motivar discussões para evidenciar a importância da arte/geometria no cotidiano dos alunos, e consequentemente auxiliar na compreensão da geometria. Na atualidade, observa-se que as formas geométricas estão mais livres, talvez refletindo os novos paradigmas da sociedade atual e consequentemente mais complexas no processo de representação e entendimento de suas interseções, como observa-se na Figura 2.

Figura 2 – Exemplos de combinações e interseções complexas.
Fonte: a) ZERO CLICHÊS. Portal de cultura, viagem e estilo. (Disponível em: http:// zerocliches.com/2017/11/viagem-beijing-pequim-china/beijing/). b) URBAN OFFICE ARCHITECTURE. (Disponível em: http://urbanofficearchitecture. fresh.li/parramatta_office_and_public_ space_towers/in/office_commercial/3).

Segundo Unwin (2013) os elementos básicos da geometria espacial podem ser combinados para criar formas rudimentares em arquitetura, como por exemplo, a edícula, a escada, a cobertura, entre outros, todas essas formas são composições de diferentes sólidos ou planos. Assim, para melhor compreensão das composições e consequentemente das interseções entre sólidos, por exemplo na área de arquitetura, pode-se caracterizar os sólidos com vazios internamente concebendo a função também de espaço habitável, obtendo-se assim, uma variedade de combinações.

Para Ching (1999) os espaços (originados de sólidos) que se relacionam entre si pela função e são organizados em padrões de forma, extrapolam os estudos restritos aos sólidos matemáticos, ressaltando-se sua aplicabilidade na produção de limites espaciais. Destaca-se que estas combinações, apresentadas na figura 3, são mais facilmente compreendidas pelos alunos, quando relacionadas à produção de espaços de arquitetura, e não simplesmente à interseção de sólidos geométricos. Neste processo, os alunos determinam as seções planas das interseções, como resultado de conceitos de cortes e vistas aplicados na representação técnica do projeto de arquitetura.

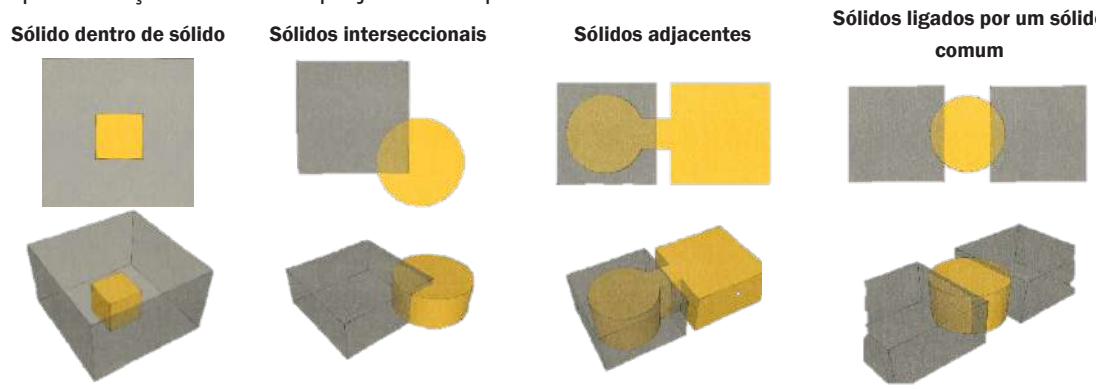


Figura 3 – Relações entre os sólidos.
Fonte: Adaptado de Ching (1999).

Segundo Pinheiro (1968) e Tecco (1960) os sólidos gerados dos processos interseccionais possuem formas que compartilham entre si e podem acontecer como: engastamento, quando a interseção resulta um único polígono (necessariamente reverso); e penetração, quando a interseção é constituída por dois polígonos (plano ou reverso).

3 Desenvolvimento e resultados

Para melhor compreensão foram exemplificadas combinações, interseções resultantes de combinações e exercícios práticos submetidos a uma turma da disciplina de Geometria Descritiva, do Curso de Arquitetura e Urbanismo de uma instituição de Ensino Superior (Faculdade Brasileira).

3.1 Combinações de sólidos

A combinação dos sólidos pode ocorrer por: tangenciamento (quando tem em comum uma superfície poliédrica, aresta ou vértice); engaste ou secante (quando se interceptam e formam um polígono plano); externo (quando não possuem nenhum ponto em comum); e próximos compondo outro sólido (TECCO, 1960).

Na Figura 4, os tipos de combinação representam a inserção de formas tangenciadas, engaste e penetração, reunidas em uma única obra, definindo uma combinação entre sólidos.

Figura 4 – Combinações de sólidos com formas tangenciadas, engaste e penetração.
Fonte: CONGRESSO NACIONAL. (Disponível em: https://www.congressonacional.leg.br/).

Para Ching (1999), sólido dentro de sólido (espaço dentro do espaço) consiste em envolver ou conter um sólido menor dentro de outro maior, caracterizando uma combinação de sólidos de dimensões diferentes, que na geometria descritiva consistirá na interseção total de sólidos (Figura 5).

Figura 5 – Sólido dentro de sólido.
Fonte: FUNDAÇÃO LENGEN, 2004. (Disponível em: http://tadaoando-igrejadaluz .blogspot. com/2010/05/fundacao-langen-setembro-2004.html).

Nas relações de sólidos interseccionados (ou espaços interseccionados) as combinações podem ocorrer por engastamento e penetração, originando interseções complexas em geometria descritiva, as seções planas (Figura 6).

a) b)

Figura 6 – a) Processo de Penetração e b) Processo de Engastamento.
Fonte: a) CAU/MT. Com projeto de Renzo Piano, reforma do museu de arte de Harvard chega à fase final. 2014. (Disponível em: https://www.caumt.gov.br/com-projeto-de-renzo-piano-reforma-do-museu-de -arte-de-harvard-chega-a-fase-final/). b) TEORIAS DA ARQUITETURA. Tadao-ando-4 x 4-casa -chão-plano -tadao-ando-44-house-plans-desegn-e-29160890. 2017. (Disponível em: https://kfynm. wordpress .com/2017/09/19/proportion-organisation/tadao-ando-4x4-house-floor-plan-tadao-ando-44-house-plans-design-and-29160890/).

Na relação de sólidos adjacentes, em que o processo de adjacência constitui em um tipo de relação mais comum (CHING, 1999) na qual possibilita que cada sólido responda por si. Na geometria descritiva se configura como a representação gráfica individual de cada sólido, em uma posição específica e particularizada (Figura 7).

Figura 7 – Exemplo de sólidos adjacentes.
Fonte: Autoria própria.

Na formação de sólidos ligados por um sólido comum, Ching (1999) descreve que a relação visual e espacial dos volumes depende da natureza do terceiro sólido que pode estar tangenciado, engastado ou penetrado nos demais. Na geometria descritiva o resultado dessas combinações, dependendo da interseção proposta, geram seções planas, retas ou linhas originadas das interseções entre as superfícies ou planos combinados (Figura 8).

Figura 8 – Exemplo de sólidos ligados por um sólido comum.
Fonte: TAMPAROOFER.CO, Ruy Ohtake Obras. (Disponível em:https://www.google.com/search?q=bras%C3%ADlia+shopping+projeto+ruy+otaque&hl=pt-BR&tbm=isch&tbs=rimg:CX _1IJl-6Mi2-9Igh_15SZejltvvSoSCX_1IJl6Mi2-EUBr179kLyxA&tbo=u&ved=2ahUKEwjuz O-igqPhAhUG-meAKH YM7AM8QiRx6BAgBEA0&ictx=1&uact=3#imgrc=f-UmXoyL b727 jM).

3.2 Interseções resultantes das combinações

Dos exemplos apresentados nas figuras 5, 6, 7 e 8, após entendimento pelo aluno da relação dos sólidos com os espaços de Arquitetura, a representação gráfica das interseções se processa de maneira menos abstrata, levando-o ao raciocínio lógico e ao entendimento do problema, relacionando-o a função definida anteriormente. As figuras 9, 10, 11 e 12 ilustram as combinações: sólido dentro de sólido, sólidos interseccionados, sólidos adjacente e sólidos ligados por um sólido comum.

- Sólido dentro do sólido (Figura 9):

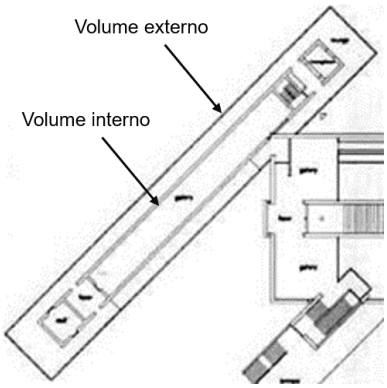


Figura 9 – Representação do sólido dentro do sólido.
Fonte: FUNDAÇÃO LENGEN, 2004. (Disponível em: http://tadaoando-igrejadaluz .blogspot.com/2010/05/fundacao-langen-setembro-2004.html).

- Sólidos interseccionados (Figura 10):

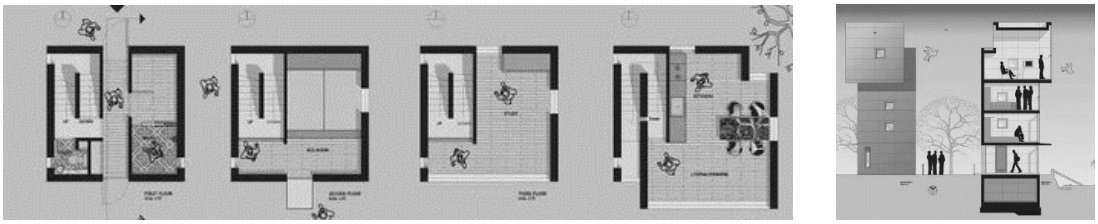


Figura 10 – Representação do sólido interseccionado.
Fonte: TEORIAS DA ARQUITETURA. Tadao-ando-4 x 4-casa-chão-plano-tadao-ando-44-house-plans-de-segn-e-29160890. 2017. (Disponível em: https://kfynm.wordpress .com/2017/09/19/ proportion--organisation/tadao-ando-4x4-house-floor-plan-tadao-ando-44-house-plans-design-and-29160890/).

- Sólidos interseccionados (Figura 11):

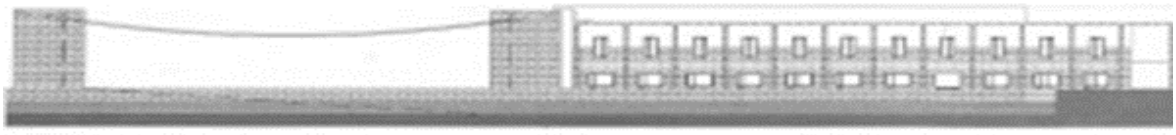


Figura 11 – Representação do sólido adjacente.
Fonte: OLHARES, Fotografias Online. FOTOS DE PAISAGEM URBANA, 2018. (Disponível em: https://olhares.uol.com.br/paisagem-urbana)

- Sólido ligado por um sólido comum (Figura 12):

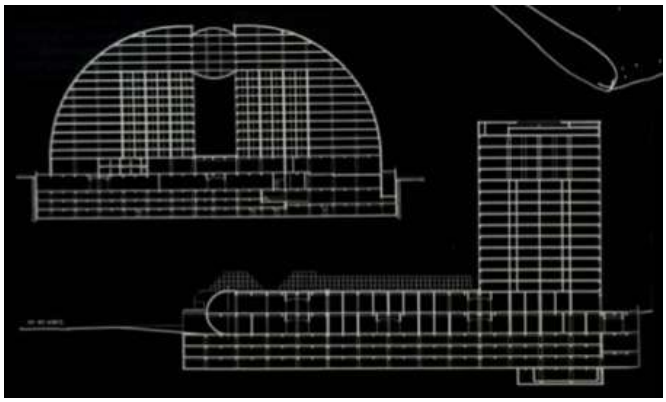


Figura 12 – Representação sólidos ligados por um sólido comum.
Fonte: TAMPAROOFER.CO, Ruy Ohtake Obras. (Disponível em:https://bit.ly/2kz00vk).

Diante dos exemplos apresentados, observa-se que a representação gráfica das seções oriundas de planos verticais (cortes) e horizontais (plantas) geram desenhos que são mais bem compreendidos pelos alunos.

3.3 Exercícios aplicados aos alunos

O conteúdo sobre o estudo das interseções é um assunto abordado após o entendimento das relações entre os elementos da Geometria Euclidiana, assim as aplicações dos Métodos Descritivos são mais facilmente entendidas, quando sua exemplificação acontece com o auxílio de objetos e ilustrações de obras de arquitetura.

Para a turma da disciplina de Geometria Descritiva do curso de Arquitetura e Urbanismo foi solicitado um exercício prático, em que o único critério para a execução da maquete e sua avaliação foi a elaboração de um objeto com composições de sólidos diferentes (poliedros e superfícies curvas), que resultassem em interseções mais complexas. Tendo como resultado o equilíbrio entre as formas, a proporção e a estética.

A proposta não limitava o uso de materiais e sólidos, deixando que o aluno permeasse entre o imaginário e a realidade para a obtenção da proposta final (Figura 13).

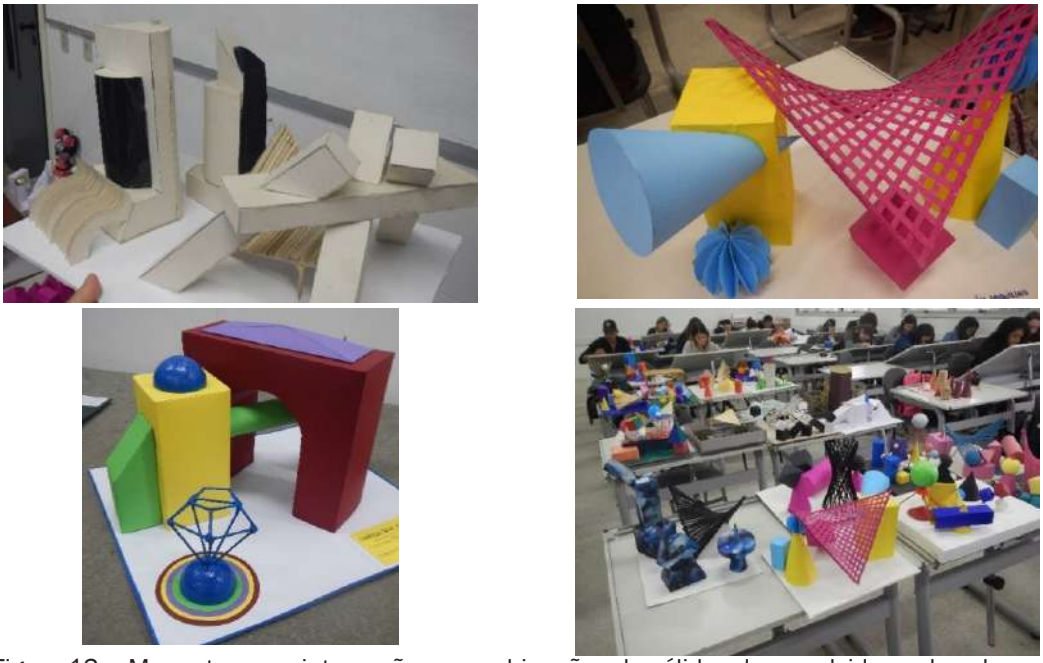


Figura 13 – Maquetes com interseções e combinações de sólidos desenvolvidas pelos alunos.
Fonte: Autoria própria.

A tentativa de diminuir a problemática secular para o entendimento da geometria descritiva e seus desdobramentos, é um processo que está em evolução, tentando acompanhar a inserção de novos instrumentos de representação e no entendimento dos espaços, visto que o imaginário, bem como a capacidade criativa, presente em tudo, parte da relação entre a percepção, a sensibilidade, o raciocínio e a ação. Assim, destaca-se que propostas didáticas que incentivam a formação do espaço tridimensional são de grande importância para uma melhor aceitação da geometria descritiva nas escolas.

4 Conclusão

As dificuldades observadas no ensino da geometria descritiva são fatores que instigam professores e pesquisadores a desenvolverem didáticas para incentivar a maior participação dos alunos, bem como auxiliar no entendimento dos problemas da representação bidimensional.

A proposta de entendimento das interseções entre sólidos, iniciando pelas combinações entre eles, foi considerada como processo didático de melhor compreensão e, consequentemente, mais facilmente aceito pelos alunos, em relação ao processo habitual de ensino das interseções, na qual inicia pelo entendimento do sólido como elemento geométrico, sem relacioná-lo aos volumes de arquitetura. O entendimento da interseção por meio das combinações de sólidos, que originaram os volumes de edifícios de arquitetura, possibilitou maior participação dos alunos e instigou questionamentos, principalmente na proposta de maquetes temáticas.

O exercício proposto para a turma do curso de arquitetura, resultou em proposições mais complexas e o entendimento mais prático acerca das combinações entre sólidos, observando que a ocorrência das interseções foi uma consequência das combinações e não somente uma interseção de sólidos separado de uma aplicação direta.

Referências

CHING. F. D. K. **Arquitetura, forma, espaço e ordem**. São Paulo. Martins Fontes, 1999.

FERREIRA, A. B. de H. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. Curitiba. Positivo, 2010.

KRYLOV, N., LOBANDIEVSKY, P., MEN, P. **Descriptive Geometry**. Moscow. Mir Publishers. 1974.

MONTENEGRO. G. A. **Geometria Descritiva**. São Paulo. Editora Edgard Blucher Ltda. V. 1, 1991.

PEREIRA, P. R. R. **Arte e geometria:** emoção versus razão uma experiência de aprendizagem no ensino fundamental. Trabalho de conclusão de curso. Porto Alegre. 55fls. 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148607/ 001003133. pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 mar 2019.

PINHEIRO, V. A. Noções de Geometria Descritiva. Rio de Janeiro. Ao Livro Técnico. V.III. 1968.

PRINCIPE JÚNIOR, A. R. **Noções de Geometria Descritiva**. São Paulo. Editora Nobel. V. III. 1974.

TECCO. E. C. **Geometria Descriptiva vision y representacion**. Cordoba. 1960.

UNWIN, S. **A análise da Arquitetura**. Porto Alegre. Bookman, 2013.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESIGN E GAMIFICAÇÃO DE UM CONTEÚDO DA FILOSOFIA PARA A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

GARONE, Priscilla Maria Cardoso[1],
NESTERIUK, Sérgio[2].

Resumo

A gamificação é o processo de aplicação de elementos de jogos em contextos diversos. Este artigo apresenta o tema da gamificação no âmbito da Educação a Distância, por meio de pesquisa bibliográfica, com a descrição do design, desenvolvimento, da aplicação e validação de uma solução de gamificação de um conteúdo da Filosofia para a Educação a Distância. Projetado com base na metodologia de projeto em Design, a partir da experiência de trabalho colaborativo entre professores, designers e estudantes do Laboratório de Design Instrucional da Universidade Federal do Espírito Santo, o recurso gamificado foi submetido a testes de usabilidade e aplicado em uma turma do ensino presencial antes de ser utilizado pelos estudantes na modalidade a distância. Por meio de entrevista semiestruturada e questionário misto, os resultados obtidos demonstram que a gamificação de conteúdo pode contribuir para a construção do pensamento reflexivo e corroborar para o exercício de filosofar.

Palavras-chave: Gamificação; Educação a Distância; Filosofia.

Abstract

Gamification is conceptualized as a process of applying game elements in different contexts. This study presents the topic of gamification in the scope of Distance Education, through bibliographic research and describes the conception, development, application and validation of a gamification solution of a Philosophy content, incorporated into Distance Education, projected with Design methodology, through the collaborative work among teachers, designers and students from the experience of the Laboratório de Design Instrucional of the Universidade Federal do Espírito Santo. The gamified resource was submitted to usability tests and applied in a face-to-face course before being used by students in the distance modality. Through a semi-structured interview and a mixed questionnaire, the results obtained demonstrate that content gamification contributes to the construction of reflective thinking and corroborates the exercise of philosophizing.

Keywords: Gamification; Distance Education; Philosophy.

[1] Universidade Federal do Espírito Santo, prigarone@gmail.com
[2] Universidade Anhembi Morumbi, nesteriuk@hotmail.com

1 Introdução

Fundamentada pelo Decreto 5.662, de 19 de dezembro de 2005 e atualizada pelo Art.1º do Decreto 9.057, de 25 de maio de 2017, a Educação a Distância é caracterizada como:

> [...] modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorra com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com pessoal qualificado, com políticas de acesso, com acompanhamento e avaliação compatíveis, entre outros, e desenvolva atividades educativas por estudantes e profissionais da educação que estejam em lugares e tempos diversos (BRASIL, 2017).

O Censo EAD.BR 2017 aponta 1.320.025 alunos matriculados em cursos totalmente a distância regulamentados (ABED, 2018, p. 30). Dados disponibilizados pelo Sistema e-MEC[3] durante o primeiro trimestre de 2019 apontam 4.714 cursos ativos a distância no Brasil. Esses dados demonstram o crescimento dessa modalidade educacional.

A publicação dos dados do Relatório Analítico de Aprendizagem a Distância no Brasil, realizado pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED), divulgado junto aos censos EAD Brasil a partir de 2008, expressa que a utilização de jogos nessa modalidade educacional vem crescendo. Os jogos se fizeram presentes no ano de 2017 em 19,7% dos cursos totalmente a distância (ABED, 2018, p. 111).

Os jogos podem contribuir para o processo de aprendizagem do estudante, possibilitando uma experiência diferenciada com o conteúdo, tornando-se atividade de motivação (KISHIMOTO, 2010, p.119). Neste estudo, entende-se a gamificação como uma abordagem utilizada para alcançar uma meta (como por exemplo, estimular e motivar a execução de alguma tarefa), por meio do uso de elementos dos jogos. A introdução e crescente expansão da gamificação na Educação a Distância requer interdisciplinaridade entre áreas diversas do saber para a abordagem de conteúdos, além dos campos do Design de *Games* e do Design Instrucional. Ademais, essa expansão promove reflexões sobre o desenvolvimento de projetos que transformem a experiência de aprendizagem dos estudantes (GARONE; NESTERIUK, 2018, p. 177).

O Laboratório de Design Instrucional é responsável pelo desenvolvimento de soluções de Design para os cursos na modalidade a distância da Universidade Federal do Espírito Santo. Este estudo apresenta o processo de gamificação de um conteúdo para uma disciplina do curso de Filosofia e os resultados de sua aplicação, em vistas de discutir relações entre Design, Gamificação, Filosofia e Educação a Distância.

Pereira e Velasco (2015, p. 38) problematizam o ensino de Filosofia definindo-o como movimento do pensamento e discutem as dificuldades em promover um aprendizado significativo ao aluno de licenciatura. Para as autoras, é preciso considerar a experiência de ressignificação de problemas e fazer da tradição filosófica objeto de reflexão da própria realidade, visto que o ensino da filosofia não se sustenta sem o filosofar.

A relevância deste estudo se encontra no relato de produção e da aplicação de uma experiência projetual produzida pela própria instituição de ensino para uma disciplina do curso de Filosofia a distância, como modo de divulgar os métodos e as técnicas utilizados para democratizar e ampliar o conhecimento teórico prático no meio educacional.

[3] Sistema eletrônico do Ministério da Educação com informações sobre Instituições de Ensino Superior e cursos regulamentados.

2 Gamificação e Educação a Distância

Deterding *et al*. (2011, p. 11) definem a gamificação como o uso de elementos de design característicos de jogos em contextos que não são jogos e a denomina como um sistema de design gamificado. Kapp (2012, p. 15) complementa que gamificar é usar mecânicas baseadas em jogos e pensamento de jogo para engajar pessoas, motivar ações, promover aprendizagem e resolver problemas.

Landers (2014, p. 6) define a gamificação como o uso de atributos de jogo fora do contexto de um jogo, com a finalidade de afetar comportamentos e atitudes relacionadas com a aprendizagem. Para o autor, o objetivo da gamificação é melhorar o processo educacional, e não substitui-lo. Se o conteúdo não for planejado e trabalhado de forma a ajudar o estudante a aprendê-lo, a gamificação desse conteúdo não poderá fazê-lo.

Kapp, Blair e Mesch (2014, p. 224) explicam que existem dois tipos de gamificação – a estrutural e a de conteúdo –, podendo ambos existir em uma mesma aplicação. A gamificação estrutural é a aplicação de elementos de jogo para impulsionar um aprendiz a um conteúdo, sem alteração neste. O conteúdo não se torna um jogo, mas sim a estrutura em torno dele, e o foco principal é motivar os aprendizes, por meio do uso de recompensas e de *feedback* em relação ao seu progresso. Os itens mais comuns nesse tipo de gamificação são pontos, emblemas, realizações e níveis.

A gamificação de conteúdo, por sua vez, é a aplicação de elementos de jogo a fim de alterar o conteúdo para torná-lo parecido com um jogo. Por exemplo, a adição de elementos da história a um curso, ou iniciar um curso com um desafio, em vez de uma lista de objetivos, são métodos de gamificação de conteúdo. A adição desses elementos faz com que o conteúdo se pareça com um jogo.

No âmbito internacional, a pesquisa de Gåsland (2011, p. 46) apresenta a experiência de desenvolvimento e avaliação de uma plataforma web de aprendizagem gamificada, denominada StudyAid, com o objetivo de tornar a tarefa de estudar para testes mais motivadora e divertida, por meio do sistema de contagem de pontos de experiência. Os resultados dos testes realizados com 25 estudantes sugerem que a plataforma é motivadora, entretanto, o pesquisador concluiu que diversão é um estado difícil de mensurar, embora 34% dos respondentes tenham respondido que acharam o sistema divertido, e 43% tenham se mostrado neutros. Quando questionados sobre o sistema ser motivador, 36% assim o julgaram, e 30% dos estudantes se mostraram neutros.

Domínguez *et al*. (2013, p. 385) relatam uma experiência educativa gamificada em uma plataforma de aprendizagem on-line usada como uma ferramenta de um curso universitário, que fornece os exercícios de forma gamificada, com o uso de recompensas e mecanismos de concorrência. A análise qualitativa realizada pelos autores sugere que a gamificação pode ter um grande impacto emocional e social sobre os alunos, por meio de sistemas de recompensa e mecanismos sociais competitivos. Os sistemas de recompensa foram avaliados como uma maneira inovadora, divertida e encorajadora para representar o progresso dentro de uma experiência educativa on-line.

Kocadere e Çağlar (2015, p. 86) alegam que a incapacidade de encontrar um equilíbrio entre a avaliação da aprendizagem e a avaliação para a aprendizagem reduz a eficácia da

avaliação. A partir dessa provocação, as autoras relatam a gamificação de um exame de avaliação de um curso, com a integração de elementos em uma interface com um tabuleiro de jogo, que apresenta questões a serem respondidas e níveis a serem desbloqueados com determinada quantidade de pontos, além de cartões de perfis dos estudantes que demonstram suas pontuações, compartilhadas em redes sociais. Por meio de entrevistas com 11 estudantes, todos afirmaram terem se divertido, e 81% alegaram se sentiram motivados com a gamificação. O estudo comprovou que a avaliação gamificada é capaz de promover avaliação para a aprendizagem.

No contexto nacional, destaca-se o estudo de Klock, Cunha e Gasparini (2015, p. 5), que relata um modelo de gamificação, baseado em quatro etapas, que envolvem os seguintes questionamentos: a) *por quê*?, com foco nos comportamentos desejados; b) *o quê*?, se refere a quais dados do ambiente virtual de aprendizagem serão gamificados; c) *como*?, para definir quais elementos de jogos serão introduzidos; e *quem*?, para determinar quais atores do sistema (professores, alunos, etc.) usarão a gamificação.

O modelo foi aplicado ao Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na Web (AdaptWeb) para incentivar o acesso aos materiais, a participação nos fóruns, a utilização do mural e aumentar o acesso ao AVA (por quê?). Para definir o item quem?, foi aplicado um teste para 38 alunos de um curso de bacharelado em Ciências da Computação e 54% possuíam o perfil de conquistador. Com base nesse resultado, foram definidos os elementos usados na gamificação: pontos, níveis, rankings e medalhas (como?), ao acessar o AVA, ao acessar os materiais, ao usar o fórum e ao completar desafios, ao visualizar todo o conteúdo (o que?).

Gaydos (2015, p. 478) pondera que, apesar da existência de muitos estudos defendendo o uso de jogos e da gamificação para promover aprendizagem, ainda permanece pouco compreendido como esses sistemas são projetados. O autor pontua que é necessário compreender maneiras de transmitir claramente os objetivos de aprendizagem, os materiais, o contexto e as interações entre esses componentes à medida que evoluem ao longo do desenvolvimento.

Nesse sentido, Garone, Gallo e Campos (2016, p. 35) pontuam que, enquanto planejadores de mensagens educacionais e de conexões entre o pensamento gráfico e as tecnologias, os designers atuam como tradutores de conteúdos complexos, de modo a potencializar e estimular a compreensão. Fonseca *et al*. (2018, p.11) corroboram que a utilização de recursos em multimídia é essencial para promover aprendizagem e diversificação de recursos *online* para a educação. Segundo os autores, o design, enquanto processo, envolve uma série de etapas para gerar motivação nos aprendizes.

Todas essas constatações têm por objetivo elucidar o estado da arte das aplicações e apresentar um panorama da gamificação na Educação a Distância. A seguir, o estudo relata o processo de concepção, desenvolvimento e avaliação de gamificação de um conteúdo de um curso de Filosofia na modalidade a distância.

3 Gamificação do conteúdo para uma disciplina da Filosofia a distância

A demanda do projeto partiu do curso de licenciatura em Filosofia da Universidade Federal do Espírito Santo, na modalidade a distância, mediante solicitação da designer educacional do curso

ao Laboratório de Design Instrucional (LDI). O LDI é composto por docentes da área de Design, que atuam como pesquisadores, extensionistas e coordenadores de projetos, e por estagiários, em maioria, do curso presencial de grau bacharelado de Design da mesma instituição.

A equipe do laboratório participa de forma colaborativa no desenvolvimento de projetos educacionais, em parceria e interlocução com coordenadores de curso, professores e designers educacionais de outras áreas, para a produção de materiais de apoio aos cursos a distância da universidade.

O projeto teve início com a etapa de definição do *briefing*, em reunião com a designer educacional. O recurso desenvolvido atende à disciplina Laboratório de Ensino da Filosofia, junto a um livro homônimo, de autoria do professor responsável pela disciplina, também diagramado e ilustrado no Laboratório de Design Instrucional, e editado pela Secretaria de Ensino a Distância da Universidade Federal do Espírito Santo.

O conteúdo abordado consiste no contraste entre os dois modos de discurso: diálogo e retórica, com foco nas tentativas de Górgias de definir a retórica e as críticas de Sócrates (Górgias 449c-461a) – passagens da obra de Platão –, na qual é apresentada a verdade filosófica, que se desvela no embate de ideias e no exercício dialético da razão, mediante perguntas e respostas.

As principais motivações para a solicitação do projeto foram: a) aumentar a motivação dos estudantes mediante a leitura do texto; e b) demonstrar um exemplo de aplicação da teoria. O objetivo do projeto é instigar ao conhecimento do diálogo e da retórica, e as principais tarefas desempenhadas pelos estudantes são: explorar áreas, selecionar itens e refletir sobre o diálogo como exercício de filosofar.

O resultado esperado era que, após o contato com o tema, os estudantes compreendessem a aplicação da teoria. O recurso pode ser usado de duas formas: de modo complementar à leitura do conteúdo no livro; e de modo introdutório, antes da leitura. O conhecimento prévio do assunto não é, portanto, necessário para uso do recurso.

A partir da análise do conteúdo, deu-se início à do contexto, junto aos dirigentes da Secretaria de Ensino a Distância da universidade. A partir de questionário aplicado aos estudantes, foram obtidas 370 respostas. Foi observado que a maior parte dos estudantes tem mais de 26 anos, sendo que 27% dos respondentes têm entre 26 e 30 anos, e 34% têm mais de 35 anos.

Quando questionados sobre sua situação de trabalho e disponibilidade para os estudos, constatou-se que mais de 80% trabalha pelo menos 20 horas por semana, sendo que destes, 52,7% trabalha 40 horas por semana. Outra informação relevante a ser destacada é que, embora praticamente todos os estudantes possuam computador e/ou *notebook*, 65,9% o divide com outras pessoas. Em relação à disponibilidade de estudos, muitos destacaram que possuem entre uma e duas horas de estudos disponíveis diariamente para se dedicar. Quando questionados sobre a posse de outros dispositivos além do computador ou *notebook*, 77,8% respondeu possuir *tablets* e *smartphones*.

Para o desenvolvimento do projeto, foram consideradas as respostas sobre o tempo para dedicação aos estudos, dispositivos utilizados, e o conteúdo a ser trabalhado. Considerou-se ainda, que os estudantes precisam assistir videoaulas, ler textos e acessar outros materiais de apoio. A partir disso, a equipe decidiu que o uso do recurso deveria ter curta

duração, e que seria programado em linguagem HTML5, para atender a dois propósitos de uso: on-line, hospedado no servidor da universidade; *offline*, em arquivo executável, em consideração à característica ubíqua da Educação a Distância.

Após a definição do *briefing* e a análise do contexto, iniciou-se a análise do conteúdo e a concepção da solução gamificada do texto. O projeto foi desenvolvido segundo a estrutura de Design de *Games* referida como MDA *(mechanics, dynamics, aesthetics)* que, em português, significa mecânica, dinâmica e estética. Segundo Zichermann e Cunningham (2011, p. 35), a mecânica compõe o funcionamento de um sistema e permite ao designer projetar as ações do jogador. A dinâmica, entretanto, é composta pelo conjunto de interações e determina as ações do jogador em resposta à mecânica do sistema. A estética, por fim, é a resposta emocional evocada durante a interação.

O gênero de jogo definido é o de *apontar e clicar*, com foco na navegação por um cenário, em busca de elementos que sirvam como resposta para determinada questão. O usuário é apresentado a um diálogo entre Sócrates e Górgias, e, a partir disso, interage com o cenário. A cada elemento encontrado, o usuário deve refletir sobre as próprias escolhas. Sócrates irá estimulá-lo a ampliar o saber e continuar explorando, enquanto Górgias tentará persuadi-lo a encerrar as tarefas antes de completá-las plenamente.

A mecânica foi pensada para estimular os seguintes comportamentos no estudante: ler o conteúdo dos diálogos, que é uma adaptação do trecho do texto Górgias (Górgias 449c-461a); procurar e selecionar itens que se adequem ao desafio proposto; responder questões, com reflexão sobre as escolhas.

A dinâmica definida tem foco na navegação por um cenário. O usuário deve interagir por meio do uso do *mouse* ou da tela de toque. O desafio principal é encontrar todos os elementos do cenário. A continuidade da dinâmica está relacionada às escolhas que o estudante faz, aos elogios que recebe de Sócrates ou Górgias e à contagem do placar, que constituem um estímulo adicional ao prosseguimento da interação com o sistema.

A resposta emocional esperada é que o usuário experimente descobertas, por meio da navegação pelo cenário; realização, por meio de congratulações, para estimular a continuidade da navegação e procura; reflexão, para fazer escolhas e responder questões; e desafio, para encontrar todos os elementos do cenário que respondem às questões colocadas no diálogo.

A partir da definição estrutural do projeto de gamificação do texto, deu-se início à concepção e produção das ilustrações e do projeto de design de interface. Foi definida a estrutura de navegação com fluxo de telas, instruções, créditos e tela de jogo, na qual ocorrem as interações com o cenário e o diálogo. Então, deu-se início aos estudos de *layout* da interface, que se aproxima da linguagem gráfica utilizada no livro digital, como modo de tradução intersemiótica, por meio da representação gráfica. A imagem do cenário litorâneo urbano foi ilustrada com foco no desafio de explorá-lo e apontar meios de se chegar à ilha localizada ao fundo, no último plano de profundidade da imagem. Além disso, nesta etapa foram produzidos os elementos da interface e a ilustração das personagens Sócrates e Górgias.

Durante esta etapa, novas reuniões foram feitas com a designer educacional do curso de Filosofia e com o professor para a aprovação da proposta estrutural e da linguagem visual adotada. Depois de estruturado e aprovado, o projeto foi implementado com o *software* de motor

de jogo *Construct2* e, a partir do protótipo, foram realizados testes com usuários para averiguar a usabilidade, a jogabilidade do projeto e a necessidade de possíveis alterações e melhorias.

Para avaliar a efetividade da abordagem gamificada e a opinião dos estudantes, foram realizados testes com dois diferentes grupos: um grupo não estudante do curso de Filosofia; e um grupo estudante do curso de Filosofia, na modalidade presencial. A finalidade de tais testes era verificar a validade do projeto para aplicação em outras modalidades educacionais, e ampliar seu uso para outros cursos, visto que a disciplina "Introdução à Filosofia" é comumente obrigatória em cursos de graduação. Os dois testes foram realizados antes de disponibilizar o material para os estudantes do curso de Filosofia na modalidade a distância.

O primeiro teste realizado foi com um grupo de não estudantes do curso de Filosofia. Participaram dos testes com o protótipo do recurso educacional gamificado 15 pessoas, com idades entre 20 e 45 anos. O objetivo principal do teste era avaliar e verificar se a interação com o sistema ocorria conforme o planejado, ou se era preciso realizar alterações para facilitar a navegação e o uso. Além disso, o teste permitiu averiguar se o objetivo das tarefas propostas pelos filósofos Sócrates e Górgias era cumprido, e como os participantes entendiam o tema e a proposta da solução gamificada.

A avaliação heurística seguiu diretrizes de Nielsen (1994, p. 25) e Saffer (2010, p. 184), a saber: visibilidade do estado do sistema; liberdade e controle do usuário; consistência e padrões de interação; prevenção de erros (design defensivo); reconhecimento, em vez de memorização; ajudar os usuários a reconhecerem e recuperarem-se de erros. Tais diretrizes foram aplicadas na avaliação com objetivo de aferir a funcionalidade e eficiência; averiguar se as informações fornecidas pelo sistema a cada ação são suficientes para a compreensão do objetivo e da tarefa; verificar a visibilidade dos elementos de navegação e interação; e apurar se o usuário se perde no sistema ou se enfrenta alguma dificuldade para iniciar ou dar continuidade à interação.

Os testes foram conduzidos pela coordenadora de design e pela gerente de projetos e os resultados observados em relação à usabilidade e à interação indicaram que o projeto funciona de acordo com o previsto na programação. Entretanto, usuários que possuíam dispositivos menores alegaram dificuldade em enxergar todos os elementos e ler os textos. Apesar disso, foi possível navegar e interagir com os componentes do jogo. Apenas um usuário teve dificuldade em encontrar todos os elementos disponíveis na imagem e precisou recorrer à ajuda de outras pessoas para completar a tarefa. Assim, foram feitos ajustes no tamanho dos elementos textuais e interativos da interface antes de encaminhar o recurso para testes com estudantes do curso de Filosofia na modalidade presencial.

Em seguida, o projeto foi testado por estudantes da modalidade presencial, disponibilizado como aplicativo e em versão on-line. Participaram dos testes 17 alunos, com idades entre 19 e 51 anos. A abordagem ocorreu por meio de entrevista semiestruturada e questionário misto, contendo perguntas de respostas fechadas, com o uso da escala de Likert, e perguntas de respostas abertas.

Figura 1 - Testes com estudantes do ensino presencial.
Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

Os resultados para as perguntas de respostas fechadas demonstram que a proposta foi bem aceita. Em relação à afirmação de o conteúdo ter sido apresentado de forma eficaz, 23,5% concordaram plenamente e 76,5% concordaram.

Ao serem questionados se aprenderam sobre o tema, 6% concordaram plenamente, 82% concordaram e 12% se mostraram indiferentes.

Em relação à gamificação ter despertado interesse em aprender mais sobre o tema, 29% concordaram plenamente, 59% concordaram e 12% se mostraram indiferentes.

Quando questionados se tiveram facilidade em usar a gamificação, 29% concordaram plenamente, 41% concordaram, 12% se mostraram indiferentes e 18% discordaram.

Ao serem questionados sobre se sentirem motivados a continuar interagindo com o sistema gamificado, 41% concordaram plenamente, 41% concordaram, 6% discordou e 12% se mostraram indiferentes. Contatou-se que os usuários que apresentaram dificuldade inicial em usar o sistema se sentiram motivados a continuar a usá-lo.

Ao serem indagados se gostaram da experiência educacional gamificada, 41% concordaram plenamente e 59% concordaram.

Em relação ao envolvimento com a proposta ter sido alto, 23% concordaram plenamente, 65% concordaram, 6% se mostrou indiferente e 6% discordou.

As respostas para as perguntas abertas reforçam que a solução gamificada teve bons resultados. Em campo aberto, ao serem questionados sobre o que acharam da proposta, o termo mais evocado foi “interessante”, usado por 41% dos participantes. Outros termos frequentemente usados foram “interativo”, “motivador”, “legal”, “lúdico”. Os principais aspectos positivos destacados pelos participantes foram: a interatividade, a metáfora utilizada para compreender o tema, a linguagem acessível, o *layout*, o design, as escolhas visuais e a presença de personagens.

Já os pontos negativos destacados estão relacionados ao julgamento de haver poucas instruções no início; à conexão instável da Internet ter inviabilizado algumas ações durante a interação; e a proposta ter curta duração. Destaca-se que, apesar da dificuldade inicial, apenas 11% não conseguiram encontrar todos os elementos, e que auxílio algum foi fornecido pelos entrevistadores ou demais participantes durante o teste.

Quando questionados se preferem o conteúdo de forma gamificada, 41% responderam afirmativamente e 58% responderam que usariam a solução gamificada, associada a outros

meios. Dentre estes respondentes, 35% salientaram que estão acostumados a priorizar o livro para o estudo de Filosofia.

Por fim, os participantes foram convidados a dar sugestões para a proposta, dentre as quais se destacam: inserir mais instruções no início; inserir um botão de reiniciar durante a tela de interação com o mapa; e ampliar a proposta com mais conteúdo.

A partir dessas constatações, mais instruções foram adicionadas, como parte do diálogo entre os filósofos. Além disso, um botão de reiniciar foi inserido, conforme proposto pelos estudantes.

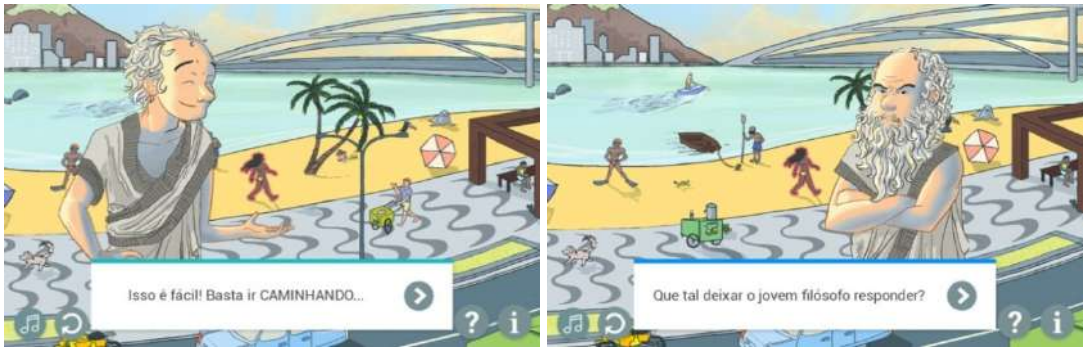


Figura 2 - Ajustes realizados na interface e no fluxo de interações, com tutorial.
Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada

Em relação à última sugestão, não foi possível ampliar a proposta com mais conteúdo, em função do prazo de entrega do projeto, para o andamento da disciplina a distância. Dessa forma, o recurso ficou delimitado ao escopo do *briefing* inicial. Por fim, o projeto foi disponibilizado on-line para os estudantes do curso de Filosofia na modalidade a distância.

Após o encerramento da disciplina, nenhuma constatação de problema de uso ou acesso foi registrada pelos estudantes, professores ou tutores, e o recurso foi elogiado por estes. Em reunião com a designer educacional, foi definido que o projeto terá continuidade em outras disciplinas do curso de Filosofia, que serão gamificadas.

4 Conclusão

Inserir a gamificação na Educação a Distância ainda é um desafio. Dentre os principais empecilhos, é possível destacar a dificuldade de acesso aos estudantes para a realização de testes e aplicação de questionários para coleta de dados iniciais, para compreender o público, suas condições de acesso à informação e à tecnologia, além de seu repertório lúdico e gráfico-visual. Também merece ênfase a incompatibilidade entre a complexidade envolvida no desenvolvimento de uma solução de gamificação para a Educação a Distância e o curto prazo de desenvolvimento.

Evidencia-se ainda, que o material chegou ao Laboratório de Design Instrucional com o conteúdo predefinido, com possibilidade restrita de intervenção na proposta de solução gamificada, devido ao curto prazo de desenvolvimento e também à dificuldade em estabelecer um diálogo mais direto com os estudantes para que estes pudessem colaborar ao longo do processo de concepção e produção do recurso. Esse tipo de conjuntura, contudo, é comum no contexto do desenvolvimento de recursos educacionais, embora não seja congruente com o design colaborativo.

A experiência do Laboratório de Design Instrucional relatada neste estudo demonstra ainda que é preciso que os designers se insiram durante todo o processo, de modo colaborativo, para realizar alterações que melhor adequem a proposta ao contexto e aos estudantes, para motivá-los a interagir por meio da solução gamificada.

É importante destacar também que nesse tipo de abordagem o aluno tem pouca ou nenhuma participação no processo de produção e concepção: é preciso que as barreiras sejam transpassadas para que se torne parte ativa do processo de design em contextos educativos. É intenção dos pesquisadores do laboratório estreitar laços com estudantes e estão em andamento projetos de gamificação que envolvem dinâmicas de colaboração entre os alunos e os polos de apoio ao ensino. Assim, busca-se que os alunos possam ter uma participação ampliada, como forma de democratizar o processo projetual e tornar o estudante autor e protagonista de seu processo educacional.

Espera-se que a reflexão acerca do desenvolvimento do projeto aqui relatado amplie os horizontes do Design de *Games* nos âmbitos de pesquisa, extensão e prática profissional, com vistas a aplicações futuras na modalidade a distância.

Referências

ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância. **Censo EAD.BR**: Relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2017. Curitiba: InterSaberes, 2018.

BARTLE, Richard. ***Hearts, Clubs, Diamonds, Spades****: Players who suit MUDs. Journal of MUD Research,* 1996, v.1, n.1, 1996.

BRASIL**. Decreto 5.662, de 19 de dezembro de 2005**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/portarias/dec5.622.pdf>. Acesso em abr. 2018.

BRASIL. **Decreto 9.057, de 25 de maio de 2017.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9057.htm>. Acesso em abr. 2018.

DETERDING, Sebastian et al. (2011). *Gamification: Using game-design elements in non-gaming contexts. In*: ***CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems***. ACM, 2011. p. 2425-2428, 2011.

DOMÍNGUEZ, Adrián et al. *Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes*. In: ***Computers & Education***, April, 2013, Vol.63, p.380-392, 2013.

FONSECA, Bárbara Lima; SANTANA, Márcio Leandro; GARONE, Priscilla Maria Cardoso. Design de um recurso interativo para o ensino de Educação Física a distância. *In*: Graphica'2017: *XII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design*. **Anais [...]** Araçatuba (SP) UNIP, 2018.

GARONE, Priscilla Maria Cardoso; NESTERIUK, Sérgio. Design e educação a distância: ensaio crítico sobre o processo de gamificação. *In*: **Gamificação em debate.** SANTAELLA, Lucia; NESTERIUK, Sérgio; FAVA, Fabricio (Orgs.). São Paulo: Blucher, 2018.

GARONE, Priscilla Maria Cardoso; GALLO, Sérgio Nesteriuk; CAMPOS, Gisela Belluzzo de. História em quadrinhos para a educação a distância: design de um recurso educacional sobre a classificação biológica. **Educação Gráfica**. Ano 2016, v. 20, n.2, p.19-36, 2016.

GÅSLAND, Magne Matre Staupe, Arvid; ***Game Mechanic based E-Learning: A case study.*** Thesis (Master of Science in Computer Science) – Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, Fakultet For Informasjonsteknologi, Matematikk Og Elektroteknikk, Institutt For Datateknikk Og Informasjonsvitenskap, 2011.

GAYDOS, Matthew. *Seriously Considering Design in Educational Games.* In: ***Educational Researcher***. Vol.44(9), p.478-483, 2015.

KAPP, Karl. M. ***The gamification of learning and instruction****: Game based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KAPP, Karl. M; BLAIR, Lucas; MESCH, Rich. ***The gamification of learning and instruction fieldbook:*** *ideas into practice.* San Francisco, CA: John Wiley & Sons, Inc., 2014.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação.** São Paulo: Cortez, 2010.

KLOCK, Ana Carolina Tomé; CUNHA, Lucas Felipe da; GASPARINI, Isabela. **Um modelo conceitual para a gamificação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. **Renote:** Revista Novas Tecnologias da Educação, v.3, n.1, p.1-10, 2015.

KOCADERE, Selay Arkün; ÇAĞLAR, Şeyma. *The design and implementation of a gamified assessment*. *In*: ***Journal of E-Learning and Knowledge Society.*** September 2015, Vol.11(3), p.85-99, 2015.

LANDERS, Richard N. *Developing a Theory of Gamified Learning: Linking Serious Games and Gamification of Learning.* In: ***Simulation & Gaming***. Vol.45(6), p.752-768, 2014.

NIELSEN, Jakob. Heuristic Evaluation. In: NIELSEN, Jakob; MACK, Robert. L. (Eds.). ***Usability Inspection Methods***. New York: John Wiley & Sons, 1994, p. 25-62.

PEREIRA, Marinê de Souza; VELASCO, Patrícia Del Nero. Práticas de ensino e formação docente: notas sobre a experiência da Licenciatura em Filosofia da UFABC. **Educação:** Revista do Centro de Educação, UFSM, v. 40, n. 1, p.37-52, 2015.

SAFFER, Dan. ***Designing for interaction****: creating smart applications and clever devices*. Berkeley, CA: AIGA; New Riders, 2010.

ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Christopher. ***Gamification by Design:*** *Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps.* Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2011.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A IDEIA DE MOVIMENTO PARA A COMPREENSÃO DA GEOMETRIA DESCRITIVA COM VÍDEO PRODUZIDO POR ALUNO

LANES, Eduardo J.[1]

Resumo

Este artigo busca estimular professores a uma prática docente em que o estudante também possa participar diretamente da construção do conhecimento. Narra-se a experiência da confecção de um vídeo feito por um aluno da 3ª série do Ensino Médio do Colégio Pedro II (campus Niterói) a pedido de seu professor de Desenho. A animação, já disponibilizada na internet, mostra a dinâmica de projeções do ponto e de alguns casos do estudo das retas como mais um recurso para a compreensão da Geometria Descritiva. Por meio de questionário dirigido a outros professores de Desenho, verificou-se a relevância da proposta.

Palavras-chave: construção do conhecimento; vídeo; Geometria Descritiva.

Abstract

This article aims to stimulate teachers to a teaching practice in which the student can also participate directly in the knowledge building. The experience of the production of a video made by a high school student from Colégio Pedro II (campus Niterói) as a request of his drawing teacher is narrated in this text. The animation, available on the internet, shows the dynamics of a point projections and some cases of the study of straight lines as another resource for the understanding of Descriptive Geometry. A questionnaire was addressed to other Design teachers in order to verify the relevance of the proposal.

Keywords: Knowledge building; Video; Descriptive geometry.

[1] Colégio Pedro II (edlannes100@gmail.com)

1 Introdução

A prática docente comprometida com a qualidade do ensino e, sobretudo, com o bem-estar do educando permite a participação deste na construção do conhecimento. O aluno, além de trazer consigo saberes prévios, tem um potencial que só se pode explorar na medida em que o professor se presta a uma educação participativa, colaborativa. A investigação sobre quais alunos possuem tais saberes é menos onerosa do que se imagina. Com efeito, o trabalho busca estimular práticas com essa natureza. Descreve-se, neste texto, a experiência da criação de um vídeo feito por um aluno da 3ª série do Ensino Médio do Colégio Pedro II (campus Niterói), Gustavo C. Andrade, a pedido de seu professor de Desenho da mesma instituição, autor do artigo.

O vídeo é construído a partir de uma solicitação do professor de modo que os alunos tenham um recurso a mais para a compreensão da Geometria Descritiva. Acredita-se que uma animação em vídeo compense lacunas que as maquetes ou desenhos em perspectiva não preenchem. Buscou-se uma base teórica que ratificasse o propósito maior do trabalho, como as ideias de P. Freire (1966) e Furlani (2004) por sinalizarem o respeito aos saberes do educando e uma prática docente não autoritária, respectivamente. Sobre as questões das novas tecnologias e os cuidados com esses recursos, apresentam-se autores como Castro (2007), Godoi e Padovani (2009), assim como Prensky (2001) quando mostra as diferenças entre as gerações de “nativos e imigrantes digitais”. Para os preceitos da Geometria Descritiva, toma-se como referência Virgílio A. Pinheiro (1961).

As sessões seguintes descrevem a motivação para a produção do vídeo, as recomendações e o seu conteúdo. Nessa parte, são apresentadas capturas de tela da animação de modo a ilustrar as etapas relevantes ao texto.

Aos professores do departamento de Desenho do Colégio Pedro II foi enviado um pequeno questionário com o objetivo de colaborarem com a pesquisa, registrando suas opiniões e sugestões acerca do trabalho do aluno. Com uma compilação de dados igualmente resumida, verificou-se a relevância da proposta e, mais ainda, a iminente continuidade.

2 Revisão bibliográfica

Diversas são as produções acadêmicas que narram a importância da utilização das novas tecnologias em sala de aula. Entretanto, além de expor a produção de um vídeo feito por um aluno, este trabalho se presta a alertar os docentes sobre o dever de oportunizar, a todo o momento, a participação efetiva dos estudantes na construção do conhecimento, que estes podem colaborar diretamente com suas aulas. Na perspectiva de que alunos trazem consigo conhecimentos prévios, vivências/experiências acadêmicas ou não, Freire (1996) sinaliza, dizendo que

> Por isso mesmo pensar certo coloca ao professor, ou mais amplamente, à escola, o dever de não só respeitar os saberes com que os educandos [...] chegam a ela – saberes socialmente construídos na prática comunitária – mas também [...] discutir com os alunos a razão de ser de alguns desses saberes em relação com o ensino dos conteúdos. [...] Por que não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina? (FREIRE, 1996, p. 33)

A reflexão sobre o reconhecimento aos saberes do educando se confunde, não por acaso, com a de que o respeito à autonomia desse também deve ser considerado. Dessa forma, "O respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não um favor que podemos ou não conceder uns aos outros." (FREIRE, 1996, p. 66).

A construção deste trabalho também pode ser entendida como uma oportunidade para exercitar a permissividade docente. De forma semelhante à de P. Freire, Furlani (2004) colabora, acrescentando que,

> Para tanto, a educação permanente deve levar em conta alguns princípios fundamentais: [...] envolvimento no processo daquele que aprende; a aceitação dos aspectos que serão estudados e de sua relevância; a atmosfera não autoritária no ambiente de aprendizagem. (FURLANI, 2004, p. 75)

Vale esclarecer, neste momento, que o autor do trabalho nada contribuiu tecnicamente com a produção do vídeo; informou somente como seriam as imagens e quando deveriam aparecer na tela. Sobre as diferenças entre as gerações, do ponto de vista das novas tecnologias, é pertinente registrar o que Prensky (2001) relata a respeito dos "nativos digitais (o autor do vídeo) e imigrantes digitais (o autor do artigo)".

> Como educadores, precisamos pensar em como ensinar conteúdo Legado e Futuro na linguagem dos nativos digitais. O primeiro envolve uma grande tradução e mudança de metodologia; o segundo envolve todo esse novo conteúdo e pensamento. Na verdade, não é claro para mim o que é mais difícil - "aprender coisas novas" ou "aprender novas maneiras de fazer coisas antigas". Imagino que seja o último. (PRENSKY, 2001, p. 4). (Tradução do autor)

Há, também, que se verificar a pertinência das colaborações/produções dos discentes ao momento pedagógico com que se trabalha. Com essa preocupação, Castro (2007) observa:

> O que interrogamos é se a escola está organizada para promover o desenvolvimento de um sujeito civilizado, informado, criativo, crítico e participativo, [...] com a utilização de diferentes mídias (valorizando a criatividade e a interatividade) ou se permanece utilizando antigas estratégias, ainda que possuindo novas ferramentas. (CASTRO, 2007, p. 136)

Com a mesma preocupação sobre avaliar a utilização de estratégias midiáticas em sala de aula, Godoi e Padovani (2009) também comentam.

> Um trabalho de avaliação contínua centrada no usuário pode ser uma boa estratégia para assegurar a qualidade do material didático digital. Existem instrumentos oficiais (base científica) e não oficiais (base empírica) que estabelecem normas, critérios, recomendações e requisitos para avaliação da qualidade e usabilidade do material didático digital no processo de design (tanto no desenvolvimento do projeto quanto no do produto). O envolvimento do usuário pode trazer benefícios importantes para o *design*. (GODOI e PADOVANI, 2009, P. 446)

3 Desenvolvimento

Para a construção do trabalho, optou-se por mostrar capturas de tela das etapas do vídeo. Entretanto, por se tratar de imagens estáticas, enfatiza-se que assistir à animação[2] é fundamental para a compreensão dos objetivos do artigo.

3.1 A motivação

O autor deste trabalho, professor de Desenho na instituição, expôs aos estudantes de uma turma do Ensino Médio que sempre desejou utilizar um vídeo de animação que demonstrasse a dinâmica das projeções na Geometria Descritiva. Imediatamente ouviu deles: "Ora, é só falar com o Gustavo que ele te ajuda, ele conhece um *software*[3] de animação." Ainda no mesmo ano letivo, esse aluno, da 3ª série do E.M., tornar-se-ia o monitor da disciplina, sob a orientação do autor. Por conseguinte, todos os encontros presenciais e virtuais entre professor e aluno se deram por duas razões: as orientações para a monitoria e as recomendações de como deveria ser o vídeo.

3.2 As recomendações

Apesar de a Geometria Descritiva ser uma disciplina de caráter tecnicista, onde seus conceitos se apoiam em estudos já consolidados, cada professor possui suas estratégicas pedagógicas para conduzir suas aulas. Nessa perspectiva, o professor perguntou ao aluno se ele poderia produzir um vídeo que correspondesse ao que o docente considerava ser um bom instrumento didático-pedagógico. Os recursos como desenhos em perspectiva no quadro de giz, em apostilas ou a utilização de maquetes não são suficientes para a compreensão da disciplina em pauta por parte de um determinado grupo de estudantes. Neste caso específico, o problema que motivou a solicitação à produção do vídeo foi o de se constatar que um dos entraves na compreensão da GD é justamente a questão do movimento; seja para mostrar as projetantes passando por um ponto objetivo e atingindo um plano de projeção, seja para o próprio movimento do rebatimento dos planos de projeção na obtenção da Épura.

As expressões "projetantes", "ponto objetivo", "planos de projeção" e "Épura" podem ser mais claramente entendidas a partir das ilustrações (figuras 1 e 2) demonstradas por LANES (2016). Em resumo, o vídeo produzido pelo aluno Gustavo C. Andrade dá movimento a essas ilustrações, sobretudo a da figura 2.

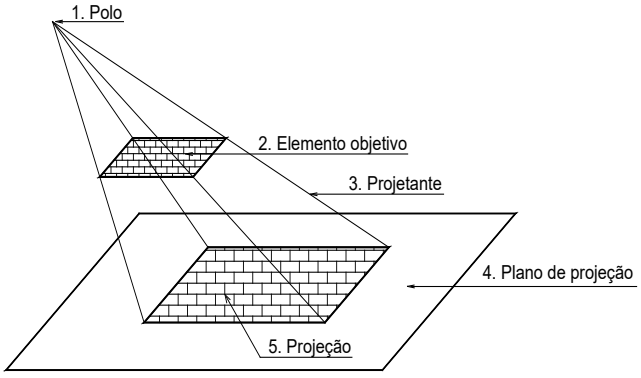


Figura 1 – Elementos dos Sistemas projetivos.
Fonte: (LANES, 2016, p. 41)

[2] Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YTlSO4GSEnA&feature=youtu.be
[3] O aluno utilizou o *After Efects* (Adobe)

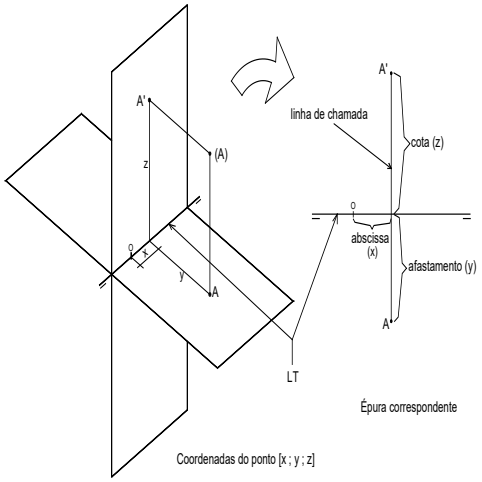


Figura 2 – Projeção do ponto (Situação 3D e sua Épura).
Fonte: (LANES, 2016, p. 42)

Segundo Pinheiro (1961), "a Geometria Descritiva é o mais importante método de representação por projeções ortogonais, não só pela simplicidade de sua concepção, como também pela ampla variedade de aplicações a que se presta" (PINHEIRO, 1961, p. 8-9). Ainda sobre a Geometria Descritiva e o método *mongeano*, segue também a colaboração de Lanes (2016):

> Considerada como uma geometria projetiva, a GD estuda os elementos do espaço tridimensional por meio de projeções ortogonais registradas em planos, chamados planos de projeção. Gaspard Monge (1746 – 1818), matemático francês, sistematizou o estudo da GD que se conhece até hoje. De seu nome, origina-se a expressão *projeções mongeanas* quando se refere às projeções ortogonais de um objeto. A variação da nomenclatura (notação) entre um elemento ou outro na GD se dá de acordo com a escola com que se trabalha. (LANES, 2016, p. 39)

No caso do Colégio Pedro II – instituição em que trabalha o autor – a notação utilizada é a *cremoniana*[4].

3.3 O conteúdo do vídeo

A animação contempla alguns casos do Estudo do Ponto e das Retas. O vídeo serve como primeira experimentação – inclusive já em sala de aula – para apreciações e sugestões de docentes e discentes, com o propósito de continuidade. Há, somente, a dinâmica das projeções de um ponto no 1º diedro, seguida de rebatimento para a obtenção de sua épura. Na segunda parte, alguns casos das posições absolutas de retas, todas também no 1º diedro. Das diversas etapas do vídeo, destacam-se, para a construção deste trabalho, algumas capturas de tela consideradas relevantes enquanto imagens estáticas. Vale repetir que a compreensão pretendida se dá de melhor maneira assistindo ao vídeo. Num primeiro momento, o autor pede que o aluno apresente um ponto objetivo (P) no 1º diedro e os planos de projeção (π) e (π'), como mostrado na figura 3.

[4] Convenção do nome atribuída a Antonio Luigi G. Giuseppe Cremona (1830 – 1903), matemático italiano.

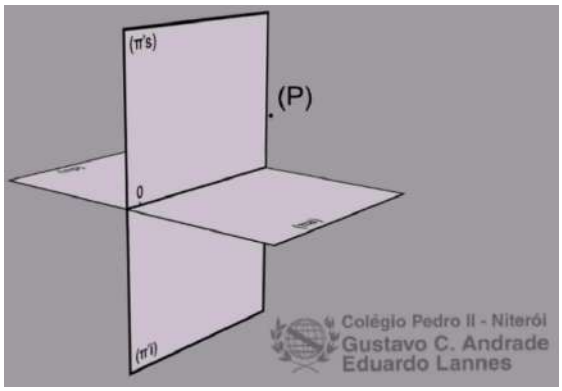


Figura 3 – Primeira apresentação (ponto).
Fonte: Captura de tela (vídeo – Gustavo C. Andrade).
Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YTlSO4GSEnA&feature=youtu.be

Neste desenvolvimento, não se pretende registrar, por certo, todas as etapas da produção do aluno. Entretanto, a figura 4 se apresenta como imagem importante não somente para a compreensão da essência deste artigo como também para o próprio estudo da Geometria Descritiva: a passagem (rebatimento) da situação tridimensional para a bidimensional (épura). Nesta captura de tela, observa-se o plano horizontal se rebatendo sobre o vertical; ambos contendo as respectivas projeções do ponto.

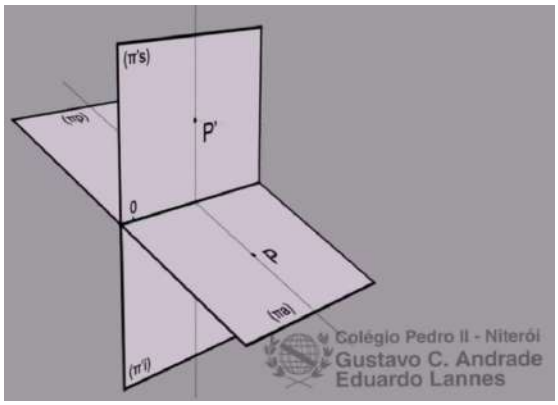


Figura 4 – Rebatimento dos planos para a obtenção da épura.
Fonte: Captura de tela (vídeo – Gustavo C. Andrade).
Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YTlSO4GSEnA&feature=youtu.be

Na segunda etapa do vídeo, apresentam-se alguns casos do Estudo das Retas. De forma idêntica à dinâmica da projeção do ponto, o aluno organiza em grupos as retas: primeiramente as que são perpendiculares aos planos de projeção (vertical, topo e fronto-horizontal). Em seguida, as que se apresentam paralelas a esses planos (horizontal, frontal e de perfil). Dentre tantos acréscimos e ajustes, informa-se que não há no vídeo o caso da reta genérica, bem como os casos de pontos pertencentes aos demais diedros. A figura 5 mostra um detalhe relevante para demonstrar a habilidade do aluno e sua capacidade de resolver problemas propostos pelo professor: “Que tal se você fizesse passar um feixe de projetantes no intervalo do segmento de alguma das retas?” Esse desafio foi dado e cumprido, como se pode observar na captura de tela abaixo.

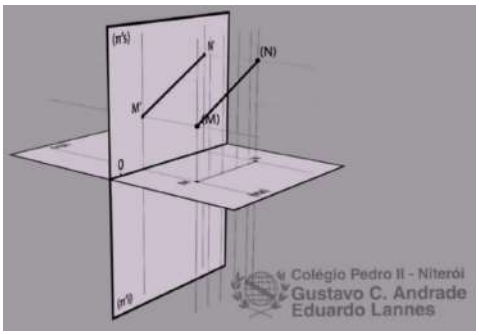


Figura 5 – Feixe de projetantes.
Fonte: Captura de tela (vídeo – Gustavo C. Andrade).
Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YTlSO4GSEnA&feature=youtu.be

Em algumas retas demonstradas, anteriores à da figura 5, o aluno utilizou uma projetante para cada extremidade do segmento. Com esta nova proposta, objetivava-se retomar – como uma interferência do professor no momento de uma aula – a importância de não se perder a noção correta do sistema projetivo a que pertence a Geometria Descritiva, ou seja, o Sistema Cilíndrico-Ortogonal. Nota-se que no intervalo do segmento há outros tantos pontos e, para cada um, uma projetante própria. O aluno escolheu passar mais quatro, além das duas das extremidades, no sentido de deflagrar essa ideia. A projeção horizontal do segmento também pode ser entendida como o resultado da interseção desse feixe de projetantes com o plano horizontal de projeção. Para finalizar as demonstrações das retas, a sequência de imagens (figuras 6 a 8) traz o caso da reta de perfil. Esta etapa no estudo da GD prescinde um duplo rebatimento de planos: o do horizontal sobre o vertical (para a épura tradicional) e o do lateral sobre o mesmo vertical, para a verificação das projeções no plano lateral de projeção (vista de perfil). Entende-se aqui que a demonstração com uma animação colabora ainda mais com esse estudo.

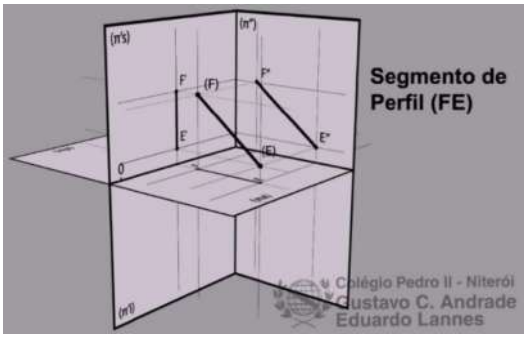


Figura 6 – Segmento de perfil: as 3 projeções. Fonte: Captura de tela (vídeo – Gustavo C. Andrade).
Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YTlSO4GSEnA&feature=youtu.be

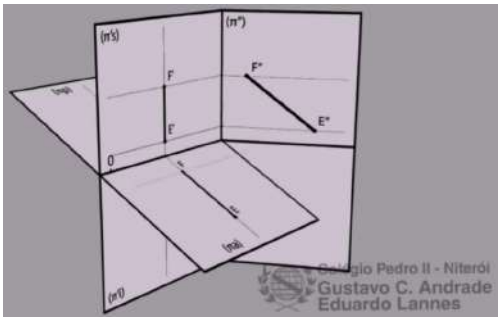


Figura 7 – Segmento de perfil: duplo rebatimento dos planos. Fonte: Captura de tela (vídeo – Gustavo C. Andrade). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YTlSO4GSEnA&feature=youtu.be

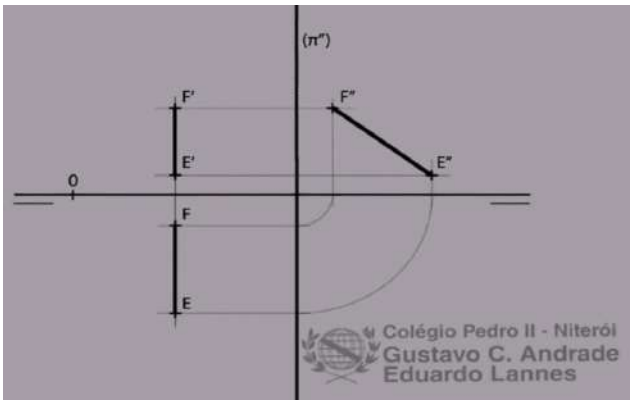


Figura 8 – Segmento de perfil: Épura.
Fonte: Captura de tela (vídeo – Gustavo C. Andrade).
Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YTlSO4GSEnA&feature=youtu.be

3.4 As colaborações dos professores

Considerando ser a produção do vídeo uma primeira experimentação, uma concretização da ideia do autor, foi elaborado um breve questionário enviado aos professores do Departamento de Desenho do Colégio Pedro II. Os docentes – em número de quinze –manifestaram suas opiniões acerca do trabalho do aluno. Várias são as ideias/sugestões registradas por esses colegas. Por unanimidade, o trabalho do aluno foi considerado satisfatório. Os elogios certamente foram replicados para o autor do vídeo que, por conseguinte, já se propôs às continuidades[5] iminentes.

3.4.1 A pesquisa e o questionário

Encaminhado por correio eletrônico pela coordenadora geral do departamento, os professores de Desenho puderam preencher e devolver um pequeno questionário dividido em duas partes: aspectos pedagógicos e aspectos técnicos acerca do vídeo do aluno.

Por se tratar de um processo de experimentação, tanto a pesquisa como o questionário se deram de forma diminuta. Vale ressaltar que o cerne deste artigo deve ser entendido como um estímulo ou apelo aos docentes no sentido de oportunizarem a participação dos estudantes na construção do conhecimento; para a confecção de materiais didáticos, inclusive. Entretanto, as opiniões dos colegas do departamento merecem registro.

Os aspectos pedagógicos enumerados no questionário (figura 9) previam questões ligadas à relevância do vídeo; à frequência da utilização de recursos midiáticos; à possibilidade de uma animação colaborar com os estudos da GD e sobre a adoção do produto na prática pedagógica.

Na segunda parte (aspectos técnicos), previam-se questões ligadas à escolha do tipo de representação (Sistema Projetivo) utilizado pelo aluno e sobre os tipos de linha (traçado).

[5] No mesmo tempo em que se produzia o texto deste artigo, o aluno informou que já estava providenciando a animação do ponto pertencente aos demais diedros não mostrada na primeira edição do vídeo.

	QUESTIONÁRIO
Aspectos pedagógicos	1 – Sobre a relevância do vídeo como material didático no ensino da GD, você considera ( ) relevante. ( ) irrelevante.
	2 – Sobre a frequência na utilização de recursos midiáticos como este vídeo nas aulas de GD, você considera que ( ) deve ser apresentado sempre que possível. ( ) deve ser apresentado somente na introdução de alguns conteúdos. ( ) é dispensável.
	3 – Sobre a suposição de que o vídeo auxilie os alunos na compreensão da GD, você entende que ( ) a animação é essencial para a compreensão das dinâmicas de projeção e rebatimento. ( ) a animação surtirá efeito apenas para um pequeno grupo de alunos. ( ) a animação é apenas mais um recurso como maquetes, por exemplo.
	4 – Sobre adotar o vídeo como instrumento em sua prática na sala de aula, você ( ) utilizaria e encaminharia para outro colega. ( ) utilizaria somente, sem compartilhar. ( ) Não utilizaria.
Aspectos técnicos	5 – O aluno concebeu a estrutura de apresentação no sistema cônico de projeção, tal como um observador "enxerga" os planos e diedros. Após o rebatimento dos planos de projeção, a épura é apresentada/representada no sistema cilíndrico ortogonal. Sobre essa escolha do aluno, você ( ) manteria. ( ) substituiria pelo sistema cilíndrico ortogonal (perspectiva isométrica). ( ) substituiria por outra representação. Sugestão: _____
	6 – Sobre a convenção dos tipos de linhas (traçado) utilizadas pelo aluno, você 6a) (diferenciação de cores) ( ) manteria. ( ) acentuaria com mais elementos coloridos. ( ) substituiria todas as representações para escalas de cinza. 6b) (diferenciação na espessura) ( ) manteria. ( ) utilizaria outra convenção. Sugestão: _____

Outras sugestões não previstas neste questionário:

.....

Figura 9 – Questionário
Fonte: Dados da pesquisa

Na sequência, apresentam-se dois quadros de modo a sintetizar as opiniões dos professores respondentes. Segundo Gil (2010), "Na maioria dos estudos de caso bem conduzidos, a coleta de dados é feita mediante entrevistas, observação e análise de documentos." (GIL, 2010, p. 120). Os quadros são divididos de acordo com os aspectos mencionados acima.

Item	Percentuais
1	Relevante (100%)
2	Apresentar sempre que possível (85%) Somente na introdução de alguns conteúdos (15%)
3	A animação é essencial (57%) A animação é apenas mais um recurso (43%)
4	Utilizar o vídeo e encaminhar a outro colega (100%)

Figura 10 – Quadro sobre os aspectos pedagógicos.
Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que a produção do vídeo como material didático foi considerada relevante por todos os respondentes; assim como a motivação por utilizar e encaminhar esse material didático a outro colega. Entretanto, a frequência da apresentação de um vídeo nas aulas e a suposição de que ele auxilie na compreensão da GD não se apresentaram com unanimidade. Sobre este último aspecto, aliás, é considerado um empate técnico, mostrando que cada docente tem sua própria dosagem na utilização de recursos didático-pedagógicos.

Item	Percentuais
5	Manter o sistema utilizado pelo aluno (85%) Substituir por outro sistema (15%)
6a)	Manter a diferenciação de cores utilizada (15%) Acentuar com mais elementos coloridos (85%)
6b)	Manter a diferenciação da espessura (traçado) (100%)

Figura 11 – Quadro sobre os aspectos técnicos.
Fonte: Dados da pesquisa

Considerar com atenção as opiniões sobre os aspectos técnicos é fundamental para os ajustes e/ou continuidade da construção do vídeo. Certamente, haverá um retorno ao aluno sobre as considerações dos demais professores do departamento de Desenho, respondentes da pesquisa.

Das diversas sugestões apresentadas no final do questionário, destaca-se a de se acrescentar sons ao vídeo. Com uma diversidade de opiniões e sugestões assim apresentadas, cabe sugerir – pelo propósito deste trabalho – que os próprios professores também solicitem de seus alunos a confecção de outros vídeos, a continuidade do mesmo, uma vez que se encontra disponível na internet; buscando, por certo, referendar a autoria de Gustavo C. Andrade como autor da parte que lhe cabe.

4 Considerações finais

Espera-se uma continuidade dos trabalhos, haja vista a colaboração dos professores de Desenho, com suas sugestões de melhorias/ajustes. O autor do vídeo declara o seu gosto e compromisso com os desdobramentos suscitados pela pesquisa. Ademais, vale acrescentar que uma pesquisa junto aos alunos será igualmente relevante. As apreciações discentes trarão, por certo, observações importantes e prováveis detalhes não percebidos pelos professores. Embora a ideia da confecção do vídeo tenha partido da iniciativa de um professor com o pedido dirigido a um aluno, espera-se que, com o texto deste artigo, haja mais investidas por parte de outros professores com a mesma preocupação. Oportunizar a participação discente nas tarefas escolares envaidece o estudante, aumenta sua autoestima, estimula outros alunos a se engajarem em pesquisas semelhantes, além de promover a unidade escolar a que pertence.

Agradecimentos

Aos colegas do Departamento de Desenho do Colégio Pedro II pela generosa disponibilização de tempo no preenchimento e envio do questionário;

Ao aluno Gustavo C. Andrade por aceitar o desafio de produzir o vídeo.

Referências

CASTRO, Andrea F. **O computador na escola:** modos de leitura e mídias hipertextuais. In: Senna, Luiz Antonio Gomes (org). Letramento, princípios e processos. Curitiba. IBPEX, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia** – Saberes necessários à prática educativa. São Paulo. Paz e Terra S/A, 1996.

FURLANI, Lúcia T. **Autoridade do professor:** Meta, mito ou nada disso? São Paulo. Cortez, 2004.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

GODOI, Katia A. de; PADOVANI, Stephania. **Avaliação de material didático digital centrada no usuário:** uma investigação de instrumentos passíveis de utilização por professores. Produção, v. 19, n. 3, set./dez. 2009, p. 445-457.

LANES, Eduardo J. Épura tátil – materiais adaptados aproximando alunos com deficiência visual à Geometria Descritiva. Dissertação (Mestrado). Colégio Pedro II – Rio de Janeiro, RJ. 2016.

PINHEIRO, Virgílio A. **Noções de geometria descritiva:** ponto – reta – plano. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1961.

PRENSKY, M.: **Digital Natives Digital Immigrants**. In: PRENSKY, M. On the Horizon. NCB University Press, Vol. 9 No. 5, October (2001a). Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/>. Acesso em 12 de abril de 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENHO: EDUCAÇÃO, LEGISLAÇÃO E HISTÓRIA

BORGES, Mariane Brito Azevedo[1],
PINTO, Beatriz dos Ramos[2]

Resumo

Este artigo tratará brevemente sobre o Desenho na história da Educação Brasileira e suas relações com a contemporaneidade, objetivando fortalecer o discurso sobre de sua importância na formação do indivíduo, perpassando por medidas que vem sendo tomadas em prol desde fortalecimento como o projeto de Lei encaminhado no fim de 2018, que visa retomar a obrigatoriedade do Desenho no currículo da Educação Básica.

Palavras-chave: Desenho; Educação; Legislação; História.

Abstract

This article will briefly discuss Drawing in the history of Brazilian Education and its relations with contemporaneity, aiming to strengthen the discourse about its importance in the formation of the individual, passing through measures that have been taken in favor of strengthening such as the bill forwarded in Brazil. end of 2018, which aims to resume the obligation of drawing in the curriculum of Basic Education.

Keywords: Drawing; Education; Legislation; Story.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro, mariane.azevedo@eba.ufrj.br
[2] Colégio Pedro II, bia_rp1@yahoo.com.br

1 Introdução

Muitos são os meios pelos quais se pode argumentar em favor do Desenho e de sua presença na educação escolar. Todos se tornam, de algum modo, medida concreta em prol deste fim, seja por engrossar as fileiras teóricas que têm sido incansavelmente pesquisadas, seja por estar, no período atual, o Desenho encontrando medidas que põe em prática a luta por sua causa.

Este artigo tratará brevemente do Desenho enquanto saber escolar, posto que pretende manter relações entre o mesmo e a Educação, restringindo-se geograficamente ao Brasil. A seguir, abordará a questão do Desenho na contemporaneidade por meio da apresentação do projeto de Lei reformulado e encaminhado em 2018 (PINTO, 2018) e por último irá trazer a questão da necessidade de se delinear a História do Desenho – pesquisa que vem sendo um dos focos de estudo das autoras desse artigo.

2 O Desenho na Educação Brasileira

> Vigorando por 25 anos – e formando toda uma 'geração sem desenho' – a 2ª LDB – lei 5692/1971 dá lugar, em dezembro de 1996, a 3ª LDB, lei 9394, em vigor, já por quase 10 anos, instituindo nova denominação para os níveis de ensino: educação básica – formada pela educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio – e o ensino superior. Nota-se nos documentos oficiais vigentes a presença da geometria e do desenho, nas áreas curriculares de matemática, arte, ciências e geografia do ensino fundamental e médio, o desenho (e a geometria), em suas denominações de 'espaço e forma' e linguagem gráfica'. (KOPKE, 2007, p. 8)

A citação que inicia este item possibilita uma ideia sobre a questão das construções geométricas na educação e será útil a compreensão do próximo item que tratará especificamente da presença do Desenho Geométrico e Projetivo na Educação brasileira.

Vê-se, logo de início, que há uma relação estreita com os interesses políticos e econômicos, que influenciaram indiretamente sua presença e sua ausência no currículo escolar. Conforme coloca MACHADO, o "crescimento industrial brasileiro começou a ser esboçado, efetivamente, no final do século XX", quando se iniciou o discurso em torno da "escolarização da população" e, a partir de então , a "educação passou a ser tratada como elemento prioritário ao desenvolvimento econômico" (2012, p. 64). Como disciplina escolar, o Desenho foi atingido pelas mudanças históricas da sociedade, por estar diretamente relacionado a construção do corpo social, pelo envolvimento que possui, enquanto saber, na formação do conhecimento do indivíduo. Justamente o período que corresponde a presença obrigatória do Desenho no currículo da escola básica limita-se até o início do movimento trazido por MACHADO. "A permanência oficial do Desenho nos currículos escolares compreendeu o período que vai de 1931 até 1971, apesar da desobrigatoriedade imposta à disciplina com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação 4.024/61" (PINTO, 2013, p. 15).

Existe aí uma contradição que reside na elevação da necessidade da escolarização da população e paralela fragmentação do currículo, destinando ao caráter optativo saberes antes obrigatórios, vide a própria história da música enquanto disciplina escolar, por exemplo.

> Deste modo, a situação do Desenho na LDB 4.024/61, era de se comparar a atuação de um coadjuvante na cena teatral: por mais importante que

> fosse o papel por ele desempenhado, era relegado a segundo plano e, poucas vezes aparecia em cena para compor o currículo de escolas específicas que não abdicaram de seu ensino, por mais que o conteúdo a ele pertencente necessitasse de reformas (IDEM, pag. 17).

De acordo com ZUIM (2001, p. 7),

> Apesar de o Desenho Geométrico não integrar o currículo da maioria das escolas brasileiras, essa disciplina, na década de 80, ganha um novo impulso, sendo publicadas novas coleções. Outras propostas para se trabalharem as construções geométricas surgem, a partir da década de 90. Textos didáticos de Matemática passaram a incluir atividades ou capítulos inteiramente dedicados às construções geométricas com régua e compasso. Em 1998, os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, para o 3o e 4o ciclos do ensino fundamental, sugerem que as construções geométricas sejam abordadas dentro da disciplina Matemática.

Hora vinculado a Matemática, hora tendo seus conteúdos relacionados ao ensino de Educação Artística, o camaleônico Desenho Geométrico e Projetivo se viu ofegante por décadas justamente por configurar-se

> como uma área do conhecimento que transita entre as artes e a matemática, perpassando saberes que se propõem dissociados entre si, salientando a questão da interdisciplinaridade presente na produção do conhecimento humano, esquecida pelo pensamento científico ocidental, que sistematiza os "saberes" e os delimita em "caixas" pré-programadas, com conteúdos pré-determinados. (BORGES & PINTO, 2016, p. 1)

E assim, como consequência de uma questão muito mais ampla, que é a própria construção do pensamento, a história do Desenho no currículo aparece numa teia muito mais complexa que puramente a questão de estar ou não presente no currículo escolar obrigatório.

> O abandono do ensino da geometria deve, portanto, ser caracterizado como uma decisão equivalente às medidas governamentais, em seus vários níveis, com relação a educação. Pode-se questionar as verdadeiras intenções e compromissos em relação ao oferecimento de condições que impliquem em reais oportunidades educacionais a todos os seguimentos da população brasileira. (PAVANELLO, 1993, p. 16)

Deixe-se claro, fala-se de uma questão histórica, portanto, de um processo inerente ao próprio corpo social, já que a história é um movimento contínuo da própria construção do conhecimento humano, por isso mesmo imanente. E neste emaranhado, chegamos ao início do século XXI com novos caminhos para mostrar objetivamente à população em geral o quanto o Desenho é necessário. Um movimento crescente de valorização que deve ser aproveitado.

3 O Desenho na contemporaneidade: o projeto de Lei encaminhado em 2018

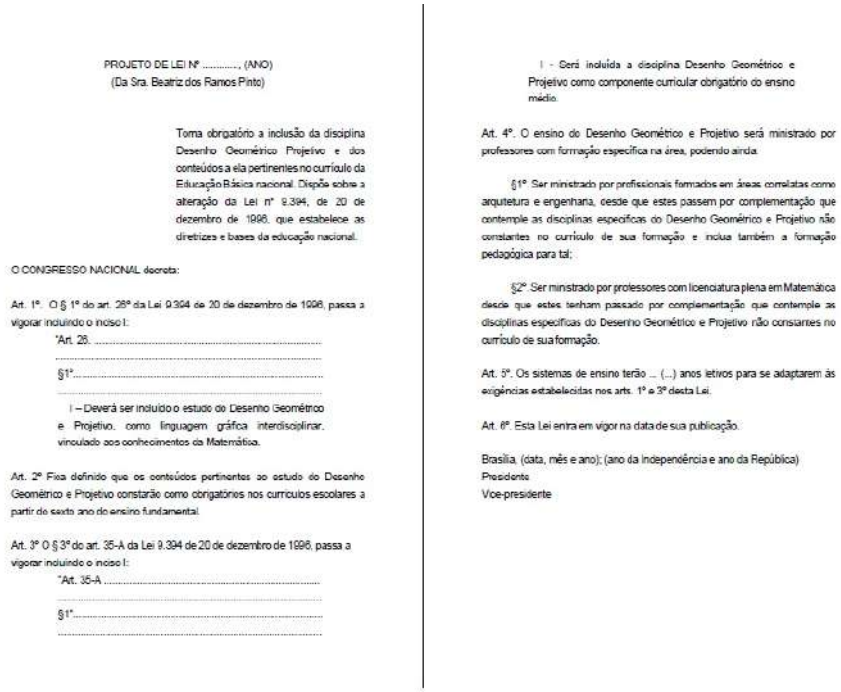
Diante do breve contexto histórico trazido no item anterior, chega-se no ano de 2018 com a reformulação de um projeto de Lei apresentado em 2013, agora revisto dentro das novas necessidades advindas com a Base Nacional Comum Curricular (2017) e com a Reforma do Ensino Médio (2018), que alteraram o texto da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nº 9394/96 através da Lei nº 3.415/17. Todas as informações necessárias a uma

maior compreensão do tema estão presentes nos textos das auroras deste artigo. Dada a brevidade deste artigo, a questão do Desenho na contemporaneidade trazida por este item abordará especificamente, com fins de comunicação, a presença de um projeto de Lei que foi encaminhado em 2018, que revisa o texto do projeto anterior para incluir o Desenho Geométrico e Projetivo no currículo da educação escolar básica como componente obrigatório. O projeto deu prosseguimento ao movimento atual de luta pela valorização do Desenho, abraçado por profissionais da área e afins.

> De modo maior, o que se almeja com este projeto de lei é gerar um movimento ambicioso para conferir ao conhecimento humano todo seu potencial ao trazê-lo integralmente para sala de aula, sem esfacelá-lo em áreas. Apesar do projeto de lei aqui exposto ser uma proposta que abarca especificamente uma área do conhecimento, não é intento deste movimento buscar puramente pleitear um espaço no currículo da educação básica, mas sim trazer a presença deste saber específico como um exemplo para elucidar a necessidade de se retomar o diálogo concreto entre as áreas mais diversas do currículo escolar. O Desenho Geométrico e Projetivo está naturalmente a frente no diálogo entre os saberes, como já foi exposto aqui. Perder de vista esta qualidade e relegá-lo a estar contido, em cada época histórica, nas habilidades previstas por um componente curricular específico é jogar no lixo um trunfo para repensar a educação. (PINTO, 2018, p. 6)

Hoje, portanto, o que se pode observar é um momento positivo, na visão das autoras, para o Desenho, que deve ser pensado e construído de modo a trazer à tona toda urgência em se recuperar o contato formal dos alunos com as construções geométricas.

Segue a imagem do projeto em questão, que busca alterar, especificamente, o artigo 26 da LDB 9.394/96 (PINTO, 2018, p. 6).



PROJETO DE LEI Nº ....., (ANO)
(Da Sra. Beatriz dos Ramos Pinto)

Torna obrigatório a inclusão da disciplina Desenho Geométrico Projetivo e dos conteúdos a ela pertinentes no currículo da Educação Básica nacional. Dispõe sobre a alteração da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

O CONGRESSO NACIONAL decreta:

Art. 1º. O § 1º do art. 26º da Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996, passa a vigorar incluindo o inciso I:

"Art. 26. .....

.....

§1º.....

.....

I – Deverá ser incluído o estudo do Desenho Geométrico e Projetivo, como linguagem gráfica interdisciplinar, vinculado aos conhecimentos da Matemática.

Art. 2º Fica definido que os conteúdos pertinentes ao estudo do Desenho Geométrico e Projetivo constarão como obrigatórios nos currículos escolares a partir do sexto ano do ensino fundamental.

Art. 3º O § 3º do art. 35-A da Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996, passa a vigorar incluindo o inciso I:

"Art. 35-A .....

.....

§1º.....

.....

I - Será incluída a disciplina Desenho Geométrico e Projetivo como componente curricular obrigatório do ensino médio.

Art. 4º. O ensino do Desenho Geométrico e Projetivo será ministrado por professores com formação específica na área, podendo ainda:

§1º Ser ministrado por profissionais formados em áreas correlatas como arquitetura e engenharia, desde que estes passem por complementação que contemple as disciplinas específicas do Desenho Geométrico e Projetivo não constantes no currículo de sua formação e inclua também a formação pedagógica para tal;

§2º Ser ministrado por professores com licenciatura plena em Matemática desde que estes tenham passado por complementação que contemple as disciplinas específicas do Desenho Geométrico e Projetivo não constantes no currículo de sua formação.

Art. 5º. Os sistemas de ensino terão ... (...) anos letivos para se adaptarem às exigências estabelecidas nos arts. 1º e 3º desta Lei.

Art. 6º. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, (data, mês e ano); (ano da independência e ano da República)
Presidente
Vice-presidente

Figura 1: Projeto de Lei encaminhado em 2018.
Fonte: PINTO (2018)

4 Por uma História do Desenho

Não se pretende aqui neste item percorrer trajetos já estabelecidos por pesquisas na área como os trabalhos de ZUIM (2001) e MACHADO (2012), que olharam a história do Desenho por ângulos diversos, a saber, respectivamente, legislação e ensino do Desenho enquanto disciplina escolar. O que se propõe nesse ponto é mostrar a necessidade de costurar os panos da história do Desenho para se chegar a uma integralidade. Tratar o Desenho enquanto conhecimento científico.

Insistir em trazer a público a História do Desenho é necessário? Toda ciência possui uma história que é contada e relacionada a própria construção dos conteúdos escolares. “Então, muito mais produtivo é perguntarmos como as coisas funcionam, como chegaram a constituir-se no que se apresentam hoje, para daí pensarmos em alternativas para que elas venham a acontecer de outras maneiras.” (MACHADO, 2012, p. 35). Desvincular de um conhecimento seu caráter histórico é abstrair-lhe a memória e evidenciar apenas o exterior. E o Desenho deve ser tratado como ciência, deve ser apresentada sua história. Segundo ZUIN, aludindo ao texto de CHERVEL, o autor “enfatiza que uma das maiores e mais graves lacunas na historiografia francesa do ensino está justamente relacionada à história dos conteúdos de ensino, e, principalmente, à história das disciplinas.” (2001, pag. 23) – se atreve, aqui, a estender essa gravidade para além do território da historiográfica francesa. Portanto, a resposta para a pergunta que iniciou este parágrafo é sim, é necessário.

O que se observa nessas breves linhas é que para promover essa integralidade no que diz respeito a história do Desenho é que ela envolve, como todo conteúdo disciplinar, a própria história da Educação: currículo, legislação, métodos de ensino, movimentos educacionais etc. Também permeia a história do conhecimento: sua construção, sua relação com a ciência, epistemologia etc. todo esse trabalho demanda uma pesquisa minuciosa que consiga reunir as informações necessárias para promover a “costura” de todas as informações existentes. E essa “costura” faz parte de algumas das pesquisas atuais das autoras deste artigo, e, notavelmente, necessita de muito mais gente trabalhando em prol desse extenso trabalho de construção da identidade histórica do Desenho.

5 Conclusão

Como aqui se localiza geograficamente a questão em território brasileiro, esse artigo buscou apresentar brevemente as relações entre a História do Desenho com a educação Brasileira. Esse breve apanhado tentou, ainda, mostrar de modo suscinto que nenhuma mudança educacional caminha em desacordo com a história do conhecimento e que essa compõe um contexto que não pode ser desconsiderado no estudo do arcabouço em que se colocou o Desenho.

O artigo trouxe, ainda, uma questão atual que envolve a luta concreta em prol da retomada da obrigatoriedade do ensino do Desenho na Educação Básica, que é o projeto de Lei reformulado e encaminhado, novamente, em 2018. Uma luta que vai além da questão legislativa.

Ao longo do texto é possível se deparar com aspectos que permeiam a questão das construções geométricas, no Brasil formalizadas pelo ensino do Desenho, que necessitam ser bem pesquisados de modo a formalizar, em tempos de mudanças positivas para essa disciplina escolar, o que não está definido, como é o caso da própria história do Desenho,

não somente enquanto disciplina escolar, mas também como a importância das construções geométricas na história do conhecimento humano.

Tendo este texto dado breve noção de todas essas questões, entende-se a necessidade do Desenho das construções geométricas na formação do indivíduo e que, sendo necessário, se torna urgente intensificar a luta em prol de sua presença concreta na educação, construindo, assim, um novo capítulo de sua história.

Agradecimentos

Agradecemos as nossas orientadoras professoras Isabel Cafezeiro e Anita Delmas pelo carinho e dedicação com que têm acompanhado nossos trabalhos, a todos os professores que compõe o corpo docente do curso de Pós Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e a todos que direta ou indiretamente têm nos ajudado na luta pela causa do Desenho.

Referências

BORGES, Mariane Brito Azevedo & PINTO, Beatriz dos Ramos. **O Desenho Geométrico e Projetivo entre as décadas de 1930 e 1970**. Artigo apresentado no Scientiarum Historia IX. UFRJ, Rio de Janeiro 2016. Disponível em: < http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh9/CLIQUE_AQUI.html> Acesso em: 25 de abril de 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular.** Brasília, DF, 2017.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. **Lei, nº 13.415**, DE 16 DE FEVEREIRO DE 2017.

KOPKE, Regina Coeli Moraes. **O retorno do desenho nas escolas: revendo o discutido, 13 anos depois!** GRAPHICA, PR: Curitiba, 2007. Disponível em < http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/ORETORNODODESENHO.pdf> Acesso em: 24 de abril de 2019.

MACHADO, Rosilene Beatriz. **Entre a vida e a morte: cenas de um ensino de Desenho**. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

PAVANELLO, Regina Maria. **O abandono do ensino da geometria no Brasil, causas e conseqüências.** Revista Zetetikè da Unicamp, São Paulo, n.1, p.7-17, 1993. Disponível em <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646822> Acesso em: 10 de março de 2019.

PINTO, Beatriz dos Ramos. **O Desenho Geométrico e o currículo escolar: escola, atualidade e luta.** (Monografia de conclusão de Especialização). Escola de Belas Artes – UFRJ, 2013.

_____ **O Desenho Geométrico e Projetivo no currículo da Educação Básica Brasileira.** Artigo apresentado no Scientiarum Historia XI. RJ: UFRJ, 2018. Disponível em < https://www.2018.sh.eventos.dype.com.br/site/anais> Acesso em: 16 de abril de 2019.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. **Da régua ao compasso: as construções geométricas como um saber escolar no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

GERANDO VISTAS AUXILIARES SECUNDÁRIAS A PARTIR DE MODELOS 3D NO SOFTWARE AUTOCAD

BARBOZA, Katherine Martins[1],
SOUZA, André Antônio de[2].

Resumo

Este artigo apresenta um breve tutorial mostrando como as vistas auxiliares secundárias podem ser geradas a partir de modelos virtuais 3D no *software AutoCAD,* utilizando-se as opções do recurso *Create View*. Uma vez que referências a este tema são escassas na bibliografia nacional, este trabalho atende a uma demanda por material didático na área. Além disso, gera reflexões sobre a importância da aquisição de conhecimento teórico de geometria descritiva nos dias atuais, que se inserem no âmbito das discussões contemporâneas acerca da presença cada vez mais efetiva das tecnologias computacionais e suas influências sobre a educação gráfica.

Palavras-chave: desenho técnico; geometria descritiva; vistas auxiliares; representação gráfica.

Resumen

Este artículo presenta un breve tutorial que muestra cómo las vistas auxiliares secundarias se pueden generar a partir de modelos virtuales 3D en el *software AutoCAD,* utilizando las opciones de la función *Create View*. Una vez que las referencias a este tema son escasas en la bibliografía nacional, este trabajo atiende a una demanda por material didáctico en el área. Además, genera reflexiones sobre la importancia de la adquisición de conocimiento teórico de geometría descriptiva en los días actuales, que se insertan en el marco de las discusiones contemporáneas acerca de la presencia cada vez más efectiva de las tecnologías computacionales y sus influencias sobre la educación gráfica.

Palabras clave: dibujo técnico; geometría descriptiva; vistas auxiliares; representación gráfica.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro – kathe_martins@hotmail.com
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro – andredesign@ymail.com

1 Introdução

A elaboração de documentação técnica para a fabricação de objetos requer a descrição de todas as suas partes constituintes em suas reais dimensões e formas. Determinados casos exigem para isso, o emprego das chamadas vistas auxiliares, que podem ser primárias ou secundárias. Quanto às secundárias, são escassas na bibliografia brasileira referências aos procedimentos para a sua obtenção. Este estudo apresenta um breve tutorial mostrando como essas representações podem ser geradas facilmente a partir de modelos virtuais 3D no software *AutoCAD*.

2 Revisão bibliográfica

A geometria descritiva (GD), desenvolvida pelo matemático francês Gaspar Monge (1746-1818), envolve um método de representação bidimensional baseado na obtenção de projeções cilíndricas ortogonais de um objeto, por meio de dois planos de projeção perpendiculares entre si, sendo o plano horizontal designado por ( ) e o vertical por ( ). Seus princípios encontram uma aplicação no campo do desenho técnico, onde essas projeções são denominadas vistas ortográficas. É possível obter-se até seis delas ao considerar-se o uso de um total de seis planos de projeção, compondo um hexaedro envolvendo o objeto. Segundo French e Vierck (2005), tais representações são conhecidas como vistas principais (VP) e raramente são empregadas em seu inteiro conjunto, sendo mais comum o emprego de apenas três: uma tomada como frontal, outra como superior e ainda uma das laterais, direita ou esquerda. Trata-se de um recurso muito importante em áreas que utilizam a expressão gráfica como o *design*, a arquitetura e a engenharia, dentre outras, uma vez que por meio dele é possível realizar-se a descrição completa de uma peça. Cabe ressaltar, porém, que esse detalhamento requer a obtenção das projeções de cada uma de suas superfícies em verdadeira grandeza (VG), isto é, refletindo suas dimensões e formatos reais. Essa condição só é possível, entretanto, quando tais faces encontram-se paralelas no mínimo a um dos planos de projeção. Caso contrário, lança-se mão dos princípios de um dos chamados métodos descritivos da GD, a **mudança de plano**.

Este procedimento consiste em posicionar-se um novo plano de projeção em substituição a um dos demais, criando-se um novo sistema. Se a face da qual se deseja obter a VG for correlativa aos planos **de topo** ou **vertical**, basta realizar-se apenas uma mudança, com o novo plano posicionado paralelamente a ela. No domínio do desenho técnico, este plano é chamado de **auxiliar** e a projeção em VG assim produzida, **vista auxiliar primária**. Nos casos em que a face for identificada com o plano **qualquer**, serão necessárias duas mudanças para obter-se a sua VG, cuja projeção resultante designa-se, no contexto do desenho técnico, **vista auxiliar secundária**.

Rohleder e Speck (1998) pontuam que os métodos necessários para a obtenção da vista auxiliar secundária não são abordados na norma brasileira (ABNT-NBR 10067), nem na maior parte da bibliografia disponível no país. No entanto, com o emprego de *softwares*, todas as vistas necessárias podem ser extraídas diretamente de modelos virtuais 3D. Soares (2007) demonstrou como isso pode ser realizado em relação à geração das vistas principais no programa ***AutoCAD,*** por meio dos comandos *Solview* e *Soldraw*. Rohleder e Speck (1998),

utilizando esses mesmos recursos, explicaram como podem ser produzidas as auxiliares. Todavia, os desenhos produzidos por meio destes comandos possuem certas limitações quanto à edição, tarefa essencial para adequá-los à norma brasileira, sobretudo no que diz respeito à indicação de cortes, criação de vistas parciais e aplicação de diversos elementos necessários à cotagem, dentre outras ações. De acordo com o trabalho de Malitzke (2017), as opções do painel *Create View,* presentes nas versões mais recentes do programa, permitem produzir-se todas essas representações de um modo muito mais rápido e fácil. Posteriormente esses desenhos podem ser recompostos num novo arquivo do tipo *DWG,* permitindo-se então todas as alterações pertinentes. Esta pesquisa pretende mostrar como tais ferramentas podem ser usadas para a criação das vistas auxiliares secundárias. Conforme se verá, os procedimentos são igualmente aplicáveis na obtenção das auxiliares primárias.

3 Obtendo-se a vista auxiliar secundária

Observe-se o sólido ilustrado na figura 1a representado por um desenho isométrico cotado. A seta externa (em vermelho) é indicativa da face que está sendo tomada como frontal.

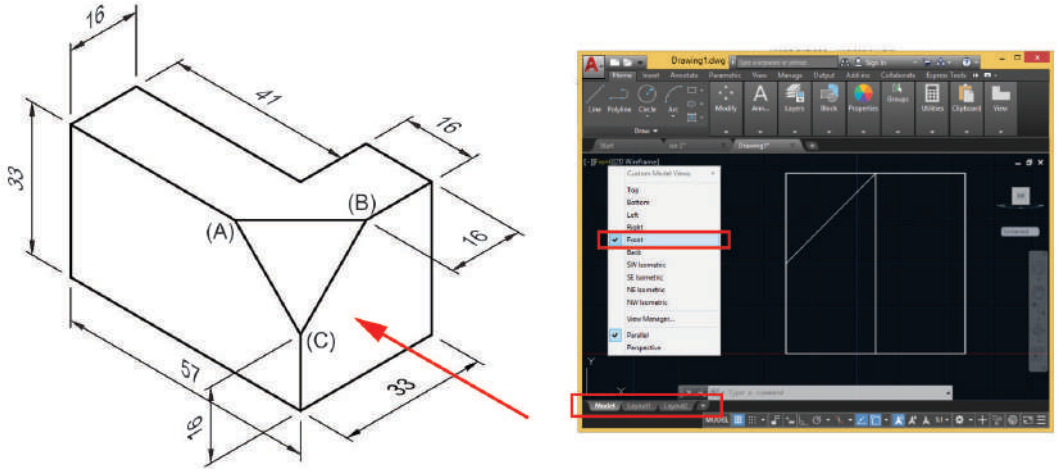


Figura 1a – Objeto usado como exemplo para a obtenção da vista auxiliar secundária.
Figura 1b: Interface gráfica do *AutoCAD* com destaque para as abas *Model*, *Layout* e *menu* de alteração de vistas. Note-se a opção *Front* escolhida.
Fonte: dos autores.

É fácil concluir-se que a superfície triangular cujos vértices são designados pelas letras A, B e C deste objeto, se identifica com o plano qualquer da GD e não se projetará em VG, exigindo-se a produção de sua correspondente vista auxiliar secundária para obtê-la. Veja-se como isso pode ser realizado no *AutoCAD,* seguindo-se um tutorial baseado na **versão educacional 2019** do programa:

1 - No ambiente do *software* denominado *Model Space*, cujo acesso se dá pela aba *Model* localizada na parte inferior esquerda da tela gráfica (Figura 1b), modele o sólido de acordo com as dimensões apresentadas em seu desenho isométrico (Figura 1a). Ao fazê-lo, certifique-se de posicionar o elemento de tal forma que a face indicada pela seta externa seja a escolhida como frontal. Depois determine também a sua exibição em vista frontal (Veja detalhes em vermelho na Figura 1b).

2 – Acesse o ambiente do programa conhecido por *Paper Space*, através da aba *Layout1* localizada à direita da aba *Model* (Figura 1b). A imagem que se apresenta (Figura 2a) simula

uma “folha branca de papel”, sendo possível escolher-se qualquer formato predefinido a critério do usuário[3]. Esta área é usada para construírem-se pranchas documentadas segundo as normas da ABNT, relativas às folhas de desenho técnico (NBR 10068) destinadas à plotagem.

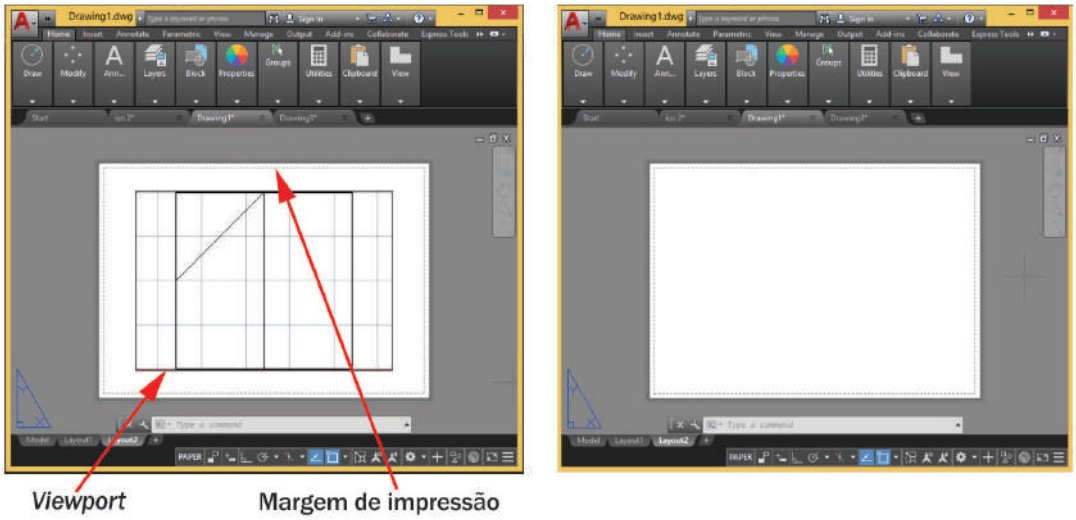


Figura 2a: *Paper Space*, margem de impressão e *Viewport*.
Figura 2b: Aspecto da “folha” após apagar-se a *Viewport*.
Fonte: dos autores.

A linha tracejada (Figura 2a), indicativa da margem de impressão, significa que nenhum elemento disposto além da região delimitada será impresso. Dependendo da conformação gráfica da prancha a ser utilizada, pode ser necessário removê-la. O retângulo central (Figura 2a) onde se pode observar o sólido construído em sua vista frontal é denominado *Viewport*. Ele funciona como uma janela que mostra qualquer elemento construído no *Model Space* e pode ser usado para estabelecer-se um fator de escala para a visualização destas entidades. Nesse momento, no entanto, ele não será utilizado, por isso selecione-o e apague-o pressionando a tecla *delete* no teclado.

3 – Acesse a guia *Layout*, localizada na parte superior direita da tela gráfica do *AutoCAD* (Figura 3a). No painel *Create View*, opção *Base*, escolha *From Model Space*. (Figura 3b).

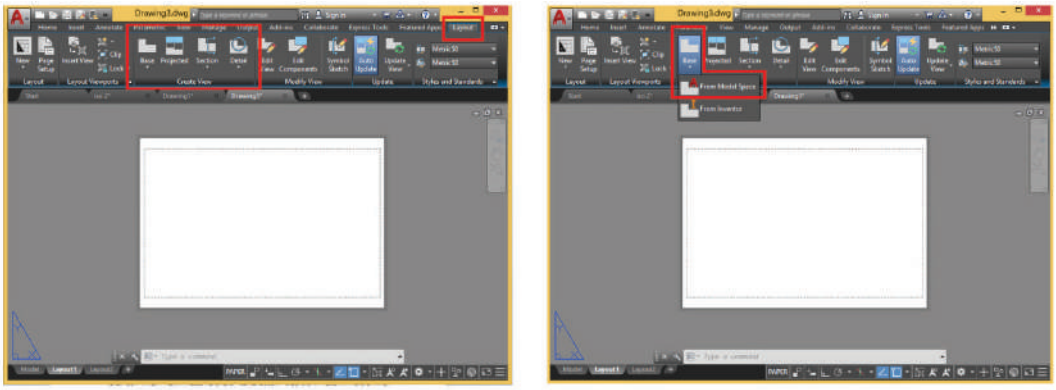


Figura 3a: Guia *Layout e painel Create View*,
Figura 3b: Painel *Create View*, *Base*, opção *From Model Space*.
Fonte: dos autores.

[3] Para este tutorial, sugere-se o tamanho ISO A3 420 X 297 mm. Caso se queira optar por este formato, basta clicar-se com o botão direito do *mouse* sobre a aba *Layout 1*, opção *Page Setup Manager, “Layout 1”, Modify*, que dá acesso à janela *Page Setup – Layout 1*, local do programa onde são realizadas as configurações de impressão.

Esta ação cria no *Paper Space* a vista ortográfica relativa à face do objeto definida como frontal no *Model Space*. Ela será tomada pelo programa como uma **vista base** ou **mãe** e a partir dela poderão ser geradas todas as demais necessárias e até perspectivas isométricas. Aguarde um momento e logo verá uma pré-visualização desta representação em modo sombreado, presa ao cursor (Figura 4a). Observe na linha de comandos que está ativo o recurso VIEWBASE solicitando que se defina uma localização para a vista. Antes de fazer isso, porém, certifique-se de alterar, se necessário, a sua escala no painel *Appearance* localizado na parte de cima da tela (Figura 4b). Também neste painel pode-se optar por mostrar-se ou não as arestas ocultas (linhas tracejadas). Para este tutorial escolha a opção *Visible and hidden lines*[4]. Feito isto, escolha um local para o posicionamento do desenho, clicando na parte central superior da "folha" e depois pressione a tecla *enter* no teclado para a aplicação do comando.

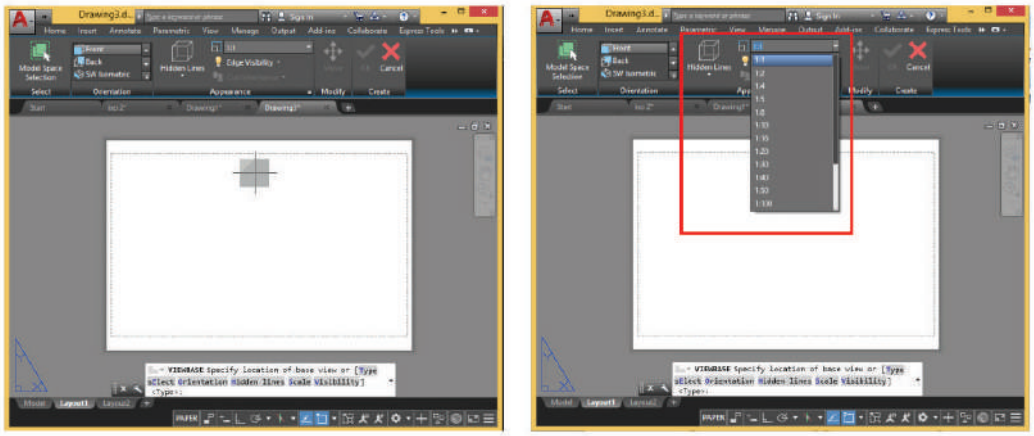


Figura 4a: Vista frontal extraída do objeto em modo sombreado.
Figura 4b: Alteração de escalas e de modos de visualização no painel *Appearance.*
Fonte: dos autores.

4 – Na sequência, o comando VIEWBASE solicita que se determine a posição para uma vista projetada. Movimente o cursor em diversas direções e poderá observar um *preview* das diferentes vistas ortográficas ou isométricas disponíveis para serem geradas em caso de necessidade (Figura 5).

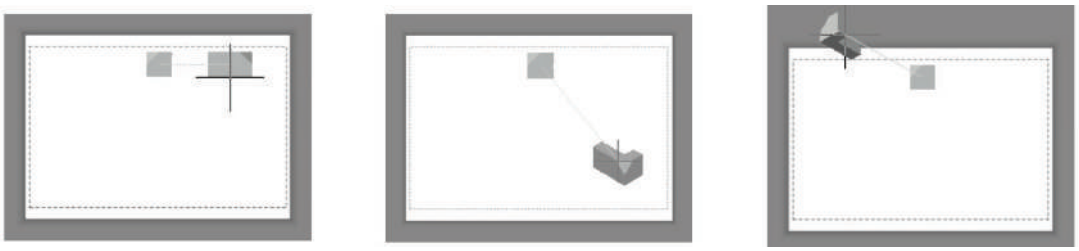


Figura 5: Vista frontal estabelecida e algumas das demais possibilidades de representação disponíveis para o objeto.
Fonte: dos autores.

No exemplo deste tutorial, será adicionada apenas a vista superior em representação no **1º diedro**. Portanto, desloque o cursor para baixo perpendicularmente à vista frontal já

[4] Em qualquer momento esta área do programa pode ser acessada por selecionar-se o desenho que se deseja alterar e escolher-se a opção *Edit View* que se torna disponível na parte superior esquerda da interface gráfica do *software*.

produzida (Figura 6a) e clique num local da folha a fim de determinar o seu posicionamento, seguido de *enter*. Note que o sombreamento desaparece (Figura 6b). Não se preocupe com o espaço entre as vistas, pois este pode ser ajustado posteriormente de maneira precisa já que os desenhos podem ser movidos.

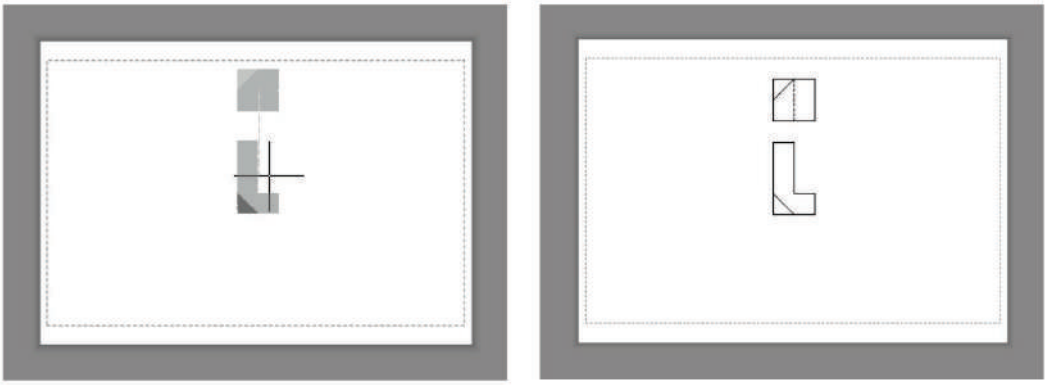


Figura 6a – Determinação da vista frontal e superior do objeto, Figura 6b– Aspecto final do desenho na prancha após a finalização do comando.
Fonte: dos autores.

5 – Como nenhuma das projeções correlativas à face ABC se apresenta em VG será necessário recorrer aos princípios da GD para obtê-la. Inicialmente essa superfície terá de ser definida a partir de **uma reta de máximo declive ou de máxima inclinação** pertencente a ela. Consideremos a reta de máximo declive. Estas "são as retas do plano perpendiculares ao seu traço horizontal" e consequentemente "a todas as horizontais do plano" (PINHEIRO, 1971, p. 120). Ademais, o ângulo de 90° que uma reta desta natureza faz com o referido traço horizontal do plano ou com qualquer uma de suas retas horizontais se expressa em VG em projeção horizontal. Satisfazendo esses critérios, estabeleçamos o segmento CD perpendicular ao segmento horizontal AB da face oblíqua do objeto, conforme descrito na ilustração da figura 7a, que o mostra em representação isométrica e em projeções ortográficas (detalhes em vermelho).

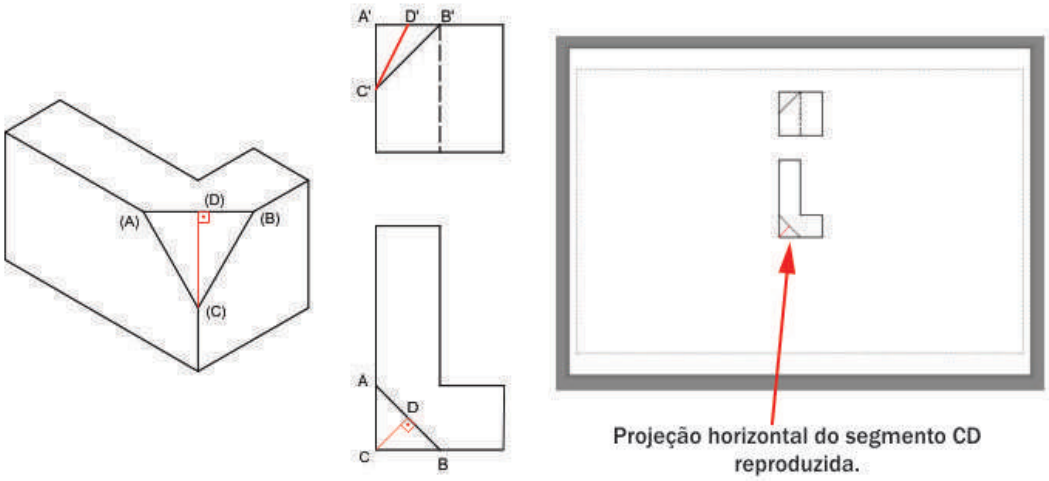
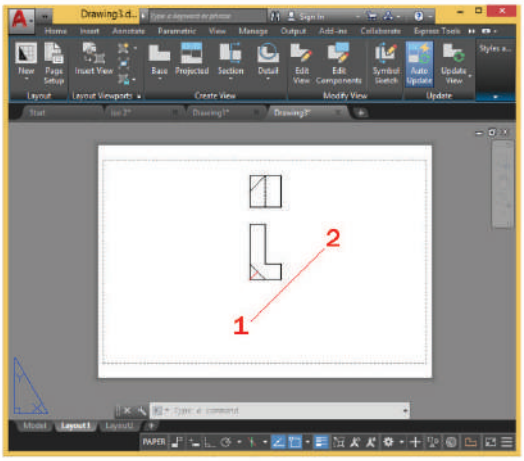


Figura 7a – Segmento CD correlativo à reta de máximo declive (detalhe em vermelho).
Figura 7b – Projeção horizontal do segmento CD reproduzida sobre a vista superior do objeto gerado no *Paper Space*. (detalhe em vermelho).
Fonte: dos autores.

6 – Retorne ao ambiente *Paper Space* do *AutoCAD* e reproduza a projeção horizontal deste segmento CD (onde o ângulo de 90º aparece em VG), correlativo a uma reta de máximo declive, sobre a vista superior do objeto já construída conforme o exemplo da figura 7b (destaque em vermelho). Em seguida, construa uma linha auxiliar paralela a essa projeção, cujos extremos são denominados aqui pelos números 1 e 2. Oriente-se pela ilustração da figura 8a.



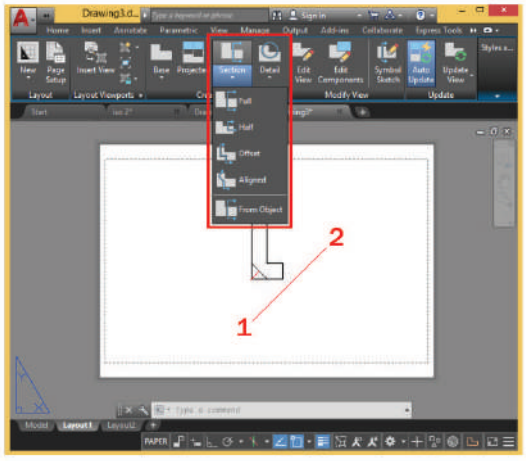


Figura 8a – Linha auxiliar construída paralelamente à projeção horizontal do segmento CD reproduzido no *Paper Space*.
Figura 8b – Opções do comando *Section*. *Note-se a primeira alternativa - Full, usada para criarem-se cortes totais.*
Fonte: dos autores.

7 – Acesse novamente a guia *Layout*, painel *Create View*. Clique no pequeno triângulo associado à opção *Section*. Abrir-se-á um conjunto de alternativas e você perceberá que este comando visa à criação de cortes ou seções (NBR 10067) em seus diversos tipos (Figura 8b). No entanto, ele também pode ser usado para a geração de vistas. Compreenda-se: a linha auxiliar será indicativa da localização de um "plano de corte". Porém, como não existe nenhum elemento nesta posição, não se realizará de fato um corte (e obviamente não se acrescentará qualquer padrão de hachura na representação que será produzida), mas criar-se-á uma vista do objeto, posicionada de acordo com a direção de visualização indicada. Malitzke (2017) refere-se a esta técnica como um **recurso não documentado do *AutoCAD***. Escolha a opção *Full* (Figura 8b) como se fosse estabelecer um corte total. Note, na linha de comandos, que se torna ativa a função VIEWSECTION solicitando que se selecione a projeção a partir da qual se deseja produzir a vista auxiliar (neste exemplo, a vista superior da peça). Selecione-a. Em seguida clique nos pontos extremos 1 e 2 da linha auxiliar. Aguarde um momento e movimentando suavemente o cursor você verá um *preview* do desenho desejado representado em modo sombreado (Figura 9a). Observará também que são acrescentadas algumas informações, como as setas indicativas da direção de visualização, utilizadas em alguns tipos de cortes. No âmbito da GD esta representação corresponde à primeira mudança de plano. Clique na tela em uma região posterior à localização da vista superior para determinar o seu posicionamento seguido de *enter*. (oriente-se pelas ilustrações das figuras 9a e 9b).

8 – Note que nesta nova vista a projeção referente à face ABC se apresenta reduzida a uma linha inclinada. Isto ocorreu porque o plano que a gerou ocupou uma posição perpen-

dicular a essa superfície, em decorrência de ter sido alocado anteriormente paralelamente à projeção horizontal do segmento CD, correlativo a uma reta de máximo declive. Assim, no âmbito da GD, esta face ABC que antes era classificada como do tipo **qualquer** agora se tornou **de topo**. Objetos com regiões dessa natureza requerem apenas uma mudança de plano para a obtenção de sua VG, portanto os próximos passos que serão dados a partir deste ponto do presente tutorial **são igualmente aplicáveis quando se almeja obter a vista auxiliar primária**.

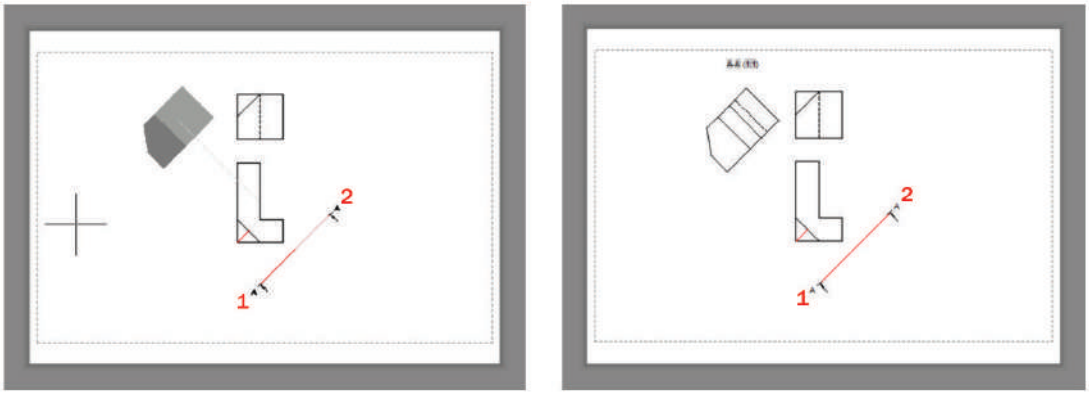


Figura 9a – Vista auxiliar em modo sombreado, Figura 9b – Localização da vista e finalização do comando.
Fonte: dos autores.

9 – Crie uma segunda linha auxiliar paralela à já referida projeção reduzida a um segmento, referente à face oblíqua da peça conforme a figura 10a. Seus extremos são designados aqui pelos números 3 e 4. Esta linha será indicativa de um plano de corte agora posicionado paralelamente à superfície ABC do objeto. Depois acesse novamente a guia *Layout,* painel *Create View*, *Section*, opção *Full* como se fosse produzir um corte total, e selecione a nova vista criada anteriormente a partir da qual se deseja estabelecer mais uma projeção. Em seguida clique nos pontos extremos 3 e 4 da linha auxiliar e movimentando o cursor suavemente se poderá observar, juntamente com as setas indicativas da direção de visualização, um *preview* em sombreado da representação que se deseja produzir (Figura 10a). Clique numa área da "folha" posteriormente à localização da vista, seguido de *enter*. **A vista auxiliar secundária é gerada com a face ABC projetada em VG** e a tela ficará conforme a ilustração da figura 10b.

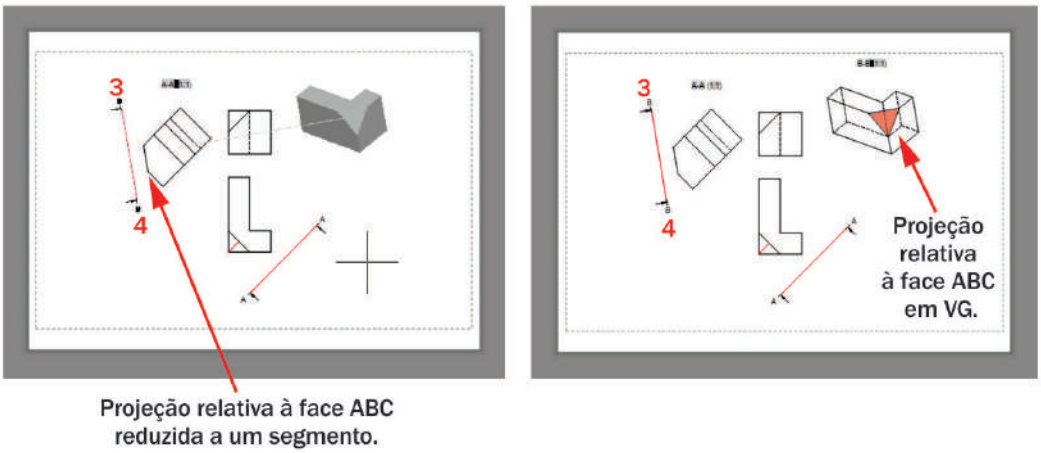
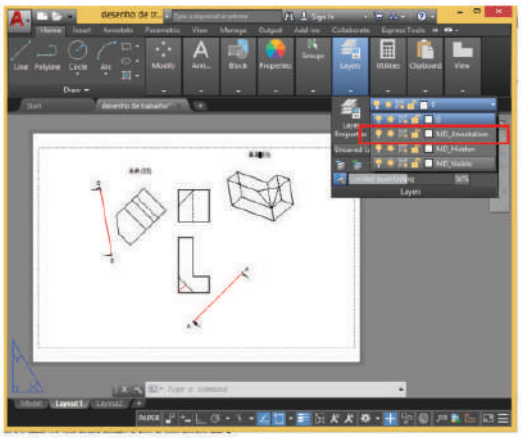


Figura 10a – Vista auxiliar em modo sombreado, Figura 10b – Localização da vista auxiliar secundária e finalização do comando.
Fonte: dos autores.

10 – Nesta etapa as linhas auxiliares empregadas no conjunto podem ser apagadas. Para remover as setas indicativas da direção de visualização, bem como as letras nomeadoras usadas na representação de cortes ainda presentes no desenho (Figura 10b), acesse a guia *Home*, painel *Layers* (Figura 11a). Você verá que foram criadas automaticamente três camadas destinadas a detalhes específicos das vistas de um sólido, como as arestas visíveis e ocultas. Desative a visibilidade (ícone da lâmpada) da camada *MD_Annotation*, reservada para esses detalhes auxiliares indicativos. O resultado ficará conforme descrito na figura 11b.



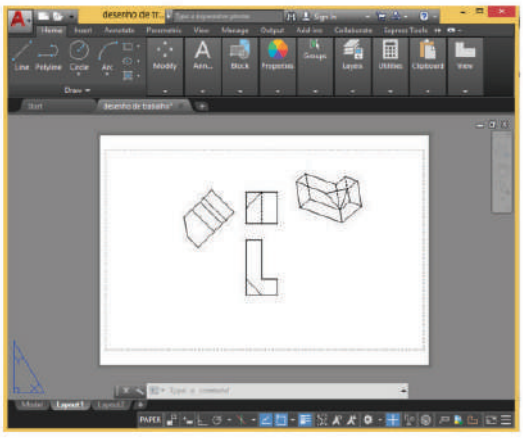
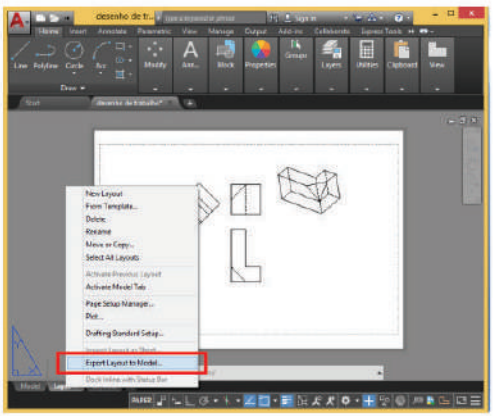
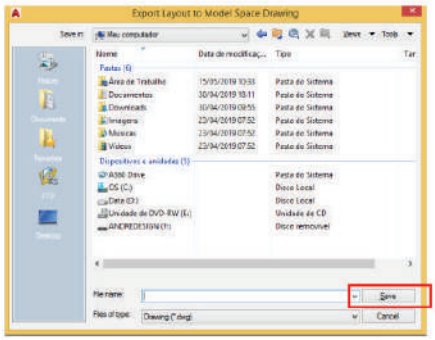
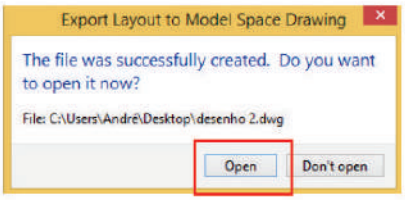


Figura 11a – Painel *Layers* onde deve ser desligada a visibilidade da camada *MD_Annotatio.*
Figura 11b –Tela gráfica após a remoção das linhas auxiliares e das setas e letras indicativas de corte.
Fonte: dos autores.

11 – Temos assim representados a vista frontal, a superior e duas auxiliares (Figura 12b), sendo uma delas a vista auxiliar secundária, que apresenta a face ABC do objeto em VG. Não é incomum em desenho técnico que projeções desse tipo sejam alteradas para que mostrem apenas suas partes essenciais configurando-se como **vistas parciais**. Mas alterações dessa natureza não podem ser efetuadas nos desenhos obtidos através dos comandos apresentados aqui neste ambiente *Paper Space*. Contudo, é possível exportar estes desenhos para o *Model Space* como um novo arquivo do tipo *DWG*, ambiente onde podem ser efetuadas todas as adequações requeridas, inclusive a aplicação de cotagem. Para isso, clique com o botão direito do *mouse* sobre a aba *Layout 1* e acesse *Export Layout to Model* (Figura 12a). Aparecerá em seguida a janela *Export Layout to Model Space Drawing* para se atribuir um nome ao arquivo e um local para o seu salvamento. Adicione essas informações e clique em *Save* (Figura 12b). O programa exibirá uma janela complementar informando que o arquivo foi criado com sucesso e perguntando se você deseja abri-lo (Figura 12c). Clique em *Open*. O *software* abrirá então o arquivo conforme o exemplo da figura 12d.







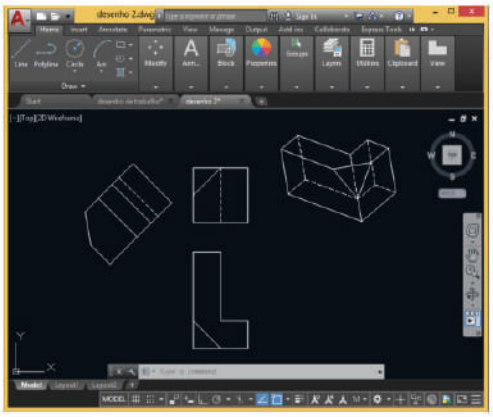


Figura 12a – Comando *Export Layout to Model*.
Figura 12b –Janela *Export Layout to Model Space Drawing.*
Figura 12c – Janela *Export Layout to Model Space Drawing* (complementar).
Figura 12d – Desenhos exportados no *Model Space*.
Fonte: dos autores.

Já que tais representações são introduzidas neste espaço como blocos, realizar as alterações necessárias é muito simples. Basta acessar o ambiente de edição dessas entidades. Posteriormente a prancha a ser desenvolvida pode ser estabelecida no *Paper Space* utilizando-se uma *Viewport* e aplicando-se um fator de escala apropriado.

4 Conclusão

Este artigo mostrou, através de um breve tutorial, como as vistas auxiliares secundárias podem ser extraídas de modelos virtuais 3D no programa *AutoCAD,* empregando-se as opções do painel *Create View.* Além disso, pode vir a se constituir como um material didático importante da área, dada a escassez de referências no país sobre este assunto. No entanto, como foi possível notar-se, a sua realização correta, bem como uma verificação posterior em busca de possíveis incorreções, exige certo nível de conhecimento prévio de GD como os relativos às retas de máximo declive e de máxima inclinação, às épuras, aos planos e suas diferentes posições em relação aos planos de projeção e aos métodos descritivos. Isto mostra que no contexto atual, onde se discutem as adaptações a serem implementadas no âmbito da educação gráfica diante da inclusão cada vez maior das tecnologias computacionais nesta atividade, a aquisição de conhecimento teórico do campo da geometria descritiva da qual se originou o desenho técnico continua extremamente relevante e por isso é digna de cuidadosa avaliação.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10067**: Princípios gerais de representação em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1995.

____ . **NBR 10068**: Folha de desenho – Leiaute e dimensões. Rio de Janeiro, 1987.

FRENCH, Thomas Ewing; VIERCK, Charles J. **Desenho técnico e tecnologia gráfica**. São Paulo: Globo, 2007.

MALITZKE, J.C. **Create Compelling 2D Sections, Details, and Auxiliary Views from AutoCAD 3D Models**. Autodesk University 2017. Disponível em <http://www.autodesk.com/autodesk-university/au-online?query=views>. Acesso em 26 Jan 2019.

PINHEIRO, Virgilio Athayde. **Noções de Geometria Descritiva I**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1971.

ROHLEDER, Edison; SPECK, Henderson José. **Obtendo vistas auxiliares primárias e secundárias no AutoCAD 2000**. II International Conference on Engineering and Computer Education. São Paulo – SP. 2000. Disponível em <copec.eu/congresses/icece2000/proc/índex.html>. Acesso em 26 Jan 2019.

SOARES, Cláudio César Pinto. **Convertendo modelos virtuais 3D em desenhos bidimensionais**. Anais do XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e VII Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR. 2007. Disponível em <www.exatas.ufpr.br/portal/degraf/graphica-2007bc/>. Acesso em 26 Jan 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ANÁLISE DE DESIGN DOS PERSONAGENS EM "IRMÃO DO JOREL"

SANTOS, David Francisco Viana Mendonça dos[1]

Resumo

A presente pesquisa apresenta um estudo do *design* de personagens que constituem a animação "Irmão do Jorel" e propõe uma metodologia de análise dos personagens desta animação 2D. Pretende-se identificar manifestações imagéticas no *design* de personagem e estabelecer uma tipologia que permita classificar os personagens nesta obra. O objeto de estudo deste trabalho é constituído pelos personagens que integram a família protagonista em "Irmão do Jorel". A partir das fontes consultadas, foram escolhidas três categorias para análise: (1) expressão comum; (2) expressão corporal; (3) expressão emocional. A pesquisa realizada identificou no *design* dos personagens manifestações estruturais e conceituais. Em conclusão, a análise da tipologia dos personagens em "Irmão do Jorel" permitiu a sintetização dos dados coletados em forma de material de referência sobre *design* de personagens e possíveis manifestações que arquétipos e expressões possam comunicar através do *design*.

Palavras-chave: animação, 2D, *design* de personagem.

Abstract

This scientific paper is a study of the design of characters from the Brazilian 2D animation "Irmão do Jorel" and aims at analyzing its characters. It seeks to identify imagery manifestations in their character design and to determine a typology which allows for the classification of the characters in this piece of art. The corpus is constituted by the characters who are part of the protagonist's family in "Irmão do Jorel". For the analysis, three categories were established: (1) regular expression; (2) body expression; (3) emotional expression. The analysis identified structural and conceptual expressions on the character design. Finally, the data collected for the analysis of the design of characters in "Irmão do Jorel" was synthesized and originated a reference material about character design and the possibilities that archetypes and expressions may communicate through design.

Keywords: animation, 2D, character design.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro, df.haki@hotmail.com

1 Introdução

No contexto do processo de criação de narrativas audiovisuais, a metodologia definida em animações resulta no universo da obra. Neste universo, insere-se o *design* de personagem que deve ser verossímil ao seu contexto narrativo e auxiliar na compreensão do que se narra. Em consequência, esta decisão influenciará todos os demais aspectos do universo tratado e deverá estar em simbiose com o fato de a narrativa pautar a criação do(s) personagem(ns) ou o(s) personagem(ns) pautar(em) a criação da narrativa – em função da progressão da obra artística e construção de impulsos narrativos.

Vogler (2006) afirma que o conceito de arquétipo é uma ferramenta indispensável para se compreender o propósito ou função dos personagens em uma história. Para isto, esta pesquisa utiliza-se do conceito de 'inconsciente coletivo da humanidade', proposto por Carl Jung (2002), a fim de traçar um paralelo entre a expressão do *design* de personagens e seus arquétipos – articulados por Mark e Pearson (2001) –, na animação. Isto se estende à leitura de imagens, pois o ato de ler não se restringe, tão somente, a referências textuais e linguísticas (SANTAELLA, 2012). Não é demais lembrar que a escrita se originou a partir da visualização e da leitura da imagem.

"Irmão do Jorel" é uma série brasileira de animação 2D produzida pela *Cartoon Network* e animada pelo *Copa Studio* (Rio de Janeiro). A narrativa desta animação perpassa pelas aventuras na perspectiva de uma criança aventureira – o Irmão do Jorel – na busca de não ser ofuscado pela popularidade de seu irmão mais velho, o Jorel, juntamente com sua família excêntrica, o que repercute em seu *design* de personagens.

Observando a complexidade nos processos que envolvem a produção de imagens e narrativas em produções audiovisuais, colocou-se o seguinte problema: quais manifestações estruturais e conceituais se expressam no *design* de personagem na animação "Irmão do Jorel"? Dessa forma, este artigo tem por objetivo geral investigar na série "Irmão do Jorel" possíveis processos de *design* de personagens direcionados às séries de animação de recorte 2D. Os objetivos específicos são: (a) analisar os personagens da animação "Irmão do Jorel"; (b) estabelecer uma tipologia que permita classificar os *model sheets* de seus personagens; (c) identificar manifestações estruturais e conceituais no *design* de personagens.

Como justificativa foram considerados: a importância de conhecer práticas metodológicas vigentes para a análise de imagem, com foco no *design* de personagem, o reconhecimento e valorização de produções artísticas nacionais e o fomento de futuras pesquisas nesta área em crescimento._

2 Arquétipos e Expressões

Esta pesquisa utilizou a análise do *design* de personagem da família protagonista na animação "Irmão do Jorel". Para a coleta de dados se consultou material das três temporadas da série disponibilizados pela produtora *Cartoon Network*: pranchas, *screenshots* dos episódios e *model sheets*.

Assim sendo, o objeto de estudo, da esquerda para direita, é constituído por: Dona Danuza, Seu Edson, vovó Gigi, Nico, Jorel, vovó Juju e irmão do Jorel (Figura 1). Foi adotado

este *corpus* por representar os principais locutores da animação – os protagonistas, cujos personagens são fundamentais na construção de contextos narrativos.

Figura 1 - *Line Up* dos personagens e "Irmão do Jorel".
Fonte: Juan Cunha, Diretor de Design de personagem do *Copa Studio*. Rio de Janeiro.

O uso da verossimilhança no universo da obra se sustenta ao utilizar as funcionalidades atribuídas às regras (pre)estabelecidas que são reconhecíveis no mundo real, provocando no espectador (público-alvo) empatia com as estruturas que regem a história. Entender esse método possibilita aos espectadores a melhor compreensão de manifestações estéticas, como o *design* de personagem, expressadas no universo apresentado, resultando maior entendimento de como e qual a história está sendo contada.

Uma destas vertentes de conexão entre a obra e o espectador se baseia na relação causada entre o observador e o(s) personagem(ns) fomentado pela consistência de seus arquétipos – podendo ser manifestada verbalmente e/ou imageticamente. Para Vogler (2006, p. 33) o inconsciente coletivo da humanidade – proposto por Carl Jung (2002) – pode ser relacionado à criação do *design* de personagens, pois isto reflete visualmente o comportamento humano presente no contexto narrativo. Mark e Pearson (2001, p. 27) afirmam que existem pelo menos doze arquétipos da psicologia humana, ricos em características: Inocente, Explorador, Sábio, Herói, Fora-da-lei, Mago, Cara Comum, Amante, Bobo da Corte, Prestativo, Criador e Governante. Tal questão fundamenta a primeira categoria de análise desta pesquisa: os arquétipos.

Seguindo esta linha de raciocínio, outros aspectos comunicativos representados no *design* de personagens em uma animação é a emoção: "A emoção é a raiz da comunicação humana. Motivado por uma sensação interior, o ser humano tem a necessidade inata de exteriorizar o que sente" (FERREIRA, 2015, p. 1). Ademais, segundo Ferreira (2015), a gestualidade na animação se concretiza na face, no corpo e na silhueta. Assim, esta pesquisa conceitua a segunda categoria de análise deste artigo, ou seja, a expressão. Esta se subdivide em: expressão comum, expressão corporal e expressão emocional.

– Expressão comum. Nesta categoria, enquadra-se o modelo regular do *design* de personagem em seu *design* primordial. Representa a silhueta de reconhecimento mais nítido do personagem, com pouca ou sem deformações, em ângulos padronizados.

– Expressão corporal. Categoria que inclui a manifestação da expressão ora de movimento, ora de estilo, que senão inerte e/ou de expressão comum. Representa as distintas silhuetas e *design* que comportam no mesmo personagem que, ainda, o torna reconhecível em sua singularidade.

– Expressão emocional. Categoria que contempla as multifaces que o *design* de personagem possa pertencer, ou não, à expressão corporal.

A metodologia utilizada na coleta destas expressões são as pranchas de *model sheets*, silhuetagem e *screenshots* dos episódios da série.

3 Manifestações visuais em *Design* dos Personagens

Como resultado, esta pesquisa identificou, baseado em Carl Jung (2002), Mark e Pearson (2001), os sete arquétipos dominantes na família protagonista em "Irmão do Jorel" (Figura 2):

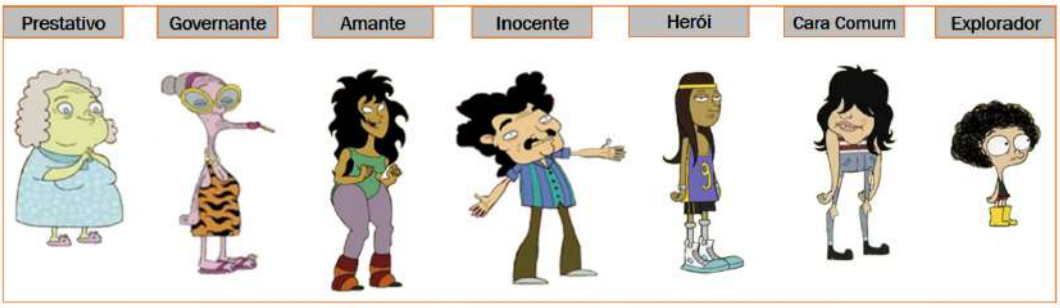


Figura 2 - Arquétipos.
Fonte: *screenshots* de episódios de "Irmão do Jorel". Produção: *Copa Studio*. Rio de Janeiro. *Cartoon Network*, 2014-2018.

É importante reiterar que este texto elege e defende estas possíveis classificações, que são elaboração do autor da presente pesquisa, e não foram categorias apresentadas pela equipe responsável pelo design de personagem da animação em questão.

3.1 Vovó Juju

Para efeito de aprofundamento das categorias propostas até o momento, será analisado o *design* da personagem vovó Juju, que nesta pesquisa está identificada com o arquétipo "Prestativo":

> O prestativo também é conhecido como o altruísta, o santo, o pai (mãe), o ajudante, o cuidadoso ou o apoiador. [...] Essas marcas, que conciliam o instinto zeloso com um mundo que frequentemente o desvaloriza, são eficazes não apenas no mercado; elas desempenham um papel construtivo na evolução da nossa cultura. (MARK; PEARSON, 2001, p. 218, 221)

Uma das expressões visuais no *design* de personagem que este arquétipo manifesta na vovó Juju é o seu tom de pele. Por amar abacate e acreditar que seus nutrientes solucionam várias enfermidades, a personagem come a fruta em excesso. Dessa forma, como o abacate tem cor verde, a pele da vovó Juju é esverdeada simbolicamente pelo excesso de consumo da fruta. Interpretando-se, também, como exemplo do arquétipo Prestativo, vovó Juju oferece esta fruta sempre que pode. Ademais, a formação de sua silhueta por estruturas circulares, do cabelo de mechas arredondadas às fofas pantufas, indica uma aparência inofensiva e terna – como promove a teoria da Gestalt (GOMES FILHO, 2008, p. 85).

Na sequência, a Figura 3 representa alguns exemplos das expressões comum, corporal e emocional da vovó Juju – reconhecida por esta pesquisa como arquétipo Prestativo dominante – ao longo das temporadas de "Irmão do Jorel":

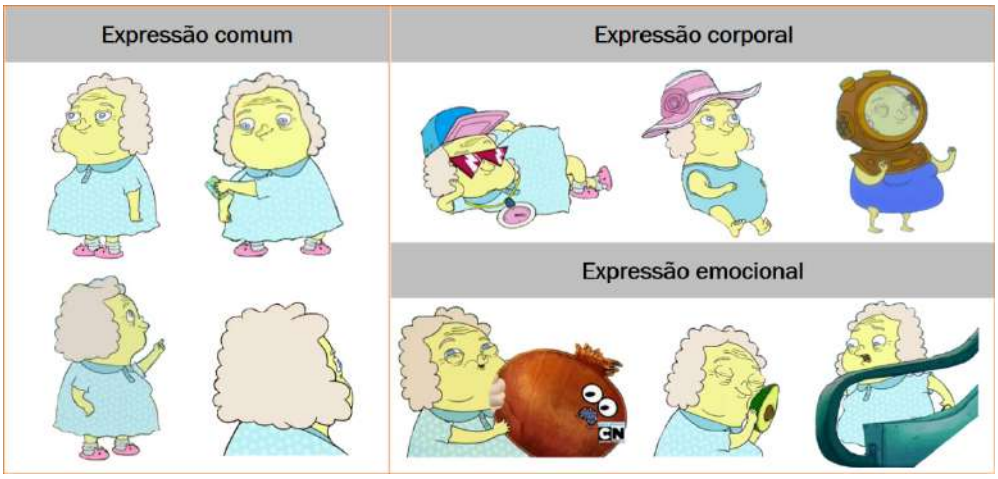


Figura 3 - Expressões da vovó Juju.
Fonte: *screenshots* de episódios de "Irmão do Jorel". Produção: *Copa Studio*. Rio de Janeiro. *Cartoon Network*, 2014-2018.

3.2 Vovó Gigi

A seguir será analisado o *design* de personagem da vovó Gigi, que nesta pesquisa foi reconhecida como o arquétipo "Governante":

> O governante sabe que a melhor coisa a fazer para evitar o caos é assumir o controle. [...] Conquistar e manter o poder é sua motivação básica. [...] Esse é o melhor caminho para garantir a segurança, de si mesmo e de sua família e amigos. [...] As propriedades e ambientes impressionantes são desejáveis porque fornecem os ornamentos do poder. (MARK; PEARSON, 2001, p. 251-252)

O *design* de personagem da vovó Gigi é tão peculiar que excede o personagem em si – o que reafirma o arquétipo ao qual pertence. Na maioria de suas aparições a vovó Gigi está sentada em seu sofá-trono, que fica localizado na frente de outro sofá (onde os outros integrantes da família protagonista ficam) e mais próximo à tv, o que remete ao seu local de poder e soberania na casa. Ademais, notou-se que, segundo a psicologia das cores (GOMES FILHO, 2008, p. 65), o tom de pele rosado da vovó Gigi é complementar à cor esverdeada do sofá (contraste cromático), transmitindo uma sensação de completo em seu *design* de personagem ao representar ambos os elementos juntos. Outro aspecto identificado visualmente é o pirulito: ao falar, o pirulito salta da boca da personagem, ficando suspenso no ar e, ao terminar a fala, ele volta a sua boca – exemplificando o seu poder de dominação aos elementos que a envolvem, inclusive os inanimados; este efeito acontece também quando a vovó Gigi arremessa seu chinelo e ele volta para a sua mão.

Assim sendo, a Figura 4 representa alguns exemplos das expressões comum, corporal e emocional da vovó Gigi:

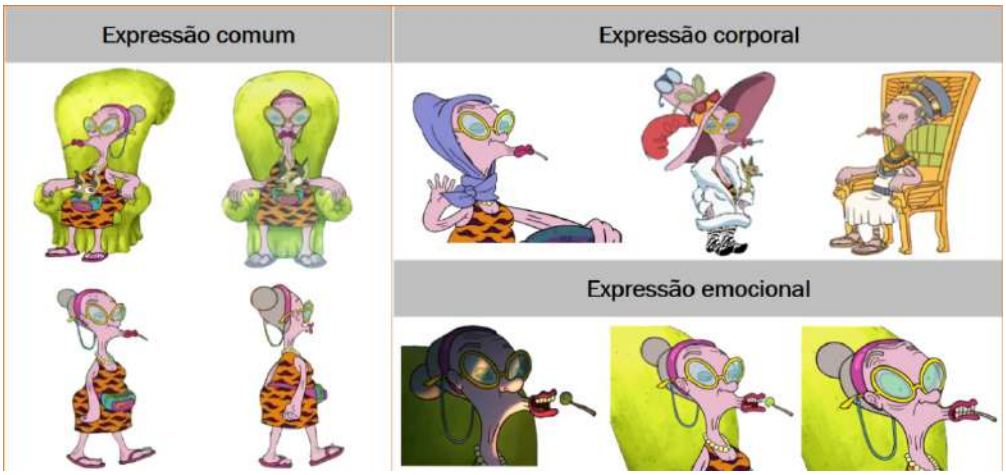


Figura 4 - Expressões da vovó Gigi.
Fonte: *screenshots* de episódios de "Irmão do Jorel". Produção: *Copa Studio*. Rio de Janeiro. *Cartoon Network*, 2014-2018.

3.3 Dona Danuza

Este artigo identifica no *design* de personagem da Dona Danuza o arquétipo "Amante":

> O Amante, por outro lado, quer ter certeza de que você é um de seus melhores amigos, que você realmente o conhece e que ele é realmente especial para você. [...] Os Amantes se veem como pessoas capazes de apreciar maravilhosamente os outros. (MARK; PEARSON, 2001, p. 188)

A base do arquétipo dominante da Dona Danuza está na atração e expressão de afeição. A identificação da sua manifestação no seu *design* de personagem se dá ao utilizar, por exemplo, vestimentas de ginástica (ex. na Figura 6). Dessa forma, induz, inconscientemente, a prontidão em se relacionar com as pessoas em sua volta; demonstração de extrema energia e boa saúde (vestimenta própria de exercícios físicos como expressão comum, um estimulador a outros personagens). Outro reflexo dessa energia vibrante e movimentação da personagem em seu *design* é o formato de seu cabelo: são várias ondas sobrepostas, como é expressada na leitura visual do objeto pelas categorias conceituais (GOMES FILHO, 2008, p. 104). A Figura 5 exemplifica expressões da Dona Danuza e de seu arquétipo.

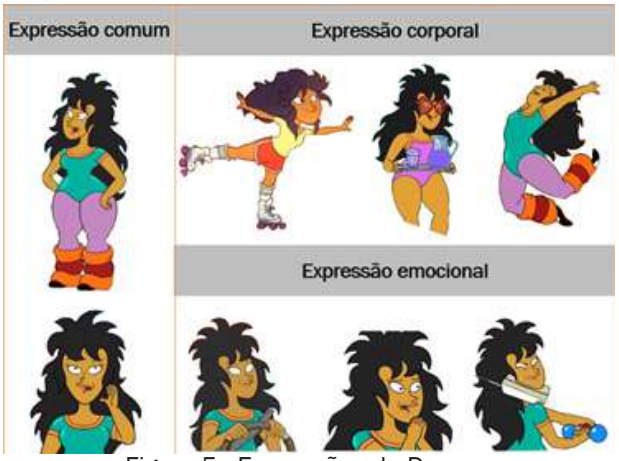


Figura 5 - Expressões da Danuza.
Fonte: screenshots de episódios de "Irmão do Jorel". Produção: Copa Studio. Rio de Janeiro. Cartoon Network, 2014-2018.

Figura 6 – Roupa de ginástica.
Fonte: Revista Caras. Rio de Janeiro: Jornal Extra, 25/07/2012.

3.4 Seu Edson

Nesta pesquisa, o *design* de personagem do Seu Edson é manifestado pelo arquétipo "Inocente":

> A promessa do Inocente é que a vida não precisa ser dura. Você é livre para ser você mesmo e viver de acordo com seus melhores valores, aqui e agora, apenas seguindo normas simples. (MARK; PEARSON, 2001, p. 64)

O apelo do arquétipo Inocente pouco ou nada se manifesta no visual do *design* de personagem, pois trata do desejo de simplicidade da vida – contudo isto não o torna um fraco arquétipo. A silhueta de Seu Edson é interpretada em dois pontos: o cabelo do personagem tem uma forma complexa que se destaca radiado, representando o múltiplo formato que suas ideologias comportam (firmando a relação cabelo – mente); em comparação (Figura 8), o restante do corpo é composto por formas de maior pregnância, sintetizados no *design* de personagem – como sugere a Pregnância da Forma: "As forças de organização da forma tendem a se dirigir tanto quanto o permitam as condições dadas, no sentido da harmonia e do equilíbrio visual" (GOMES FILHO, 2008, p. 31).

A expressão do arquétipo Inocente de maior afeto visual é a expressão corporal, onde o personagem pode transmitir melhor a sua visão de mundo através das linhas de ação de sua silhueta. Na narrativa, Seu Edson é formado em teatro, o que dá suporte ao seu arquétipo. A Figura 7 representa alguns exemplos da expressão comum, corporal e emocional do Seu Edson e a potencialização de seu arquétipo dominante:

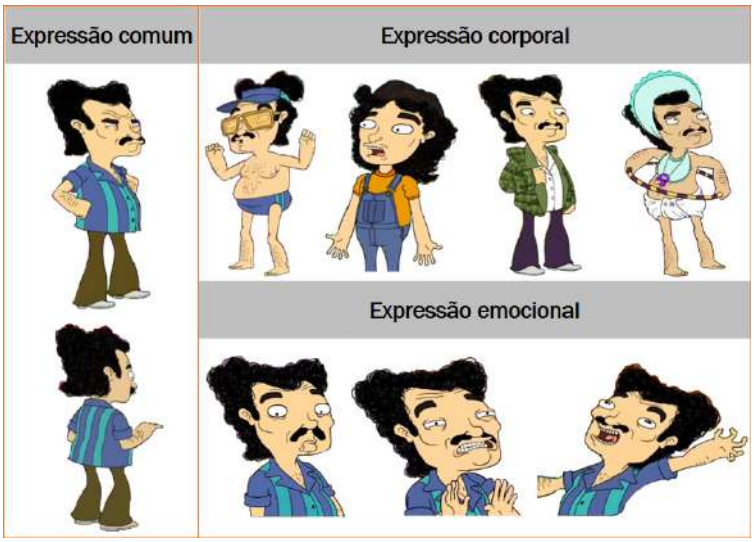


Figura 7 - Expressões do Seu Edson.
Fonte: screenshots de episódios de “Irmão do Jorel”. Produção: Copa Studio. Rio de Janeiro. Cartoon Network, 2014-2018.

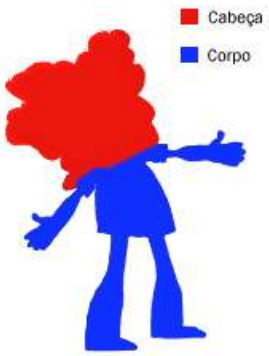


Figura 8 – Silhueta Seu Edson.
Fonte: Edição do autor.

3.5 Jorel

Inspirado pelo arquétipo “Herói”, o *design* de personagem do Jorel reflete suas características genuinamente:

> O ambiente natural do Herói é o campo de batalha, a competição atlética, as ruas, o local de trabalho, a selva política ou qualquer lugar onde as dificuldades ou desafios estejam à espera de uma ação corajosa e energética. [...] Seu medo subjacente é não ter as qualidades necessárias para perseverar e vencer. (MARK; PEARSON, 2001, p. 114)

Este pequeno recorte do arquétipo Herói justifica toda a vestimenta de Jorel. Interpreta-se que o traje esportivo de basquete do personagem – que, segundo a animação, é bastante hábil neste desporto – integra sua expressão comum. As cores de sua vestimenta (roxo e amarelo) são complementares entre si, provocando a sensação de completitude consigo mesmo. Essas características materializam a vontade do Herói de provar o seu próprio valor ao expressar visualmente a todo momento (expressão comum) que o personagem é ótimo

na função que exerce e se completa consigo mesmo – não precisando de ajudantes. Desta forma, ao se sentir completo, com os dentes perfeitos, cabelos brilhosos e com os Belezitos, o bom *design* do Jorel representa o modelo que é almejado por outros personagens na animação – sendo uma das vertentes do arquétipo Herói: o reconhecimento. Na Figura 9 exemplificam-se as expressões do Jorel:

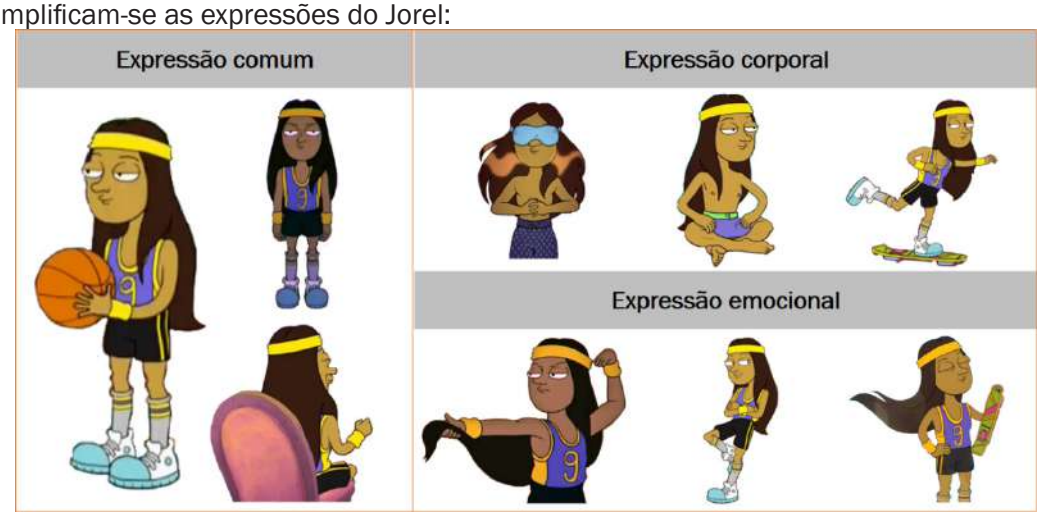


Figura 9 - Expressões do Jorel.
Fonte: *screenshots* de episódios de "Irmão do Jorel". Produção: *Copa Studio*. Rio de Janeiro. *Cartoon Network*, 2014-2018.

3.6 Nico

Neste artigo se reconhece a manifestação do arquétipo "Cara Comum" no *design* de personagem do Nico:

> [...]Esse senso de solidão ou exclusão – seja de um indivíduo ou em todo um grupo – representa o gatilho para o grande apelo do Cara Comum: não é o desejo de ser especial ou diferente, deste ou daquele modo, mas simplesmente o desejo de se fundir no bando. E, uma vez satisfeito esse anseio, surge a tendência de apenas desfrutar a calma segurança dos hábitos comuns. (MARK; PEARSON, 2001, p. 172-173)

Como supracitado, o desejo de se sentir incluído na sociedade será o moldador do *design* de Nico (expressão comum, corporal e emocional na Figura 10). Identifica-se que o personagem tem a filiação a um grupo social e o reflexo disso está em sua expressão comum: cabelo bagunçado e traje despojado (uma calça rasgada e uma blusa listrada) à caráter da banda de estilo *rock pauleira a* que pertence, configurando a perspectiva que o Nico tem sobre a estética do grupo. Nota-se uma aproximação com as estéticas reais de bandas de *rock* dos anos 80-90, como exemplificada na Figura 11. O *design* do cabelo de Nico faz referência ao de sua mãe (Dona Danuza), formando uma conexão entre os *designs*, porém de forma adversa: a vontade do personagem de se sentir pertencente à sociedade sem se destacar reflete no formato de ondas do seu cabelo – sendo contido e para baixo – como se tivesse reprimindo a sua personalidade.

Figura 10 - Expressões do Nico.
Fonte: screenshots de episódios de “Irmão do Jorel”. Produção: Copa Studio. Rio de Janeiro. Cartoon Network, 2014-2018.

Figura 11 – Banda Britny Fox.
Fonte: Spirit of rock. (Disponível em: https://www.spirit-of-rock.com/pt/band/Britny_Fox).

3.7 Irmão do Jorel

Por último, o *design* de personagem do irmão do Jorel é analisado sob a óptica do arquétipo “Explorador”:

> [...] A jornada dos Exploradores é uma experiência ao mesmo tempo interna e externa, porque eles são motivados por um profundo desejo de encontrar, no mundo exterior, aquilo que se adapta às suas necessidades, preferências e esperanças interiores. (MARK; PEARSON, 2001, p. 79)

O formato do cabelo do irmão do Jorel demonstra a contenção das ideias do personagem em forma de linhas enroladas, que pode representar a imaginação fértil de uma criança exploradora. Outra manifestação do *design* do personagem identificado em seu arquétipo dominante são as suas botas. O tamanho exagerado deste item aos pés do personagem sinaliza o seu anseio por aventuras e a prontidão (expressão comum) para explorar o mundo (desencadeando uma vasta quantidade de vestimentas e expressão corporal adequadas às diversas explorações do personagem), mesmo não estando crescido para tal. Em combinação a esta característica, a cor da bota do irmão do Jorel é amarela e a bermuda curta vermelha, sendo complementar, respectivamente, às botas roxas e saia verde da personagem Lara

(Figura 13) – que auxilia o irmão do Jorel em suas aventuras e debates morais – firmando uma relação entre os personagens através de seu *design*. Não se pode deixar de reparar que o formato do nariz e boca do irmão do Jorel é idêntico ao da vovó Juju (Figura 3), apoiando uma outra conexão de *design* entre os personagens.

A seguir, a Figura 12 exemplifica as expressões comum, corporal e emocional do irmão do Jorel e potencializa visualmente o seu arquétipo Explorador dominante:

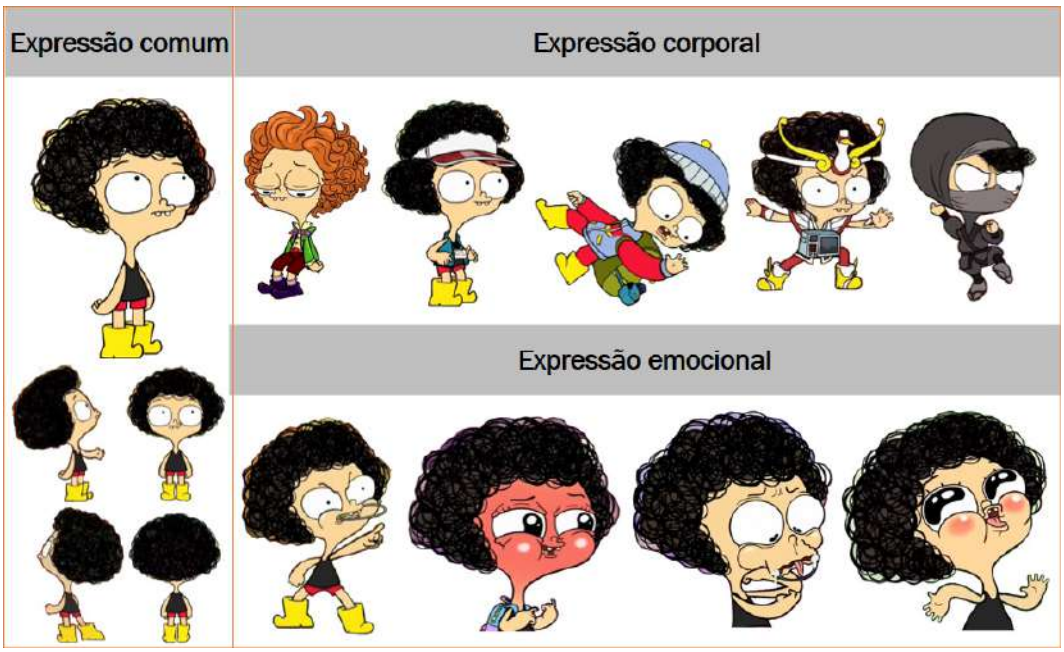


Figura 12 - Expressões do Irmão do Jorel.
Fonte: *screenshots* de episódios de "Irmão do Jorel". Produção: *Copa Studio*. Rio de Janeiro. *Cartoon Network*, 2014-2018.

Figura 13 – Lara.
Fonte: *screenshots* de episódios de "Irmão do Jorel". Produção: *Copa Studio*. Rio de Janeiro. *Cartoon Network*, 2014-2018.

4 Conclusão

A análise da tipologia do *design* dos personagens protagonistas na animação 2D "Irmão do Jorel" permitiu o contato com os modelos imagéticos neste tipo de expressão artística. Configura em mais uma contribuição científica que vem sendo desenvolvida nesta área de pesquisa em crescimento.

Ao tratar o *design* de personagens como catalizador da relação entre a animação e o espectador em uma narrativa, exprime o importante papel que a manifestação visual comporta em uma obra audiovisual. Isto pois, como afirmado anteriormente, o bom *design* de perso-

nagem resgata visualmente as regras (pré)estabelecidas que são reconhecíveis no mundo real, provocando no espectador empatia com as estruturas que regem a história – formando um vínculo mais forte.

Neste artigo, tratou-se de estabelecer um paralelo entre os arquétipos comuns, as expressões comum, corporal e sentimental no *design* de personagem, de modo a deixar explícitas as suas influências no *design* de personagem. Assim sendo, tais expressões visuais afirmam a presença de manifestações estruturais e conceituais, inicialmente propostas na pesquisa, impulsionadas por suas categorias de análise. A síntese de um material de referência sobre o *design* de personagens e possíveis manifestações que arquétipos e expressões possam comunicar através destes.

A continuidade desta pesquisa se apoia sobre a aplicação da metodologia de análise baseada nos arquétipos combinados com as expressões comum, corporal e sentimental aos personagens de outras animações 2D.

Este artigo é um desdobramento da pesquisa desenvolvida sob as orientações do Dr. Marcelus Gaio Silveira de Senna e da Dra. Marina Pereira de Menezes.

Referências

FERREIRA, António. **As emoções na personagem animada:** face, corpo e silhueta. 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/14863501. Acesso em: fev. 2019.

GOMES FILHO, João. **Gestalt do objeto**: sistema de leitura visual da forma. 8. ed. rev. e ampl. São Paulo: Escrituras Editora, 2008.

IRMÃO do Jorel. Direção: Juliano Enrico. Produção: Cartoon Network Brasil/Copa Studio. [Rio de Janeiro]: Cartoon Network Brasil, 2014. 1ª temporada.

IRMÃO do Jorel. Direção: Juliano Enrico. Produção: Cartoon Network Brasil/Copa Studio. [Rio de Janeiro]: Cartoon Network Brasil, 2016. 2ª temporada.

IRMÃO do Jorel. Direção: Juliano Enrico. Produção: Cartoon Network Brasil/Copa Studio. [Rio de Janeiro]: Cartoon Network Brasil, 2018. 3ª temporada.

JUNG, Carl. **Os arquétipos e o inconsciente coletivo**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MARK, Margaret; PEARSON, Carol. **O Herói e o Fora-da-lei**: como construir marcas extraordinárias usando o poder dos arquétipos. Tradução Merle Scoss. São Paulo: Cultrix, 2001.

SANTAELLA, Lucia**. Leitura de imagens.** São Paulo: Melhoramentos, 2012. (Como Eu Ensino).

VOGLER, Christopher. **A jornada do escritor:** estruturas míticas para escritores. Tradução de Ana Maria Machado. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2006.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

APRENDIZAGEM ATIVA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL: O CASO DO PBL EM GEOMETRIA DESCRITIVA.

CARVALHO, Myrian Batista de[1],
CAVALCANTI, Ana Cláudia Rocha[2],
DE SOUZA, Flávio Antonio Miranda[3].

Resumo

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Engenharia indicam a necessidade da formação universitária de profissionais que possuam a habilidade de trabalhar em equipe, colaborativamente, se adaptando à cultura do ambiente de trabalho, transmitindo ideias eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica. Este trabalho discute uma experiência de ensino de geometria descritiva para 23 alunos de graduação em engenharia civil da Universidade Federal de Pernambuco, por meio de PBL. O estudo aponta a necessidade de compreender as mudanças curriculares para estimular formas ativas de aquisição de conhecimento, desafiando o pensamento crítico com ações colaborativas na prática. A participação do estudante como agente proativo no processo de ensino-aprendizagem se faz mais necessária, principalmente diante do cenário de novas tecnologias e ferramentas que permitem acessar cada vez mais informações de maneira rápida e eficiente. O uso de PBL deu suporte às demandas colocadas nas DCN para engenharia e possibilitou questionamentos éticos e comportamentais, estimulando atitudes visando a colaboração, coordenação e liderança, complementares à formação técnica esperada pela disciplina, o desenvolvimento das capacidades mentais de ver, antever e representar a forma.

Palavras-chave: diretrizes curriculares, geometria descritiva; PBL.

Abstract

The new National Curriculum Guidelines (NCG) for Engineering indicate the need for the university education of professionals to have the ability to work effectively as a team, collaboratively, adapt to the culture of the work and who can effectively convey ideas in written, oral and graphic forms. This aim of this paper is to discuss a teaching experience of descriptive geometry for 23 undergraduate students in civil engineering at the Federal University of Pernambuco, through a problem solving approach known as PBL. The study points out to the need to better understand curricular changes to stimulate active forms of knowledge acquisition, challenging critical thinking with collaborative actions in practice. The student's participation as a proactive agent in the teaching-learning process becomes more necessary, especially in the scenario of new technologies and

[1] Universidade Federal de Pernambuco, myrianbcarvalho@gmail.com
[2] Universidade Federal de Pernambuco, ana.rcavalcanti@ufpe.br
[3] Universidade Federal de Pernambuco, flavio.desouza@ufpe.br

tools that allow us to access information quickly and efficiently. The use of PBL supported the demands placed on the NCG for engineering courses and allowed ethical and behavioral questioning, stimulating attitudes towards collaboration, coordination and leadership, complementary to the technical training expected by the discipline, the development of mental abilities to see, to foresee and to represent the form.

Keywords: curriculum guidelines, descriptive geometry; PBL.

1 Introdução

As demandas atuais para a engenharia civil refletem os problemas colocados pela sociedade contemporânea por soluções práticas de engenharia em ambientes de incertezas e falta de dados, diante dos avanços tecnológicos, das inovações das indústrias em transformação, dos diferentes graus de competição no ambiente de trabalho e das complexas realidades. Os profissionais necessitam de competências técnicas que se mesclam com competências pessoais, envolvendo situações atitudinais mais cidadãs (ABENGE MEI/CNI, 2018) que têm influenciado as Diretrizes Nacionais Curriculares (DCN) de engenharia.

As DCN de engenharia e as implicações nas práticas de ensino vêm sendo discutidas por inúmeros autores ao longo das últimas décadas (SOUSA, 1998, 1999, 2000; PINTO et al, 2003; PINTO; OLIVEIRA, 2012). De modo geral, amplia-se a formação universitária dos engenheiros para desenvolver habilidades e competências valorizando aspectos comportamentais e éticos, integrados a questões de gerenciamento e implementação de soluções de problemas flexíveis e adaptáveis, mais próximos de problemas reais. Buscando, assim, uma visão mais flexível para as engenharias e formando cidadãos que lideram e sabem colaborar.

Há uma lacuna entre os currículos dos cursos de graduação em engenharia civil e as novas competências não técnicas exigidas pelas empresas, incluindo o pensamento crítico e inovador, o trabalho em equipe, a comunicação, a liderança e a capacidade empreendedora. É nesse contexto que esse trabalho se insere e objetiva ampliar o debate acerca das novas competências exigidas para os profissionais das engenharias demandadas nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia) apontadas por ABENGE MEI/CNI (2018) e aprovadas pelo Ministério da Educação (MEC, 2019) na Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019, colocando em questão o ensino de geometria descritiva para o curso de engenharia civil da Universidade Federal de Pernambuco.

2 PBL, a sala de aula e novas demandas para os profissionais

O mundo corporativo internacional tem procurado por profissionais que possuam habilidades para trabalhar em equipe, de forma colaborativa, se adaptando à cultura do ambiente de trabalho e que consigam transmitir ideias de forma eficiente (EUROPEAN COMMISSION, 2013). Dado o aumento da competitividade, promovido pela globalização da economia e pela internacionalização do ambiente corporativo, são demandadas do profissional soluções criativas (BONO, 1992), além de qualidades e competências profissionais voltadas para a adaptabilidade e flexibilidade em enfrentar problemas do dia a dia.

O estímulo dado aos futuros profissionais a aprenderem a aprender, em situações de trabalhos colaborativos e inovativos, como estratégias de enfrentamento dos problemas, tem sido valorado em diversas experiências pedagógicas. Portanto, aponta-se para a necessidade crescente de estratégias pedagógicas que desenvolvam habilidades de cooperação durante o ensino da graduação e que possam auxiliar os profissionais a serem inseridos num mercado de trabalho cada vez mais competitivo (GAVIN, 2011; MILLS and TREAGUST, 2003; FRANK et al, 2003).

A cooperação entre pessoas em certa atividade pode ser tipificada como um processo ativo, realizado por meio da coordenação de pontos de vista distintos e por meio de operações de correspondência, reciprocidade ou complementaridade (PIAGET, 1973). Nesse

processo há regras de condutas independentes motivadas pelo respeito mútuo. E, quando há uma convergência na comunicação e correspondência entre as operações, diz-se que os sujeitos operam num sistema comum de hipóteses ou convenções, que pode alavancar outras reconstruções.

Nesse trabalho destacamos o papel da aprendizagem ativa por meio do *Project-Based Learning* (PBL). Bastante utilizado na escola construtivista e muito difundido entre os alunos de ensino fundamental ao ensino médio, o PBL pode também ser empregado no ensino superior universitário como forma de apontar novos rumos para o ensino da geometria descritiva (CAVALCANTI et al, 2015; GAVIN, 2011; MILLS and TREAGUST, 2003). Considera-se que o uso do PBL como ferramenta inovadora no ensino de graduação teve início no curso de medicina no Canadá (BARROWS, 2000). De lá para cá, inúmeras experiências nos diversos setores têm sido experimentadas, como o caso do ensino da engenharia na Irlanda (GAVIN, 2011), ou dos estudos realizados para a Europa (EUROPEAN COMMISSION, 2013; CHANDRASEKARAN et al, 2012), ou de estudos diversos no Brasil (GIANNOTTI et al, 2008; OLIVEIRA ET AL, 2014; CAVALCANTI et al, 2018), além do próprio exemplo da experiência do ensino de geometria descritiva para o curso de engenharia civil aqui relatado.

O aprendizado de PBL centra-se em um problema da vida real que requer uma solução e que, mais importante, impulsiona a pesquisa e o processo de aprendizagem (BLUMENFELD et al., 1991; Stauffacher et al., 2006). O problema geralmente deve ser complexo e aberto, a fim de permitir uma variada e ampla possibilidade de soluções e respostas (KAHN & O'ROURKE, 2004). A tarefa do "mundo real" é central para a prática de PBL em todas as disciplinas (de GRAAF e KOLMOS, 2009; THOMAS, 2000; BELL, 2010; HANNEY e SAVIN-BADEN, 2010).

Quem determina o problema varia muito entre os casos descritos na literatura. Danford (2006, p. 9) afirma que uma característica chave do PBL é que "os alunos têm escolha do tema, bem como a natureza e a extensão do conteúdo do projeto "(embora acrescentando que a maioria dos projetos é inicialmente identificada pelo tutor (professor) e desenvolvida pelos alunos). Descrevendo o PBL nas escolas, Bell (2010) também insiste que a escolha dos alunos por um tópico, baseado em "questões que despertaram sua curiosidade natural", é central para a abordagem e incentiva a motivação (BELL, 2010, p. 39).

3 Geometria descritiva, seus objetos e suas aplicações

Etimologicamente, a palavra geometria é de origem grega. *Geo* refere-se à terra e *Metria* à metragem, para medir, portanto, estritamente geometria significa "medição da terra". A partir dessa definição, é fundamental reconhecer o que está presente no mundo físico e visualizar aquilo que é apresentado tridimensionalmente, para avançar na construção de conceitos dentro da geometria e no entendimento dessas informações visuais.

Nós pensamos na geometria como uma descrição do espaço físico e como um sistema axiomático, um ramo da matemática dedicado ao estudo da forma e do espaço. Uma definição mais atual seria de que a geometria é "o ramo da matemática que estuda fenômenos visuais." (MAKEVITCH, 2009, pp. 9 e 14). Nesse sentido, Kaleff cita os estudos de Van Hiele nos quais "a visualização, a análise e a organização informal (síntese) das propriedades geométricas relativas a um conceito geométrico são passos preparatórios para o entendimento da formalização do conceito" (KALEFF, 2003, p. 14).

No que se refere à visualização, o uso de materiais manipulativos, um desenho ou outro modelo, serve de representação para gerar uma imagem mental, permitindo evocar o objeto na sua ausência. Assim, inicia-se um processo de raciocínio visual que facilita a representação de um esboço gráfico ou modelo manuseável. Conforme Lindquist (1994, p. 77) "materiais de manipulação fornecem oportunidades para raciocinar com objetos e, portanto, para ensinar a resolver problemas e ensinar para resolver problemas". O aluno recorre à habilidade de visualização para executar diferentes processos mentais. Embora os materiais concretos permitam ver o objeto em estudo, estes não garantem a habilidade de visualização, já que ela "não é inata a todos os indivíduos" (KALLEF, 2003, p. 17). Dessa forma, encontramos indivíduos que visualizam e outros que não-visualizam. Sendo assim, considera-se que a exploração de diferentes materiais manuseáveis aguça a curiosidade e oportuniza o desenvolvimento da percepção sensorial.

Pode-se dizer que a geometria é o estudo visual e imaginário das formas, tamanhos, padrões e posições. Platão diz que a geometria ajuda a organizar o intelecto. Além disso, Sócrates diz que a geometria nos faz estudar as coisas celestes. De forma a ilustrar a aplicação da geometria nas diversas áreas do conhecimento técnico, de acordo com Leigh (2018), na indústria de transportes, os controladores de tráfego aéreo, por exemplo, usam a geometria para determinar os ângulos envolvidos na trajetória de vôo de cada avião; eles usam essa informação para direcionar os pilotos quando mudanças de altitude, velocidade ou direção são necessárias, evitando colisões no ar. Por outro lado, os projetistas automotivos usam os princípios da geometria (curvas, ângulos, linhas, retas e planos) para projetar veículos mais seguros e atraentes. Na medicina, as imagens formadas por meio de raios X, ressonância magnética entre outras, são geradas por meio da geometria que forma imagens nítidas e precisas das características internas do corpo. Na arte e na arquitetura, são usadas formas e ângulos, além de princípios geométricos para criar residências, espaços públicos, edificações comerciais, etc. E, finalmente, na indústria de construção civil, os construtores usam o conhecimento geométrico para determinar a verdadeira grandeza das estruturas de construção, paredes, entre outras que atendam às especificações descritas nos projetos de arquitetura. Engenheiros civis projetam estradas, túneis, pontes, sistemas de esgoto e determinam a verdadeira grandeza de cada estrutura, determinando a quantidade certa de materiais necessários.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997) apontam para a importância do ensino da Geometria desde o início da escolarização, por contribuir para o desenvolvimento de uma melhor percepção do mundo no estudante. O ensino da Geometria desenvolve habilidades espaciais, estimulando os estudantes a compreender, descrever e representar o espaço que os cerca, observando semelhanças, diferenças e regularidades, além de construir outras interações relacionadas ao espaço. Desse modo, é importante estimular os estudantes a construir e interpretar as representações da forma e do espaço e, para tanto, são necessárias habilidades de visualização espacial.

A visualização espacial seria a capacidade de gerar, reter e manipular imagens espaciais abstratas mentalmente ou por meio de sistemas de representações. Para tanto, utiliza-se a geometria descritiva, matéria que foca no estudo de formas espaciais e representações técnicas, com o objetivo de representar "figuras do espaço, a fim de estudar a sua forma, dimensão e posição" (Montenegro, 1991, p.8).

A geometria descritiva utiliza o sistema de dupla projeção ortogonal elaborado por Gaspar Monge, chamado de sistema mongeano de representação, ou conhecido como “sistema ortogonal/diédrico” que, como indica o nome do sistema representa um objeto no espaço por meio de projeções cilíndricas ortogonais em dois planos ortogonais entre si, sendo uma ferramenta necessária em diversas profissões. Nesse sentido, a geometria descritiva permite o desenvolvimento das capacidades mentais de ver, antever e representar a forma.

Os estudos e aplicações da Geometria Descritiva são compostos por atividades para melhorar a visão espacial dos alunos e suas habilidades espaciais, bem como a criatividade e capacidade para resolução de problemas. Os conceitos de geometria são facilmente integrados com outras áreas de estudo, fornecendo maneiras de demonstrar que a matemática permeia a vida cotidiana.

4 PBL no curso de engenharia civil da Universidade Federal de Pernambuco

O registro do caso do uso de PBL nos cursos de engenharias na Universidade Federal de Pernambuco tem sido sistematicamente publicado (CAVALCANTI et al, 2018, 2016, 2015; CAVALCANTI; De SOUZA, 2017). Nesses estudos, a utilização e produção de modelos físicos e digitais foram escolhidas como recursos didáticos para o ensino de geometria descritiva aplicada à engenharia civil, utilizando a abordagem PBL para estimular debates acerca do ensino e aprendizagem em sala de aula. Além disso, foram utilizados um sítio de Internet, criado pelo Laboratório de Estudos em Tecnologia de Representação Gráfica (LABGRAF), e ferramentas digitais, como o SketchUp, o AutoCAD, grupos de WhatsApp e do Google Classroom. Ao final de cada semestre, a disciplina é avaliada por todos os participantes e é ajustada no semestre seguinte. O planejamento da disciplina é ajustado por meio de acordos pedagógicos, definindo atividades, calendário, formas de avaliação, atribuição de notas e ajustes futuros não planejados.

No estudo apresentado nesse trabalho, a disciplina foi dividida em duas unidades:

Primeira unidade – ao final da primeira unidade, os alunos foram submetidos a uma prova individual nos moldes tradicionais, com o conteúdo da geometria clássica: estudo do ponto, da reta e do plano, como forma avaliativa dos conhecimentos adquiridos por meio de dois projetos. No primeiro projeto, os alunos produziram seus próprios materiais individualmente: um modelo tridimensional em sabão em pedra contendo superfícies planas diversas e em variadas posições quanto aos planos de projeção. Os volumes produzidos individualmente foram digitalizados na forma de modelos gráficos tridimensionais no programa SketchUp. O modelo digital foi manipulado para introduzir o meio digital e facilitar na visualização espacial dos problemas. Os modelos físicos foram transcritos pelo autor para a linguagem gráfica bidimensional, produzindo épuras, determinando verdadeiras grandezas, planificando o sólido e produzindo novos sólidos planificados que foram montados em papel. Em seguida, os alunos foram apresentados a outro problema, composto de polígonos irregulares, que consistia na resolução da interseção de planos de uma coberta, aplicando mais uma vez os conhecimentos, de forma semelhante ao projeto anterior (Figura 1). Esses conhecimentos deverão ser integralizados na disciplina de desenho técnico.

Figura 1 – Projetos 1 e 2. Prova da primeira unidade.
Fonte: Os autores.

Segunda unidade – corresponde à resolução de um problema por meio da determinação de estradas e plataformas numa superfície topográfica. O detalhamento dessa unidade corresponde ao material desse trabalho.

No presente estudo, diante das experiências acumuladas referidas nos parágrafos anteriores e as DCNs para os cursos de engenharia recém aprovadas, foi decidido examinar os limites e potencialidades do experimento com PBL no ensino da geometria descritiva para alunos de graduação em engenharia civil na universidade Federal de Pernambuco como ferramenta para discussão para a adoção de um currículo que vise à integração dos conhecimentos a ações práticas e reflexivas, incluindo o pensamento crítico e inovador, o trabalho em equipe, a comunicação e a liderança.

Sobre a amostra desse estudo, destaca-se o número reduzido de alunos matriculados (23 apenas), uma vez que nos semestres anteriores variavam entre 50 e 60 alunos. Além dos dois professores, contou-se ainda com um monitor e uma estagiária docente. A relação entre alunos e professores foi bastante favorável, possibilitando antecipar as etapas iniciais dos problemas reais no processo de ensino e aprendizagem, em comparação com versões anteriores que contava com dois professores e um monitor.

Esse estudo estimulou os alunos a identificarem o problema apresentado pelos professores, a formarem uma agenda para o enfrentamento do problema, realizar o registro das atividades, da reflexão sobre formulação de alternativas, das tomadas de decisão, da implementação das alternativas e da avaliação do processo.

O contexto dos trabalhos foi realizado em dois grupos formados por 11 e 12 alunos. Cada grupo foi subdividido em subgrupos de 3 alunos, havendo um de 2 alunos. Portanto, a sala foi dividida em 8 subgrupos, sendo 4 para o grupo A e 4 para o grupo B. Os grupos A e B gozam de certa autonomia, mas necessitam interagir na tomada de decisões coletivas, na padronização das escolhas técnicas, e na forma de apresentação dos resultados.

Como realizado em estudos anteriores, é apresentado um problema aos alunos que demanda a implantação de uma estrada principal e estradas individuais de acesso a n lotes (no caso, 8 lotes, de acordo com o número de subgrupos), onde é preciso lançar uma estrada de acesso local e um plataforma. O grupo A contém 4 subgrupos (equipes) numerados de 1 a 4, e o grupo B é formado por 4 subgrupos (equipes) numerados de 5 a 8. O desafio consiste em integrar os conhecimentos aprendidos de geometria descritiva para uma superfície topográfica e promover a interseção de planos em superfícies reversas (superfície topográfica). Esse tipo de conhecimento será integralizado, em parte, na disciplina de estradas e canais.

Cada equipe produz um modelo físico de sua parte da superfície usando E.V.A. de variadas cores, na espessura de 2mm. Demanda-se a compreensão dos conteúdos de geometria descritiva aplicados à superfície topográfica e abstração matemática e gráfica. Exige-se coordenação

entre todos os trabalhos na definição das cores das camadas das curvas de nível, na definição dos limites e extensões de cada curva de nível, compreensão e visualização da transposição de informações tridimensionais complexas (3D) representadas em duas dimensões (2D).

O projeto foi dividido em três partes: 1) produção do modelo físico (coletivo), 2) determinação da estrada principal (parte coletivo e parte individual na produção de cortes transversais que determinam a largura da plataforma da estrada, inclinação do talude, determinação da crista da estrada e linha de offset), e, 3) determinação da estrada de acesso local e plataforma do terreno da equipe (repetidas as atividades individuais). Para cada parte foi determinada, entre os grupos A e B separadamente, um coordenador, um secretário e um avaliador. O **coordenador** lidera a equipe, estimula a participação dos componentes, mantém a dinâmica do grupo, administra o tempo e assegura o cumprimento das tarefas. O **secretário** otimiza as discussões, produz o relatório, mantém o foco da equipe e ordena as ideias. O **avaliador** tem o papel de identificar as limitações e problemas das atividades para promover correções simultâneas a fim de lograr maior êxito nas atividades. Os papéis são trocados a cada parte, evitando-se a repetição de papeis aos alunos dos grupos A e B. Na produção final, os alunos podem utilizar a ferramenta digital do AutoCAD como meio de representação e facilitador de visualização espacial (Figura 2).

Figura 2 – Projeto 3, elaboração do modelo físico da superfície topográfica.
Fonte: Os autores.

De forma geral, os alunos aparentaram ter facilidade na compreensão do problema e da superfície topográfica dada. Por meio de diálogo e cooperação, os grupos definiram, em conjunto, as cores que representariam cada curva de nível do terreno e, para lidar com a restrição de material disponível, tiveram que adotar uma estratégia comum para a substituição das cores de E.V.A em locais que estas não ficariam visíveis, quando observadas as maquetes de cima. Nessa situação, os alunos demonstraram ter capacidade de planejamento e criatividade na resolução de problemas.

Ao longo do trabalho, observaram-se diferenças significativas na forma de organização e interação dos dois grupos. Em geral, o grupo A trabalhou de forma mais concentrada, envolvendo a maioria dos seus membros em todas as discussões. Já o grupo B trabalhou com uma maior independência entre os seus subgrupos e a comunicação foi estabelecida, principalmente, por meio do coordenador.

Durante as aulas, os alunos estabeleceram metas a serem atingidas e ao final de cada dia de trabalho, os coordenadores, secretários e avaliadores dos grupos fizeram auto-avaliações do trabalho desenvolvido. O momento de auto-avaliação foi importante para que os alunos pudessem expor os problemas, eleger prioridades e refletir, individualmente e coletivamente, sobre a forma com que cada grupo e aluno trabalhou. Nesse momento, foi destacada, principalmente, a dificuldade em iniciar as atividades devido à falta de experiên-

cia dos alunos em trabalhos que requerem a colaboração e a coordenação de uma grande quantidade de pessoas.

Os estudos coletivos que desenvolvem as habilidades colaborativas, éticas e comportamentais demonstraram ser de grande importância para que os alunos aplicassem, de forma aproximada, os conhecimentos técnicos ao ambiente de trabalho real. Os estudos individuais dos estudantes demonstram ser de grande importância para o desenvolvimento dos trabalhos, pois pôde-se avaliar o ganho do conhecimento por meio das atividades coletivas e colaborativas. O desenvolvimento individual serviu de suporte para o retorno às atividades em grupo por meio da constante comparação e produção de reflexões conjuntas e elaboração de *feedback* coletivos.

5 Conclusão

A participação do estudante como agente proativo no processo de ensino-aprendizagem se faz cada vez mais necessária, principalmente diante do cenário de novas tecnologias e ferramentas que nos permitem acessar cada vez mais informações de maneira rápida e eficiente (CAVALCANTI et al, 2015; 2016; 2018). Diante disso, exige-se, mas nem sempre com êxito, uma maior participação dos estudantes em sala de aula, interagindo e trocando experiências que, por sua vez, influencia e repercute diretamente no processo de ensino e aprendizagem.

As demandas crescentes para os engenheiros civis têm refletido tanto os avanços tecnológicos, como a complexidade e competitividade da sociedade pós-industrial. Isso também reflete o questionamento sobre a adequação do ensino universitário nos moldes tradicionais e seus currículos engessados, que geralmente envolvem uma carga horária pesada em disciplinas que não admitem adicionar conteúdos novos ou inovadores, nem oferecem um número satisfatório de disciplinas práticas, tecnológicas ou de resolução de projetos/problemas exemplificadas nesse trabalho.

Estratégias inovadoras quanto ao uso de recursos didáticos tais como, ambientes de ensino colaborativos, disponibilização de literatura específica para os alunos prévia às aulas, além de uso de ferramentas computacionais gráficas, entre outras coisas, têm ampliado os canais de diálogos entre professores e alunos, colocando os participantes em constante desafios. Isso tem estimulado professores e estudantes a saírem de suas zonas de conforto, tornando os ambientes de sala de aula mais realistas quanto aos desafios a serem enfrentados em suas vidas, fora da sala de aula, proporcionando também, situações didáticas comportamentais estimulantes para os sujeitos que interagem de maneiras mais inquietas e pensantes, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico.

O processo de construção do conhecimento pressupõe a interação do sujeito com os sujeitos ao seu redor. Por meio da socialização dos problemas e das atividades cooperativas para a resolução desses, o sujeito é capaz de colocar-se na perspectiva dos outros e, experimentar processos dos diferentes modos de pensar no intuito de desenvolver as bases para a compreensão sobre o entendimento da experiência da resolução de problemas, na medida em que, a ação sobre o mundo apresentado na forma de um problema a ser resolvido coletivamente constitui o meio necessário para a construção das operações lógicas e comportamentais de resolução dos problemas.

A manipulação de modelos na resolução de problemas geométricos ilumina o poder de visualização tridimensional na imaginação dos estudantes. Assim como, a resolução de problemas abstratos por meio da manipulação de objetos tridimensionais tem auxiliado os estudantes na compreensão do que parece ser inatingível por meio da abstração apenas.

O uso de PBL em sala de aula, no caso apresentado, deu suporte às demandas colocadas nas DCNs para engenharia civil e possibilitou situações de questionamentos éticos, comportamentais, liderança, respeito, colaboração e coordenação, complementares à formação técnica esperada pela disciplina para as resoluções dos problemas que demandavam a melhoria da visualização espacial.

Pode-se concluir que, de modo geral, as metodologias tradicionais de ensino nas universidades são centradas no professor, os alunos escutam de forma passiva e tomam notas. A aplicação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a engenharia necessita ser realizada de forma integralizadora incorporando aprendizagem ativa e não apenas por meio de ajustes em disciplinas isoladas.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, que se dispuseram a aprender e a ensinar, fazendo. Agradecem também à Pró-Reitoria para Assuntos Acadêmicos (PROACAD) pelo financiamento concedido de Apoio à Produção de Material Didático Digital que criou o sítio de Internet https://labgraff.wixsite.com/labgraf.

Referências

ABENGE MEI/CNI. **Inovação em educação. Proposta de diretrizes curriculares nacionais para o curso de engenharia**. Brasília, 2018.

BARROWS, H. S. **Problem-based learning applied to medical education**. Springfield, IL: Southern Illinois University Press, 2000.

BARROWS, H. S. “Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview.” In L. WILKERSON & W. H. GIJSELAERS (Eds.), **Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice**. San Francisco: Jossey-Bass, 1996, pp. 3-12.

BONO, E. **Serious creativity: Using the power of lateral thinking to create new ideas**. London, Harper Collins, 1992.

BOYER, Carl B. **História da Matemática**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996. Tradução: Elza F. Gomide.

CAVALCANTI, A. C. R., De SOUZA, F. A. M,. SEABRA FILHO, S.; CARVALHO, G. L. de. Habilidade espacial e colaborativa dos estudantes de engenharia civil: adaptando PBL para o ensino-aprendizagem de geometria descritiva. In **ANAIS**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Natal: ABENGE, 2016.

CAVALCANTI, A. C. R., De SOUZA, F. A. M,.e CARVALHO, G. L. Processos colaborativos na aprendizagem da geometria descritiva para o curso de engenharia civil. In **ANAIS**. XLIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Mauá: ABENGE, 2015.

CAVALCANTI, A. C. R., MELO, V. R. P.;e De SOUZA, F. A. M, Contribuição da geometria descritiva para uma educação inovadora nas engenharias mecânica e civil. In **ANAIS**. XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Salvador: ABENGE, 2018.

CAVALCANTI, A. C. R.; De SOUZA, F. A. Aprendizagem por meio de atividades colaborativas: desenvolvendo habilidades espaciais na geometria descritiva. In: **ANAIS**. XII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – GRAPHICA 2017. São Paulo: UNIP, 2018.

CHANDRASEKARAN, S.; STOJCEVSKI, A.; LITTEFAIR, G.; JOORDENS, M. Learning through projects in engineering education. In **ANAIS**, 40th Societé Européene pour la Formation des Ingénieurs Annual Conference, Thessaloniki: SEFI, 2012.

EUROPEAN COMMISSION. **European classification of skills/competences, qualifications and occupations**. Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2013.

FRANK, M., Lavy, I., and Elata, D. Implementing the Project-Based Learning Approach in an Academic Engineering Course. **International Journal of Technology and Design Education**, N. 13, pp. 273–288, 2003

GAVIN, K. Case study of a project-based learning course in civil engineering. European **Journal of Engineering Education**, N. 36, V. 6, pp. 547–558, 2011.

GIANNOTTI, M.; NERI, A.; SILVA, D.; SCHUTZ, I. Proposta de aplicação do PBL nos cursos de engenharia.In **ANAIS**, XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, São Paulo: ABENGE, 2008.

KALEFF, Ana Maria M.R. **Vendo e entendendo poliedros: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças e outros materiais concretos**. Niterói: EdUFF, 2003.

LEIGH, A. "What Careers Require Geometry." **Work - Chron.com**, Disponível em http://work.chron.com/careers-require-geometry-10361.html. 01 July 2018. Acessado em 10 de maio de 2019.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1990.

LINDQUIST, Mary M.; SHULTE, Alberto P., orgs. **Aprendendo e ensinando geometria**. São Paulo: Atual, 1994.

MILLS, J. E., Treagust, D. F., Engineering education – is problem based or project-based learning the answer? **Australasian Journal of Engineering Education**. 2003. Disponível em: http://www.aaee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília, 2019.

MONTENEGRO, G. **Geometria descritiva**. Volume 1. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 1991.

PIAGET, J. **Estudos sociológicos**. Rio de Janeiro: Forense, 1973. [Études Sociologiques, 1965]

PIMENTA, S. G. e ANASTASIOU, L. D. G. C. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2002.

PINTO, D. e OLIVEIRA, V. Reflexões sobre a prática do engenheiro-professor. In **ANAIS**, XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém: ABENGE, 2012.

PINTO, D.; PORTELA, J. e OLIVEIRA, V. Diretrizes curriculares e mudança de foco no curso de engenharia. **ANAIS**, XXXI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Rio de Janeiro, ABENGE, 2003.

SOUSA, A. Diretrizes curriculares para a engenharia do Ano 2000, In **ANAIS**, IV Encontro de Ensino de Engenharia, Petrópolis: ABENGE, 1998.

SOUSA, A. Diretrizes curriculares para os cursos de engenharia: Princípios e Críticas, In **ANAIS**, XXVII Congresso Nacional de Ensino de Engenharia, Natal: ABENGE, 1999.

SOUSA**,** A. Uma estrutura curricular flexível e dinâmica. In **ANAIS**, XXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Ouro Preto: ABENGE, 2000.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

GEODESICS IN ARCHITECTURE: FROM GRAPHIC REPRESENTATION TO NATURAL SCALE CONSTRUCTION

BRAIDA, Frederico[1],

Abstract

This paper approaches the theme of geodesics adopted as architectural objects. The main aim is to present the potential of the geodesics to arouse the interest of Architecture and Urbanism students to the inextricable relation between geometric form, structural system and plastic composition. Methodologically, this paper is the result of a literature review, as well as the presentation of some pedagogical activities that range from the graphic representation to the natural scale construction of geodesic domes.

Keywords: geodesic; geometry; representation; construction.

Resumo

Este artigo aborda o tema das geodésicas adotadas como objetos arquitetônicos. O principal objetivo é evidenciar as potencialidades que as geodésicas possuem para despertar o interesse de alunos de Arquitetura e Urbanismo para a indissociável relação entre forma geométrica, sistema estrutural e composição plástica. Metodologicamente, este artigo é fruto de uma revisão de literatura, bem como da apresentação de algumas atividades pedagógicas que abrangem desde a representação gráfica até a construção em escala natural de domos geodésicos.

Palavras-chave: geodésica; geometria; representação gráfica; construção.

[1] Federal University of de Juiz de Fora – Faculty of Architecture and Urbanism; Graduate Program of Built Environment; Graduate Program of Evaluation and Management of Public Education. Federal University of Technology - Paraná – Graduate Program of Mathematics in National Network; Civil Engineering Coordination.
E-mail: frederico.braida@ufjf.edu.br.

1 Introduction

Geodesics are polyhedral geometric shapes already known for centuries. However, its use in the field of Architecture and Urbanism dates back to the beginning of the 20th century, being widely exploited by the architect, the mathematician and the designer, among other qualifications, Richard Buckminster Fuller (1895-1983). Since then, geodesic domes have been used repeatedly in buildings and architectural structures.

Geodesic structures have also been present in the training of architects and urban planners, as an addressed topic in undergraduate courses, whether in the subjects of structural/constructive systems and/or history and theory, be it in the design and/or graphic representation disciplines. It is noted, therefore, that the geodesics can constitute as interdisciplinary subject, once they raise the integrating discussion among different knowledge. It is under this slant that the geodesics are treated in this paper: as objects capable of articulating geometric, tectonic and plastic knowledge.

It should be noted that, in the field of Architecture, it is essential that students understand the existing relationships among geometric form, structural system and plastic composition. However, it is not uncommon for these themes to be treated separately, reflecting their fragmented distribution into disjointed curricular disciplines, sometimes offered by specialized departments whose dialogues are often rarefied.

Although several initiatives and pedagogical proposals that seek to overcome this fragmentation must be acknowledged, the lack of a holistic education still persists in several institutions of higher education, reinforcing the production of abysses among groups of contents gathered in different sub-areas, such as: (a) design, (b) representation and graphic expression, (c) history and theory, and (d) techniques and technologies. It is in this sense that Laverde and Salado (2012, p. 2) affirm that there is a “difficulty in transferring the acquired knowledge in the technological area to the development of architectural projects in Atelier, [...] clearing the distance between the project activity and the constructive practice”.

Taking these issues into account, Laverde and Salado (2012, p. 2), based on an experience developed at the Federal University of Uberlândia, present the construction of a geodesic dome as an exercise of “approximation amongst theory and practical activities in the teachings of architecture and urbanism”. The authors, therefore, propose the production of a geodesic dome as an example of an alternative for overcoming the content disciplinary.

Thus, the geodesics present themselves as a timely topic for understanding the necessary integration of knowledge. Geodesic domes bring the complementation among Geometry, Engineering and Architecture, contributing to overcoming the belief “that engineers are not interested in architecture and that architects despise engineering” (VASCONCELOS, 2006, p.9). The inseparability of form and structure is also engendered in geodesics. It is worth mentioning that, according to Amorim (2014, p.139), “the structure of a building is an integral part of the synthesis of the formal decisions that originates the materialization of space. To accept this statement means to say that there is no difference among formal and structural conception”.

Therefore, in view of this scenario, the main goal of this paper is to present some possibilities of applying exercises that explore the geodesics, from the aspects of graphic representation to the construction in natural scale, from a didactic sequence developed within

the scope of the discipline “Study of the Form”, taught in the first period of the Architecture and Urbanism course of the Federal University of Juiz de Fora (UFJF), with a view to enhancing the potential of geodesics for the integration of knowledge.

2 Geodesics and geometry

The word “geodesic” is formed by the prefix “geo-”, which means “earth.” “For the mathematics, the term “geodesic” (from the Greek geo = earth and daiein = divide) refers to measurements and calculations performed on curved surfaces, such as the surface of our planet” (MARQUES, 2016).

Geodesics “are polyhedrons, whose vertices are on the surface of a sphere” (MONTENEGRO, 1991, p. 76). They are made up of bars and knots. It is interesting to note that knots are also polyhedral structures, as evidenced by Montenegro (1984, p.85). “The greater the number of vertices (and sides) the more the polyhedron approaches the surface of the sphere” (MONTENEGRO, 1984, p.88). Starting from a cube and, when successive subtractive transformations (cuts) are made in the vertices, one goes through the construction of some polyhedrons, being able to come very close to a spherical geometry.

More specifically, it can be said that a geodesic dome is “an irregular polyhedron (or solid) generated from the projection of the sides of regular polyhedrons, composed of triangular elements juxtaposed and organized so that all their vertices are congruent with a great circle of the sphere” (MARQUES, 2016). Also, according to Diniz (2006, p.32), a geodesic structure is a “plot composed of several flat polygons where the intersection of the straight lines of these polygons, or their vertices, coincide with a spherical or oval surface”.

The complexity of the geodesics can vary depending on the choices of the polyhedron that compose the surface.

> A Surface or Geodesic Structure may consist only of flat regular polygons such as triangles or squares, where the lines have the same size, or also of irregular polygons of different conformations, and even not flat or spatial, generating much more complex surfaces and structural plots with two or more layers (DINIZ, 2006, p.32 and 33).

Also the frequency (V) of the geodesics interferes in the complexity of the same ones. Frequency refers to the number of triangles in which the surface is subdivided. The frequency of a geodesic sphere corresponds to the number of divisions of the arc of the sphere of origin. It influences the size of the triangles and rods (or bars) that composes the triangles. Some examples of sides variation can be found on the “Geodesics UNLTD” site (see http://www.geodesics-unlimited.com/face-variations.htm).

For the construction of geodesic domes, even frequencies are recurrently used, since they are able to generate regular bases when the geodesics are sectioned in the hemispheres. It is also considered that the most used solid in the construction of geodesics is icosahedron, due to the optimum relation between the volume of material to be spent and the surface area of the structure (MARQUES, 2016).

As it is seen, and as broadly demonstrated by Fuller (2002), when exploring the geodesics, several contents of the universe of Geometry are activated. In this same sense, Lotufo and

Lopes (1981) present, in their book entitled "Geodesic and company", in detail, several geometric (and mathematical) aspects involved in the construction of geodesics. According to the authors, knowing Geometry, we can "understand that the geodesic is more than a sphere, that it can assume the most varied forms and that it actually presents structural advantages" (LOTUFO; LOPES, 1981, p.2).

3 Geodesics: Engineering and Architecture

According to Engel (2001, p.19), "structure is the first and only instrument to generate form and space in architecture. For this function, structure becomes an essential means for shaping the material environment of man". This is one of the main contributions of the structure to the field of Architecture.

For Lopes, Bogéa and Rebello (2006, p.44, emphasis added),

> the spatial and structural possibilities depend on the geometry of the structural element as a design basis. Blocks, bars and blades are basic typologies of these **structural geometries**, a relation given by the proportion of their shape. Each of them will bring specificities in the behavior of the structure. Identifying the **geometry of the elements** that composes a structure allows us an efficient analysis strategy from these elements: a kind of reading key.

According to Lopes, Bogéa and Rebello (2006, p.57), the bars are the most eclectic and versatile geometries, once they are "present since the wood pieces that elevate the tents of the nomads, or structure the indigenous huts, to the recent steel trusses" and, when associated, allow multiple structural possibilities. Illustrating this versatility of the bars, their formal variety, Amorim (2014, p.143) reminds us that bars are present in beams, columns, pillars, uprights, ducts, trusses, geodesics, and other compositions preliminarily made of lines.

The domes have always awakened the interest of architects, especially when seeking solutions for large roofs. According to Montenegro (1984, p.80), from the domain of the constructive technique with arches, it was possible the development of the domes, originated from the rotation of these elements. Domes are vaulted structures, usually of a circular shape and parabolic guidelines, circular or other continuous curves (VILLASUSO, 2009, p.45), which usually have the shape of a spherical portion, "constructed in such a way as to exert equal efforts in all directions" (CHING, 2000, p.70).

In the history of architecture, some domes stand out, such as the dome of the Hadrian's Pantheon in Rome and the transept of the church of Santa Maria del Fiore in Florence by Brunelleschi. However, Montenegro (1984, p.88) reminds us that these first domes were practically closed, or only opened at the top (configuring lantern) and thick. But with the technological development, especially computational, it became possible "the rapid calculation of space meshes (trusses, structures or space reticules are other names used) and also allowed the calculation of the geodesic dome (or simply geodesic)" (MONTENEGRO, 1984, p.88). With this, like a space mesh, the domes could be constructed with bars and knots.

Still according to Montenegro (1984, p.90), as well as according to Lotufo and Lopes (1981, [p.4]), although the geodesic geometric figure was already known for many centuries, the first

geodesic dome used as cover dates 1922, employed at the Jena Planetarium in East Germany, calculated by Walter Bauersfeld. However, the systematic studies that led to the calculation and industrial manufacture of geodesics are the architect's Richard Buckminster Fuller.

Although Fuller is not the actual inventor of the geodesic, what he did was give meaning to this structure, "discovering its formative laws, constructing and disseminating its properties" (LOTUFO; LOPES, 1981, p.4). "From 1945, Fuller turned his attention to the study of spherical trigonometry. He was intrigued by the geodesic forms found in nature, from the thousands of bubbles in a little foam to the planets themselves" (LOTUFO; LOPES, 1981, p.3).

All of Fuller's thinking is recorded, among other places, in his book titled "Synergetics: Explorations around the Geometry of Thinking", first published in 1975 by the Macmillan Publishing House. This book (see FULLER, 2002) brings "his ideas about a geometry inspired by the energetic and formal patterns of nature defining a mathematical system experienced not only by abstractions and calculations, but by physical and real experiments" (DINIZ, 2006, p. 25). Among the most important propositions is the fact that, "from mathematical calculus, Fuller came to schematizing the process of dividing the sphere into triangles" (LOTUFO; LOPES, 1981, p.3) (Picture 1a).

The first Fuller project using a geodesic dome was designed for the Ford Motor Company in 1953. However, one of the most famous projects is the Montreal Dome, the Biosphere, made for the 1967 International Exposition (Picture 1b). This American hall is a dome of 76m in diameter and 61m of maximum height. "The dome is formed by an outer layer of triangles, the geodesic itself, and a layer of hexagons that support acrylic domes and absorb stresses not contained in a surface" (LOTUFO; LOPES, 1981, [p.3]). This project served as a paradigm for other people influenced by Fuller to explore this structural system applied in Engineering, Architecture and Design.

Another world-famous example is the geodesic sphere called Spaceship Earth, which is a symbol of EPCOT, the second of four theme parks built at Walt Disney World in Florida (Picture 1c). And in the third millennium, there is the 2001 Eden Project, written by the English architect Nicholas Grimshaw, built in Cornwall, England.

(a) (b) (c)

Picture 1 – (a) Fuller's studies; (b) Fuller and the Biosphere; (c) EPCOT's geodesic.
Sources: Available at: (a) https://bit.ly/2BRbIHd; (b) https://bit.ly/2SLi5Gg; (c) of the author.

In the Brazilian scenario, there are also some projects developed with the geodesics as form. For example, at the Inhotim Institute, there are some works / galleries that use the structure of geodesic domes, among which we can highlight the work "De lama lâmina" by

Matthew Barney. Still in Brazil, in the scope of the researches, the Laboratory of Research in Free Drawing (LILD / PUC-Rio), since more than 20 years, carries out several studies inspired by the teachings of Fuller (SILVA; FARBIARZ, p.2016).

4 Geodesic construction: from representation to construction on natural scale

When searching for case studies of the geodesics in the field of Architecture and Urbanism, some pedagogical experiences are found, aiming at the different objectives. For example, some of the work that has been done relates to sustainability, the use of light, natural, ecological and/or recyclable materials such as cardboard and bamboo.

In this paper, we present some of the experiences developed at the University of Architecture and Urbanism of the Federal University of Juiz de Fora, specifically within the discipline of Study of the Form, which is a compulsory subject of a theoretical/practical nature, offered to first period students, given in the Models and Mock-ups Laboratory. The study of geodesics has as main objective to integrate contents of structural systems, graphic representation and architectural design, as well as history and theory, in such a way that students perceive the inseparability between these contents. Thus, what is sought here is to present five different, but interrelated, practical approaches to the study of geodesics, ranging from the production of a small scale model to the construction on a natural scale.

4.1 Building the repertoire

Although they have already seen some geodesic, generally the newcomer students in the courses of Architecture and Urbanism do not have a broad repertoire on this type of structure. Therefore, some explanations are necessary on the subject, especially integrating different points of view and the various fields of human knowledge that contribute to the study of geodesics, among which should be highlighted: Mathematics (Geometry [Graphical Representation]), History (and Theory), Engineering (and Technology) and Architecture and Urbanism.

From an expository class, based on a literature review, widely illustrated, students are invited to perform, as an extra class activity, searches for new examples of applications of the geodesic in architectural contexts. It should be noted that there are many images available on the Internet. With a simple search in the “Google images” by the words “geodesic” or “geodesic dome”, students are able to find numerous examples. The same goes for searches made at “Pinterest”.

In a next class, the students must bring the images found to socialize with the rest of the class, seeking to present: (a) the constructive solutions adopted, (b) the materials used, (c) the authors of the project’s biography, (d) the location and date of construction, (e) the project images, among others. Thus, students become more awake to the theme of geodesics as an architectural object.

4.2 Manufacture of small scale models

Also, after the lecture, students form pairs to construct a geodesic of 20cm of base diameter, preferably of frequency equal to 2V, in such a way that it is not an excessively complicated exercise. To do this, each pair is stimulated to look for different programs (or websites) to perform the calculations.

There are several websites and programs that are proposed to assist in the calculation of geodesic domes. By way of illustration, the website “Acidome” (http://acidome.ru) can be cited, in which several parameters can be changed. A differentiator of this site is that it is generated a three-dimensional model, which can be manipulated as well as chosen different finishes. This site, which is quite complete, also presents the planned design of the faces and the angulation between them for the assembly.

Also the site “Desert Domes” (http://www.desertdomes.com) proposes to calculate the geodesics from the insertion of several parameters. Another example is the CADRE Geo 7 program (https://www.cadreanalytic.com/cadregeo.htm).

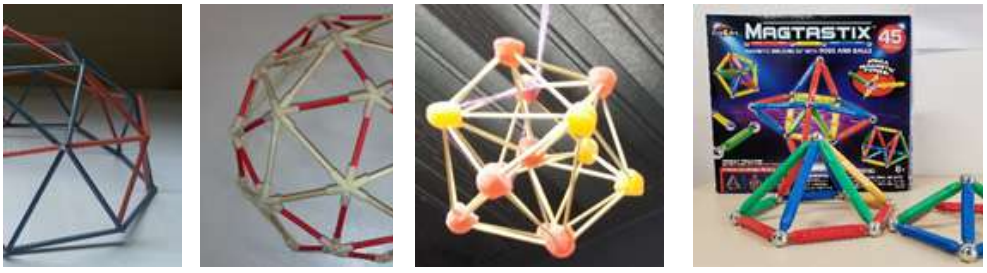
According to the calculations of the site Desert Domes, for a geodesic of 10cm of radius of base, of frequency = 2V, is necessary 35 bars of approximately 6,2cm of length and 30 bars of 5,5cm of length, as well as 10 knots for 4 connections, 6 knots for 5 connections and 10 knots for 6 connections.

It is suggested that students adopt different colors for the bars, in order to facilitate the assembly of the geodesic, avoiding the confusion between the bars that, although they have different measures, are approximate.

During the semesters, since this exercise began to be carried out, the materials were alternated (Picture 2). Plastic straws (preferably sanitized and reused) are used, connected with a thread or string. In this case, the knots are not necessary, since the joints of the ends of the straws by means of a line or string are sufficient. Another possibility is the use of barbecue sticks connected with knots made with rubber sticks. Thus, we have flexible enough knots to arm the geodesic, being able to connect the bars.

Also, in the discipline, exercises have already been carried out in trussed girder were constructed with toothpicks (for bars) and candies (for knots). And in addition to these, other materials can be used in the construction of economical mock-ups, such as paper straws (made by the students themselves with newspaper or brown paper) for bars and child modeling dough, biscuit mass or epoxy mass for knots. Slightly costlier mock-ups can be built using Balsa Wood bars or with sets of digitally modeled parts made from a 3D printer.

More recently, with the development of a research funded by the Foundation for Research Support of the State of Minas Gerais (FAPEMIG), coordinated by the author of this paper, some assembling games were acquired which can also be used for the construction of geodesics. To this end, the following games stand out: Magtastix (whose connections are made from magnetic unions) and Construction Fort.



Picture 2 – Geodesic models and trussed girder produced with different materials.
Source: author’s collection.

4.3 Planning of geodesic domes

Among the various mathematical (geometric) contents, also related to the technical and projective design, the geodesics raise the theme of planning. Taking this into account, students may be asked to plan the geodesic using cardboard paper (a stiffer paper of a higher weight) so that it can be cut and assembled at the end.

It is interesting to note that when planning is done after the first mock-up is assembled, the students get a better understanding, because the abstraction in plane (drawing on paper) happens through a physical model, a concrete material already manufactured by the students. Including, the measurements for the realization of the drawing can be taken directly from the built geodesic.

For planning, it is suggested to adopt the 1:2 scale in relation to the model previously constructed. The drawing can be done both with precision instruments such as pencil, ruler and compass, as well as with Computer Aided Design (CAD) features, using programs such as AutoCAD, CorelDRAW and PhotoShop, or even programs more complex as Rhinoceros accompanied by the plug-in Grasshopper. With the introduction of rapid prototyping and digital manufacturing equipment in Architecture and Urbanism schools, it is possible to move directly from the computerized design to the cut in a laser cutter or cutter plotter.

4.4 Simulations and projections: geodesic forms as project theme

From the expansion of the students' repertoire in relation to the geodesics and the construction of the models, in parallel to the planning processes, creative and project activities can be explored. In the discipline of Form Study, students have been instigated to think how architects can appropriate geodesics in their projects. Thus, we agree with Montenegro (1991, p.78), when affirming that

> the assembly of geodesics and polyhedrons (especially after studying two fundamental problems of DG - true greatness and planning) gives rise to a large number of construction alternatives. Mock-up assembly must be associated with drawings in order to develop creative ability (create new things or give new uses to old things, getting out of the rut) in parallel with manual dexterity and mastery of graphic representation theory.

In proposing the use of geodesics as a starting point for the project, we are using a normative method of creating architectural forms, detailed exposed by Mahfuz (1995, p.89 and 90). According to the author, the geodesic domes are conceived from a type of norm represented by three-dimensional geometric systems (MAHFUZ, 1995, p.90).

Thus, the design exercises can be of different natures and degrees of sophistication. Some exercises may require little time, when developed in the classroom itself, using sketch drawing, from the technique of brainstorming (or, more specifically, brain drawing); others may require more time and are indicated as extra class activity, with which it is proposed to use assemblies (computerized or not), photo insertions, etc., or more elaborate perspective drawings, created with various techniques (painting, crayons, pen etc.).

4.5 Construction of geodesics in natural scale

As Laverde and Salado point out (2012), in architecture schools there is still a great distance between the project and the constructive practice. Although we have witnessed the introduction of rapid prototyping and digital fabrication technologies into teaching spaces, we have seen a reversal of this framework, the broad development of practical activities that lead students to deal with problems of a more constructive nature, is still necessary. It is in this sense that the construction of a geodesic dome on a natural scale can contribute.

In the discipline of Form Study, the construction exercise of the geodesic has been carried out, usually, in the middle of the academic semester, after the activities previously mentioned, as a facility set up in some public place. The geodesic has been mounted in the college lobby or courtyard, between the main building of the University of Architecture and Urbanism and the buildings of the University of Engineering, next to the canteen (Picture 3).

Although various materials (varying from cardboard tubes or paper reels' tubes, recycled fabrics to metal bars) can be used, the geodesic of this exercise has been constructed with PVC pipes connected with knots also cut into PVC and attached with Nylon clamps. With these materials, a lightweight structure is obtained, resistant enough to support its own weight, being able to be exposed to the storms and of low cost. When disassembled, the parts are stored for reuse in future installations.

Picture 3 – Construction and installation of geodesics in natural scale.
Source: author's collection.

5 Final considerations

As evidenced in this paper, the geodesic theme is very pertinent to an interdisciplinary approach between Geometry, Architecture and Engineering, spanning different dimensions of design, history and theory, graphic representation and constructive technology.

What was tried to present was a chain of activities having the geodesic as generator theme. Therefore, in addition to a focus on the specific topic, from a methodological point of view, this paper presents some exercises of a didactic sequence based on dialogic (and non-paradoxical) experiences amongst theory and practice, amongst abstraction and materialization, amongst the two-dimensional and three-dimensional graphic representation, ranging from the production of prototypes to the construction on a natural scale.

As a conclusion, it should be pointed out from the experiments carried out that the production of geodesics, whether during mock-up making or assembly in a natural size, or even in function of the ludic aspect involved in carrying out the proposed tasks, has involved students, who have been very committed to the search for new knowledge and motivated to understand the geometric, technical and aesthetic relationships underlying the architectural design and civil construction.

Acknowledges

The thanks are directed to the Foundation for Research Support of the State of Minas Gerais (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG) - TEC Process APQ 01041/14 and TEC PPM 00766/15, which enabled financially the researches that generated some of the reflections presented in this paper, and the Professor PhD Juliane Figueiredo Fonseca, with whom I have shared some reflections and researches over the last few years. I should also like to thank the monitors, masters (teaching trainees) and the students of the discipline in which the exercises described in this paper were developed.

References

AMORIM, Anália M. M. C. Diálogos entre forma arquitetônica e sua concepção estrutural. In: PERRONE, Rafael Antonio Cunha; VARGAS, Heliana Comin (Orgs.). **Fundamentos de projeto:** arquitetura e urbanismo. São paulo: EDUSP, 2014. p.138-145.

CHING, Francis D. K. **Dicionário visual de arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

DINIZ, João Antônio Valle. **Estruturas geodésicas:** estudos retrospectivos e proposta para um espaço de educação ambiental. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Ouro preto. 2006.

ENGEL, Heino. **Sistemas estruturais**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

FULLER, Richard Buckminster. **Synergetics:** explorations on the geometry of thinking. New York: [s.n.], 2002. Disponível em: https://bit.ly/2GvUByj. Acesso em: 2 jul. 2018.

LAVERDE, Albenise; SALADO, Gerusa de Cássia. Construção de uma cúpula geodésica com tubos de papelão: uma experiência na Universidade Federal De Uberlândia – UFU/MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40. **Anais [...]** Belém/PA: ABENGE, 2012. Disponível em: https://bit.ly/2V7qJMa. Acesso em: 2 jul. 2018.

LOPES, João Marcos; BOGÉA, Marta; RABELLO, Yopanan. **Arquiteturas da engenharia, ou, engenharias da arquitetura.** São Paulo: Mandarim, 2006. p.9 e 10.

LOTUFO, Vitor Amaral; LOPES, João Marcos A. **Geodésicas e cia**. São Paulo: Projeto, 1981.

MAHFUZ, Edson da Cunha. **Ensaio sobre a razão compositiva:** uma investigação sobre a natureza das relações entre as partes e o todo na composição arquitetônica. Viçosa: UFV; Belo Horizonte: AP Cultural, 1995.

MARQUES, Diogo. Domos geodésicos: o que são e quais suas vantagens para a construção sustentável. **SustentArqui**. 2016. Disponível em: https://sustentarqui.com.br/domos-geodesicos-vantagens/. Acesso em: 15 nov. 2018.

MONTENEGRO, Gildo A. **Geometria descritiva.** São Paulo: Blucher, 1991.

MONTENEGRO, Gildo A. **Ventilação e cobertas**: estudo teórico, histórico e descontraído. São Paulo: Blucher, 1984.

SILVA, Julia Teles da; FARBIARZ, Jackeline Lima. O pensamento de Buckminster Fuller e o LILD, PUC-RIO. In: **Anais do 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design [= Blucher Design Proceedings, v. 9, n. 2].** São Paulo: Blucher, 2016. p. 1999-2010. Disponível em: https://bit.ly/2BRI2eb. Acesso em: 10 fev. 2018.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. Prefácio: a poética da estrutura na beleza da obra. In: LOPES, João Marcos; BOGÉA, Marta; RRABELLO, Yopanan. **Arquiteturas da engenharia, ou, engenharias da arquitetura.** São paulo: Mandarim, 2006. p.9 e 10.

VERSCHLEISSER, Roberto. **Aplicação de estruturas de bambu no design de objetos:** como construir objetos leves, resistentes, ecológicos e de baixo custo. Tese (Programa de Pós-Graduação em Design). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: https://bit.ly/2TU8Zn5. Acesso em: 5 fev. 2018.

VILLASUSO, Bernardo Marcelo. **El espacio arquitectónico:** la estrutura portante. Buenos Aires: El Ateneo, 2009.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ENSINO DE DESENHO COM USO DE ELEMENTOS DA LINGUAGEM VISUAL VOLTADO À EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA SURDOS

SILVA, Alix Ribeiro da[1],
ULBRICHT, Vania Ribas[2],

Resumo

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa de mestrado que objetivou desenvolver a partir do ensino de desenho com uso de elementos da linguagem visual, uma comunicação alternativa sobre Educação Ambiental para pessoas surdas. Na metodologia da pesquisa fez-se um estudo de caso realizado com seis alunos surdos pertencentes ao Atendimento Educacional Especializado da Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição, município de São José – Santa Catarina. O tema Educação Ambiental foi trabalho com os alunos por meio de diversas atividades didáticas, onde foram levantadas palavras-chave que foram usadas nas atividades de desenho. Para criação dos desenhos, trabalhou-se com elementos da linguagem visual (forma, linha, ponto e cor) por meio de atividades de coordenação motora. Conclui-se que, para os surdos o desenho pictográfico é uma forma de comunicação visual acessível que os auxilia a ter uma vida com autonomia.

Palavras-chave: desenho; linguagem visual; pessoas surdas; comunicação visual.

Abstract

This work is a cut of a master's research that aimed to develop from the teaching of drawing using elements of visual language, an alternative communication on Environmental Education for deaf people. In the methodology of the research, a case study was carried out with six deaf students belonging to the Specialized Educational Attendance of the School of Basic Education Nossa Senhora da Conceição, municipality of São José – Santa Catarina. The theme Environmental Education was work with students through various didactic activities, where keywords were raised that were used in drawing activities. To create the drawings, we worked with visual language elements (shape, line, point and color) through motor coordination activities. It is concluded that for the deaf the pictographic design is a form of accessible visual communication that helps them to have a life with autonomy.

Keywords: drawing; visual language; deaf people; visual communication.

[1] PPGEGC-UFSC, alixribeiro@gmail.com
[2] Professora do PPGEGC-UFSC, vrulbricht@gmail.com

1 Introdução

Ribas (2018) aponta que, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes ao ano de 2010, 360 milhões de pessoas se autodeclararam deficientes auditivas no mundo. No Brasil, os dados indicaram 1.798.967 pessoas com deficiência auditiva e destes, 344.206 se declararam surdas.
A partir dos dados, observa-se um alto número de pessoas surdas que necessitam de Tecnologias Assistivas e de novas formas didáticas que os auxiliem ter acesso à informação e ao conhecimento, e, assim, possibilite que os mesmos vivam com autonomia em uma sociedade que por tempos os discriminou e marginalizou-os, colocando-os fora dos interesses sociais (político, educacional, comunicacional, informacional, etc.).

Para o ensino de desenho com os alunos surdos, trabalhou-se com elementos da linguagem visual. Desta forma os alunos perceberam a facilidade em desenvolver e compreender desenhos simples com uso de elementos básicos da comunicação visual (ponto, linha, forma, e cor), apresentados por Dondis (2015).

A imagem sendo tratada como linguagem e cheia de significados aos olhos de quem a interpreta, deve ser acessível a todos, assim, sendo importante a alfabetização visual. Para Couto (2000), a alfabetização visual contribui com habilidades e conhecimentos ao criador de imagens, que em primeiro lugar deve “conhecer mesmo que intuitivamente, um “vocabulário” ou uma “gramática”, antes de elaborá-la; segundo, porque a imagem possui a capacidade de referência, a representatividade, capacidade esta que é também propriedade dos signos linguísticos” (COUTO, 2000, p. 14).

Neste trabalho, buscou-se relacionar o desenho com conhecimentos de Educação Ambiental, para que assim, o aluno surdo pudesse aprender conhecimentos ambientais de forma lúdica com uso de desenho. Para tanto, foi realizado diversas atividades sobre Educação Ambiental com os seis alunos surdos, para que estes pudessem ter acesso a possíveis conhecimentos e depois pudessem reforçar com a prática do desenho.

Apresenta-se neste trabalho um recorte de uma dissertação de mestrado, onde, foi feito um estudo de caso, que, segundo Yin (2001), além de utilizar técnicas de pesquisas históricas, permite agregar diversas fontes de evidências, como interrogações dos acontecimentos estudados e entrevistas, realizada com alunos surdos.

A pesquisa foi realizada por meio da técnica de pesquisa-ação durante cinco meses, com seis alunos surdos frequentastes da sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE), na Escola Nossa Senhora da Conceição, no Município de São José – Santa Catarina.

Justifica-se o ensino de desenho para alunos surdos, pelo benefício que esses terão na leitura de imagens visuais encontradas nos diversos ambientes da sociedade. Neste estudo, trabalhou-se com desenhos que envolvem Educação Ambiental, um tema de interesse social para preservação e conservação do ambiente natural. Apesar da relevância ambiental, o tema é de pouco acesso às pessoas surdas, outra justificativa que fundamenta este trabalho.

2 Revisão bibliográfica

2.1 Um breve relato sobre o público alvo: As pessoas surdas

Sabe-se que no passado, as atividades eram focadas na agricultura ou na produção industrial, sendo as pessoas com deficiência consideradas incapazes de realizar essas tarefas, além de serem consideradas um inconveniente para a sociedade, sendo por vezes escondidos ou presas e acorrentadas em porões ou abandonados à própria sorte, em alguns povos eram considerados amaldiçoados (SONZA, 2013). Com os surdos a situação não foi diferente, sendo esses excluídos do convívio em sociedade (SILVA, 2013).

Para Perlin e Strobel (2006, p. 5) "a história da educação de surdos não é uma história difícil de ser analisada e compreendida, ela evolui continuamente apesar de vários impactos marcantes". Contudo, cada momento da história afirma uma nova realidade de oportunidades para as pessoas surdas. Na educação, até a metade do século XVI, segundo Dias (2006) apud Merselian e Vitaliano (2009) os surdos não eram considerados educáveis, e por consequência, desnecessários para a coletividade.

No Brasil, a educação de surdos iniciou no ano de 1857 com a vinda do professor francês surdo Hernest Huet, formado pelo Instituto Nacional de Surdos e Mudos de Paris, cuja função era educar crianças surdas detentoras de bolsas de estudo cedidas pelo governo (GOLDFELD, 2002). Huet funda o Instituto Imperial de Surdos e Mudos, hoje nomeado de Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES). O Instituto fazia uso da língua de sinais e do alfabeto datilológico, também conhecido como alfabeto manual (REILY, 2006).

Entre as décadas de 80 e 90, surge o bilinguismo. Desde então o bilinguismo tem predominado como metodologia de ensino. Segundo Quadros (1997) apud Marinho (2007, p. 19) o bilinguismo é "uma proposta de ensino usada por escolas que propõem tornar acessível à criança duas línguas no contexto escolar".

A inclusão escolar de pessoas com deficiência nas classes de ensino regular existe, e não pode negar-se. Porém, voltando-se ao surdo, essa inclusão nem sempre existiu, e atualmente é encarada com vários problemas que afetam a vida, o aprendizado e a socialização das pessoas surdas, na escola e na sociedade em geral.

Bueno et al. (2014, p. 1) dizem que "os surdos têm sua própria cultura, um termo aplicado ao movimento social que mantém a surdez como uma diferença na experiência humana, em vez de uma deficiência". Ou seja, o termo deficiente não cabe aos surdos, pois, estes são surdos e possuem uma linguagem natural, a Língua de Sinais Brasileira (Libras), língua crucial para o desenvolvimento intelectual da comunidade surda.

Para Gravel e O'Gara (2003), a maioria dos adultos surdos se auto identificam usuários da linguagem visual, ou seja, da Libras, um tipo particular de linguagem de caráter viso-espacial. Ainda segundo as autoras, alguns adultos surdos se consideram bilíngue, isto é, usam a língua de sinais para se comunicar dentro da comunidade surda e uma forma de comunicação oral para interações com indivíduos ouvintes. Porém, dentro da comunidade surda, o termo bilíngue é utilizado em referência aos surdos que fazem uso da Libras como primeira língua, e de uma segunda língua na modalidade escrita, no caso, a língua portuguesa (BUENO et al., 2014).

2.2 Educação Ambiental

Educação Ambiental é um direito sancionado por meio da Lei 9.795/99 que institui a Política Nacional de Educação Ambiental e outras providências. Pela lei, entende-se por Educação Ambiental as metodologias pelas quais o "indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade" (BRASIL, 1999).

Educação Ambiental é um tema a se trabalhar de forma interdisciplinar com os vários grupos que formam nossa sociedade, e, assim fazer valer a Constituição Federal que estabelece no Capítulo VI (do meio ambiente), artigo 225, no inciso VI, a necessidade de "promover à Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente" (BRASIL, 1988).

2.3 Linguagem visual

Para Piekas (2017), o campo da linguagem visual engloba conceitos e envolve um conjunto de signos que são fundamentais na comunicação entre os seres humanos e a representação no mundo por meio da imagem. "A linguagem visual é um fenômeno de cultura que se estrutura como imagem e se constitui como prática significante, isto é, prática de produção de sentido" (COUTO, 2000, p. 13).

A partir do pensamento de Couto (2000), de que a linguagem visual é um fenômeno cultural estruturado na imagem, se faz necessário um processo de alfabetização visual, pois como diz Piekas (2017, p. 28), "a imagem é geralmente apreciada de forma global, entretanto, as partes da imagem e a maneira como se articulam entre si merecem ser observadas e analisadas, ressaltando a importância da alfabetização visual".

A leitura da imagem visual não é imediata e depende da aprendizagem de sua linguagem. O que os autores Costa, Albuquerque e Carneiro-Leão (2017) chamam de letramento visual.

2.3.1 Elementos básicos da linguagem visual

Neste trabalho utilizou-se de quatro elementos básicos, sendo: Ponto, linha, forma, e cor.

Segundo Dondis (2015, p. 53) o ponto é considerado "a unidade de comunicação visual mais simples", entretanto, como diz Piekas (2017, p. 33) "mesmo sendo uma unidade mínima, ele atrai o olhar para o espaço em que está inserido".

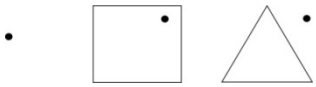


Figura 1 – Ponto de referência no espaço.
Fonte: Dondis (2015, p.53)

O elemento visual linha é considerado por Dondis (2015, p. 55) "como um ponto em movimento ou como a história do movimento de um ponto". A linha possui uma grande energia no campo das artes visuais. Assim, pode-se dizer que a linha está sempre em movimento, nunca sendo estática. A linha é considerada o elemento fundamental de pré-visualização de forma linear e fluida, onde, o desenhista pode projetar mentalmente e expor de forma palpável o esboço de uma obra não consumada, contribuindo para o processo de visualização (DONDIS, 2015).

Figura 2 – Formas da linha em movimento.
Fonte: Dondis (2015, p.55)

Segundo Dondis (2015) a forma é resultado daquilo que a linha descreve e apresenta três formas básicas: o círculo, o quadrado e o triângulo. Cada forma tem sua característica própria. “Cada uma se atribui uma grande quantidade de significados, alguns por associação, outros por vinculação arbitrária, e outros, ainda, através de nossas próprias percepções psicológicas e fisiológicas”(DONDIS, 2015, p. 57-58).

Para Dondis (2015) a combinação e a variação infinita das três formas básicas (círculo, quadrado e triângulo), deriva-se as demais formas físicas da natureza e da imaginação humana, conforme a Figura 3.

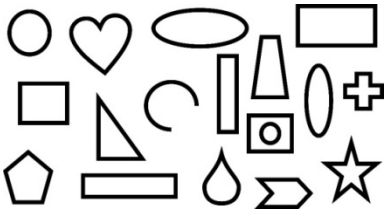


Figura 3 - Formas básicas.
Fonte: Dondis (2015, p.59)

A cor é outro elemento da linguagem visual com grande relevância para a comunicação visual, pois, está impregnada de informações, dando significados ao universo colorido. “Enquanto o tom está associado à questão de sobrevivência, sendo, portanto, essencial para o organismo humano, a cor tem maiores afinidades com a emoção” (DONDIS, 2015, p. 64).

3 Educação Ambiental e ensino de desenho para surdos

Desenhar é uma habilidade humana que faz parte do desenvolvimento cognitivo do ser humano, ou como diz Cox (2010, p. 4), a arte de desenhar “é parte importante do desenvolvimento infantil”. Há pessoas que desenham com facilidade, parte de um dom artístico; e outras que desenham com dificuldades, criando “rascunhos” com significados; contudo, as diferentes formas de se expressar, com facilidade ou não, é parte de uma habilidade que chamamos de desenho.

Araújo e Lacerda (2008, p. 431) consideram inicialmente o desenho como brincadeira, “um processo autocontido de representação; em seguida, o ato completo pode ser usado como estratagema: o desenho transforma-se, passando de simples representação para um meio, e o intelecto adquire um instrumento novo e poderoso na forma da primeira escrita diferenciada”.

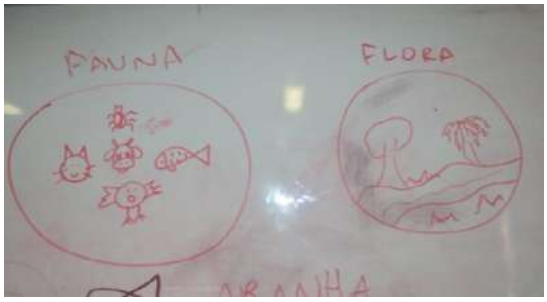


Figura 4 - Desenho da aluna A4.
Fonte: Autores

O desenho exposto na figura 4, foi desenvolvido no quadro branco da sala de AEE, por uma aluna. Pode-se considerar o desenho criado pela aluna como uma arte que simboliza a fauna e a flora, ou seja, um desenho com significado real. No desenho da fauna, observam-se desenhos de espécies animais, como o peixe, animal aquático; o pássaro, animal voador; o gato, o boi e a aranha como animais terrestres, sendo o gato um animal doméstico domiciliar, o boi um animal doméstico de criação racional, e a aranha como animal silvestre. O desenho da flora é simbolizado por duas espécies de árvores.

A representação do desenho por meio de imagens, "em todas as suas formas, vem ocupando um papel cada vez mais importante na comunicação e interação social, e constitui-se como um recurso visual bastante utilizado pela criança" (ARAÚJO; LACERDA, 2010, p. 696). Para Cox (2010) a maioria das crianças mostram interesses e sentem prazer por desenhar, preocupando-se com a identificação dos objetos de seus desenhos.

Para Derdyk (2015, p. 24) "a criança é um ser em contínuo movimento. Este estado de eterna transformação física, perceptiva, psíquica, emocional e cognitiva promove na criança um espírito curioso, atento e experimental". O espírito de curiosidade, de atenção e de experiência da criança, juntamente do espírito artístico e por meio da imaginação, leva-os a expor por meio de desenhos a experiência de vida, guardando na memória e no "papel" parte de suas vidas.

Ao trabalhar o ensino de desenho com os surdos, abordando desenhos de EA, percebeu-se grande curiosidade a respeito do tema, levando-os a ter atenção em aprender (sobre Educação Ambiental e a desenhar), haja vista que, o conhecimento dos alunos era limitado a suas experiências de vida, como questões ligadas ao lixo e a animais, em especial os domésticos.

Trabalhando-se com o ensino de desenho, abordou-se a linguagem visual, iniciando primeiramente com linhas e formas, conforme Figura 5, para que os alunos pudessem ter familiaridade com o tema, e, assim iniciassem o processo de aprendizagem para criação de desenhos a partir de suas observações e entendimento do objeto sobre Educação Ambiental a criar.

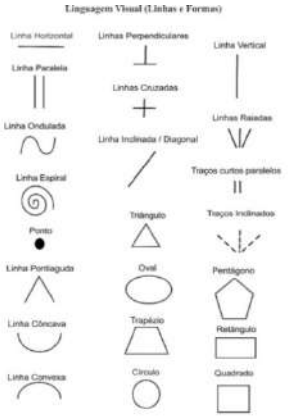


Figura 5 - Elementos da linguagem visual.
Fonte: Autores

Após trabalhar-se com os alunos algumas formas e linhas da linguagem visual, solicitou-se que realizassem uma atividade para exercitar a coordenação motora, além de tamanho e espaço, como se observa na Figura 6. Na atividade, havia o nome do termo da linguagem visual em um pequeno quadro, e o aluno devia realizar o desenho, baseando-se no que haviam aprendido sobre linhas e formas. Antes de fazer o desenho na folha da atividade, os alunos exercitaram em folhas de rascunhos.

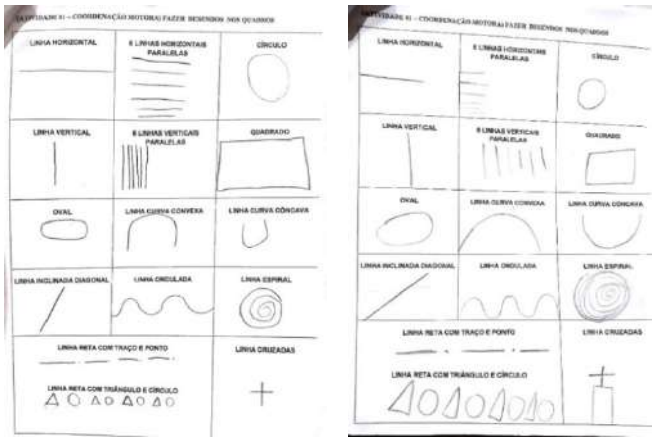


Figura 6 – Trabalho de coordenação motora.
Fonte: Autores

Na próxima atividade com os alunos, para o ensino de desenho, também teve como objetivo trabalhar a coordenação motora e a percepção por meio do raciocínio lógico do aluno ao observar uma imagem com um conjunto de pontos sem relação entre si. Na Figura 7, os alunos deveriam traçar uma linha passando uma única vez por cima de cada ponto, devendo ter um ponto inicial e um final.

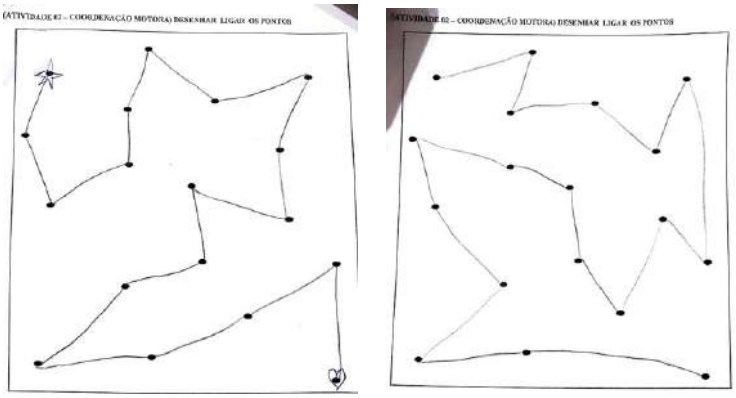


Figura 7 – Atividade de coordenação motora ligando pontos.
Fonte: Autores

Outra atividade com o uso de pontos, porém, dessa vez os pontos apresentavam relação entre si, e que, se ligados corretamente formavam um desenho, sendo o desenho de um barco, de uma casa, de uma árvore e de um coração.

Nesta atividade, além da coordenação motora do aluno, destacou-se o uso de cor e a percepção visual do aluno surdo, onde quase todos os desenhos foram ligados corretamente, com exceção do desenho do aluno A5, da Figura 8, que, ao invés de perceber e desenhar um barco, observou e desenhou o que para ele era um sapato com salto alto.

Aluna A2

Aluno A5

Aluna A3

Figura 8 - Atividade dois, coordenação motora, ligar os pontos.
Fonte: Autores

A atividade próxima foi para ter concepção do nível de capacidade em desenhar fazendo uso de elementos da linguagem visual. Na atividade foi pedido aos alunos que realizassem três desenhos, sendo um desenho de paisagem, um da escola e outro de uma floresta.

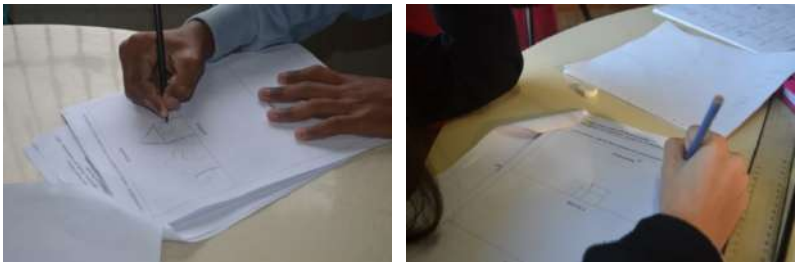


Figura 9 – Atividade de desenho com os alunos.
Fonte: Autores

Para os alunos surdos da pesquisa, o desenho colorido pareceu ser mais fácil de visualizar e identificar seu significado, pois as cores demarcam o limite e separação das partes que compõem um desenho. Além de que, a cor os leva a associar a imagem a seu sentido.

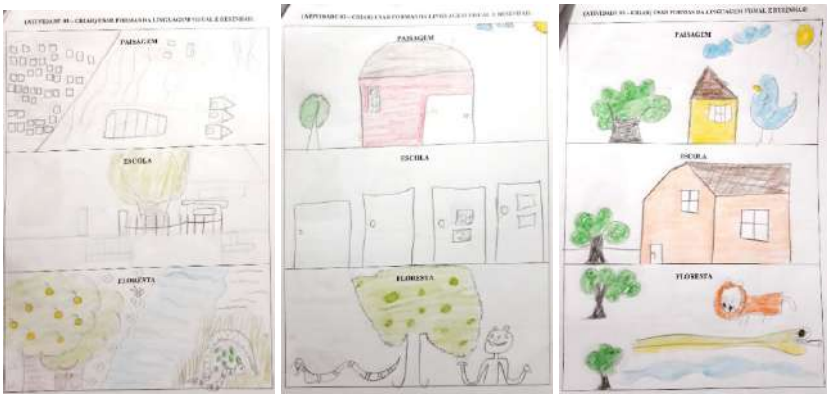


Figura 10 – Desenho dos alunos.
Fonte: Autores

Os desenhos das figuras acima foram desenhados pelos alunos sem intervenção da equipe de pesquisa. Logo, os desenhos não levam ou não foram desenhados a partir dos elementos da linguagem visual, ainda que se percebam alguns elementos como formas, linhas e cores.

Outra atividade de ensino de desenho foi fazendo uso do esquema gráfico de pictogramas de animais, sendo ensinado aos alunos o passo a passo, visualizando cada elemento da linguagem visual até construção do desenho, conforme Figura 11.

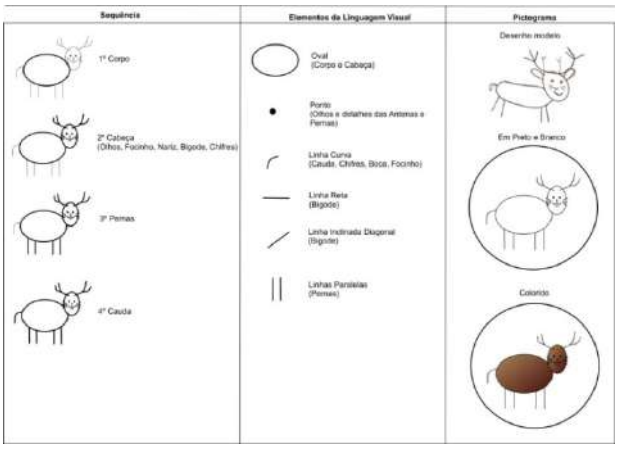


Figura 11 – Esquema gráfico de construção do desenho pictográfico.
Fonte: Autores

4 Considerações finais

Considerando as mudanças de estilos de vida e avanço das tecnologias, a comunicação visual com uso de desenhos se tornou algo casual, sendo de preferência de muitos usuários. Trabalhar um determinado conhecimento fazendo uso da arte de desenhar, em especial com pessoas com deficiência que apresentam um determinado sentido do corpo comprometido, neste caso o surdo, com sentido da audição, é uma saída que possibilita o aprendizado desses de forma lúdica, uma forma de promover acessibilidade e assim promover autonomia por meio da comunicação visual.

A partir deste trabalho, foi possível adquirir indicativos do nível de conhecimento em Educação Ambiental dos alunos e contribuir com novos conhecimentos, tanto em caráter de ensino formal quanto não formal.

Apesar de o trabalho ter sido realizado com alunos surdos, é possível empregar a metodologia de ensino de desenho apresentado nesta pesquisa com outras pessoas com deficiência e para além de pessoas com deficiência, pois os desenhos apresentados foram feitos de forma simples, com uso de elementos básicos da linguagem visual, como forma, linha, ponto e cor.

Com a prática de ensino de desenho, buscou-se eliminar o máximo de detalhes que pudessem dificultar a comunicação visual do surdo, ou mesmo do ouvinte e qualquer pessoa que faça uso de comunicação visual.

Por fim, considera-se que este trabalho contribuiu com o processo de inclusão social a partir de atividades teóricas e práticas na escola; e de comunicação, por meio do ensino de desenho para auxiliar na comunicação visual, referentes à Educação Ambiental.

Ao fim da pesquisa, pode-se dizer que a escolha do tema Educação Ambiental foi de ampla relevância a ser trabalhada com os alunos surdos, visto que os conhecimentos ambientais desses alunos mostraram-se reduzidos a conhecimentos do dia-a-dia.

Agradecimentos

Ao PPGEGC, bem como a Universidade Federal de Santa Catarina, e apoio da CAPES pela Bolsa de Pesquisa que auxiliou durante o desenvolvimento da pesquisa. Também, agradecemos a Secretaria Estadual de Educação de Santa Catarina, e a Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição.

Referências

ARAÚJO, C. C. M.; LACERDA, C. B. F**. Linguagem e desenho no desenvolvimento da criança surda:** implicações histórico-culturais. Psicologia em estudo - Maringá, v. 15, n. 4, p. 695-703, 2010.

BRASIL. **Lei nº 9.795**, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: 1999.

____ . **Constituição da República:** Capítulo XI do meio ambiente, art. 225 – Brasília, 1988.

BUENO, J.; ULBRICHT, V. R.; SPINILLO, G. C.; GARCÍA, L. S. **Crianças surdas e ouvintes:** um estudo comparativo sobre as preferências de cor, forma e estilo de desenho. Anais do 6th Information Design International Conference, vol. 1 num. 2, São Paulo, 2014.

COUTO, R. C. **A Escolarização da Linguagem Visual:** Uma leitura dos documentos ao professor. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UFMG, 2000.

COSTA, J. S; ALBUQUERQUE, T. C. C;CARNEIRO-LEÃO A. M. A. **Letramento visual e formação de professores:** habilidade de leitura de imagens para o ensino de conceitos biológicos. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis – 2017.

COX, M. **Desenho da Criança**. 3ª Ed. - São Paulo: Martins Fontes, 2010.

DERDYK, E. **Formas de Pensar o Desenho:** Desenvolvimento do Grafismo Infantil. 5ª ed. - Porto Alegre, RS: Zouk, 2015.

DONDIS, D. A. **Sintaxe da Linguagem Visual**. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

DUARTE, M. L.; PIEKAS, M. I. **Vocabulário Pictográfico para a educação inclusiva**. Parte 1 - Animais. Curitiba: Insight, 2013.

GOLDFELD, M. **Linguagem e cognição numa perspectiva sociointeracionista**. São Paulo: Plexus, 2002.

GRAVEL, J. S.; O'GARA, J. **Communication Options for Children With Hearing Loss. Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews**. Vol. 9:, ed. 4, p. 243–251, 2003.

MARINHO, M. L. **O Ensino da Biologia:** o intérprete e a geração de sinais. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Letras, Departamento de Departamento de Linguística, Português e Línguas Clássicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2007

MERSELIAN, K. T.; VITALIANO, C. R. **Análise sobre a trajetória histórica da educação dos surdos**. IX Congresso Nacional de Educação, PUC-PR. 2009.

PERLIN, G.; STROBEL, K. L. **Fundamentos da Educação de Surdos**. CCE – UFSC, Florianópolis, 2006.

PIEKAS, M. I. **Elementos da linguagem visual e ensino de desenhos para crianças cegas.** Tese de Doutorado. Florianópolis: UDESC, 2017.

REILY, L. **Escola inclusiva:** linguagem e mediação. São Paulo: Papirus, 2006.

RIBAS, A. C. **Diretrizes para Desenvolvimento de Ícones Digitais Acessíveis ao Público Surdo.** Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, 2018.

SILVA, J. F. C. **O ensino de física com as mãos:** libras, bilinguismo e inclusão. 2013. 219 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SONZA, A. P. **Acessibilidade e Tecnologia Assistiva:** Pensando a Inclusão Sociodigital de Pessoas com Necessidades Especiais. Bento Gonçalves: BBB, 2013, 368 p.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2.ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

METODOLOGIAS HÍBRIDAS NO ENSINO DE DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL

COSTA, Gleison Bruno[1],
FERREIRA, Luciana Patrícia[2],
FIGUEREDO,Vitória Aparecida Barboza [3],

Resumo

Sabemos que as transformações tecnológicas têm influenciado a geração de conflitos na educação tradicional. A busca por metodologias de ensino mais dinâmicas que consigam refletir as mudanças sociais e abraçar os novos temas chave da humanidade é contínua. Neste horizonte, propomos para a o conteúdo de Expressão Gráfica para a Engenharia Civil a implantação de uma combinação de ferramentas e modelos metodológicos que levem para a sala de aula as vivências físicas e virtuais dos alunos. Tais metodologias têm aprimorado a assimilação dos conteúdos, bem como a incorporação de suas estruturas no processo técnico-criativo, aumentando o interesse dos alunos pela disciplina e agilizando todo o processo de aprendizagem. Este relato coloca a experiência de 6 semestres da disciplina Desenho Técnico para Engenharia Civil do CEFET-MG, que se utiliza da hibridização das ferramentas: CSG (Constructive Solid Geometry) e avaliação formativa e das metodologias espiral e PBL (Problem Based Learning), dentro da perspectiva da simultaneidade e da gamificação, para garantir ao aluno, além de maior clareza de objetivos, a autonomia de experimentação dentro da crescente densidade e especificidade dos conteúdos.

Palavras-chave: Desenho Técnico; Metodologias dinâmicas; aprendizagem.

Abstract

We know that technological transformations have influenced the generation of conflicts in traditional education. The search for more dynamic teaching methodologies that reflect social changes and embrace the new key themes of humanity is continuous. In this context, we propose to the content of Graphic Expression for Civil Engineering the implantation of a combination of tools and methodological models that take to the classroom the physical and virtual experiences of the students. Such methodologies have improved the assimilation of contents, as well as the incorporation of their structures in the technical-

[1] CEFET-MG, gleisoncosta@curvelo.cefetmg.br
[2] CEFET-MG, lupiferreira@cefetmg.br
[3] CEFET-MG, vicbarboza@curvelo.cefetmg.br

creative process, increasing students' interest in the subject and streamlining the entire learning process. This report presents the 6-semester experience of the Technical Design for Civil Engineering discipline of CEFET-MG, which uses the hybridization of the tools: CSG (Constructive Solid Geometry) and formative evaluation and the spiral and PBL (Problem Based Learning) methodologies, from the perspective of simultaneity and gamification, to ensure to the student, besides greater clarity of objectives, the autonomy of experimentation within the increasing density and specificity of the contents.

Keywords: Technical drawing; Dynamic methodologies; learning.

1 Introdução

> "Como ensinar estudantes para um mundo que ainda não existe?" (LOR, 2017, tradução nossa)

Na atualidade a educação enfrenta conflitos paradigmáticos que são acirrados pelas transformações tecnológicas e não é possível, ainda detectar avanços ou retrocessos definitivos. A acumulação de novos conteúdos vem fragmentando o corpo de conhecimentos e coloca em cheque as práticas seculares do ensino. Na engenharia, esta tendência se traduz em segregação de conteúdos mais específicos com objetivo de "ceder lugar do currículo às novas descobertas científicas". Bitencourt e Velasco (2000)

Na engenharia, novas ferramentas gráficas de realidade virtual, associadas a processadores matemáticos poderosos, vêm transformando a possibilidade de identificação, socialização e solução de problemas. A atualidade exige que o profissional se mostre cada vez mais criativo e apto a usufruir das facilidades tecnológicas, com sentido crítico e maturidade para dialogar com os processos computacionais e extrair seu melhor desempenho em favor do avanço de suas áreas de conhecimento.

Diversas metodologias de ensino privilegiam lidar justamente com estes níveis de incerteza e transformações nos conteúdos. Estas ferramentas estão disponíveis em nossos currículos a tempo suficiente para que uma geração inteira de docentes possa ter sido exposta a elas, porém não tem sido postas em prática.

Em sua análise diagnóstica de currículos das Escolas de Engenharia, Bittencourt e Velasco (2000) apontam que os autores de literatura pedagógica "normalmente são desconhecidos dos professores do ensino superior" ou mesmo que, na docência para graduação existe "grande possibilidade de reprodução sistemática de comportamentos". E identificam a redução do conteúdo de Desenho Técnico como parte de um "crônico acréscimo na quantidade de conhecimento a ser assimilado nas engenharias, que demanda uma dinâmica mais ágil de parte das escolas". Mesmo sem concordar com a pressão administrativa que propõe redução nas cargas horárias das disciplinas ou com a excessiva instrumentalização da linguagem técnica, os autores propõem a recuperação de uma "visão holística da atividade projetual" e defendem também a adoção de metodologias que valorizem o aluno e seu processo de aprendizagem.

Para navegar o mundo da engenharia é preciso primeiro falar suas linguagens, dominar sua gramática (normas) e sua semântica (significados), codificar e interpretar os códigos dessas linguagens. Um dos momentos fundamentais na aquisição da linguagem técnica que vai acompanhar o profissional durante toda a carreira é o aprendizado de Desenho Técnico. Apesar disso, os desafios contemporâneos se acumulam nas disciplinas de Desenho Técnico para engenharia: cargas horárias reduzidas, obsolescência de equipamentos e metodologias, acesso de alunos muito despreparados, pressão por uma capacitação computacional relacionada à disciplina, pressões por aprovação na disciplina, considerada secundária, inadequação dos conteúdos às áreas específicas que pretendem atender, despreparo dos docentes para lidar com a situação e perplexidade dos gestores diante dos impactos do avanço da tecnologia e transformações da educação.

Neste cenário, é preciso considerar detidamente todas as questões reavaliando a vocação da disciplina nos espaços onde se insere.

2 Revisão Bibliográfica

> "O sentido único não contradiz, segundo Levinas, a pluralidade de sentidos. A economia do sentido não é traído, por nenhuma razão, pelas significações culturais e seus pluralismos. A razão disso é que a unicidade da significação não implicaria a existência de uma totalidade única do ser, mas totalidades." (SOUZA; OLIVEIRA,2002)

É importante considerar que os alunos hoje tem acesso a variados tipos de conteúdos em palimpsesto, condensados, interdisciplinares, superpostos, híbridos de informação e literatura, de elementos textuais e visuais. A busca por metodologias de ensino ágeis e alinhadas com esta realidade não só é interessante para atrair a atenção dos alunos, senão para aderir o conhecimento ao corpo da contemporaneidade reafirmando sua relevância e estabelecendo seu lugar.

2.1 O Desenho Técnico contemporâneo

Para reconhecer o novo horizonte do Desenho Técnico é preciso recordar que, hoje, ele é, precede e recebe influência das tecnologias de software gráfico. Desde o advento do CAD (Computer Aided Design – Desenho Assistido por Computador) e CAM (Computer Aided Manufacturing – Manufatura Auxiliada por Computador) e a popularização do conceito de "prancheta eletrônica" e manufatura, a popularização dos SG facilitou a modelagem de sólidos geométricos e impactou os M-CAD (Mechanical Computer Aided-Design Software) que permitiam visualizar e verificar a geometria dos objetos em forma virtual antes da produção do protótipo.

A engenharia assistida por computador CAE (Computer Aided Engineering) passou a incluir todos os softwares e sistemas eletrônicos que ajudam nos processos de engenharia e produção. Eles agregam funcionalidades de simulação e parametrização que demandam um profissional instrumentalizado e crítico das tecnologias, com capacidade de analisar a coerência e integridade de dados gráficos e matemáticos combinados.

Com o advento do BIM (Building Information Modeling – Modelagem de Informações da Construção) é possível dizer que não há mais "desenho" e sim *design*, nos referindo ao fato de que já não há ênfase no processo repetitivo de representar formas geométricas em um papel, senão, que há o processo de escolhas entre objetos visuais de projetos pré-configurados como nas linguagens de programação.

É possível delinear um processo no qual o Desenho Técnico se manifeste como um lugar onde estas características desejáveis dos profissionais serão gestadas.

2.2 Por um Desenho Técnico específico

> "Mais do que reproduzir figuras, ele (desenho técnico) se configura em uma linguagem, uma linguagem gráfica, que comunica ideias e informação de uma mente a outra". (FRENCH,1953)

Muitas vezes pode parecer confuso que o Desenho Técnico, sendo base comum para o entendimento de tantas áreas de especialidade técnica, seja demonstrado associado à representação geométrica, à mecânica ou à arquitetônica. Seria esta matéria o espaço da gene-

ralidade ou da especificidade de conteúdos? Agregue a este questionamento a ampliação de áreas do conhecimento que passam a fazer uso deste tipo de linguagem a partir do advento da CG (linguagem “C for Graphics”)?

Desta maneira é possível assumir que a formação que tenha como ferramenta o Desenho Técnico permitirá a compreensão de quaisquer elementos ou processos com ela representados. Uma metáfora seria a da relação entre o alfabeto utilizado em diversas linguagens. Apesar de guardarem uma base comum, desenhos similares podem representar situações distintas conforme a área para a qual foram elaborados.

Para que um código adquira o status de linguagem, precisa ser codificado e interpretado adequadamente por iniciados. Assim, mesmo que possa ser considerada a “língua matriz” a partir da qual outras se desenvolvem, o desenho técnico em cada área guardará especificidades que representam um corpo de conhecimento.

Se considerarmos que para cada tipo de uso técnico, o desenho técnico será usado para definir completa e inequivocamente os tópicos de conhecimento inerentes àquele ramo, permitimos que o conhecimento seja ofertado de forma finita, porém que seu aprendizado se estenda conforme o desejo de aprofundamento.

2.3 Ferramentas de operação booleanas

A história da CG é a busca por interfaces interativas que moveu a evolução de representações, desde as ambíguas representações lineares aramadas até a Geometria Sólida Construtiva (CSG) que popularizaram as operações booleanas em sólidos como forma, por excelência, de construção de geometrias complexas.

Em CSG as funções básicas da álgebra booleanas como: E, OU, NÃO; são traduzidas, em operações booleanas de: união, subtração, complementar, etc. Este formato, apela para o fato de que o usuário utilize sólidos geométricos reconhecidos como formas “primitivas” (em geral os regulares e convexos, podendo ou não ser regulares e platônicos) e gere sólidos geométricos (não convexos) como fruto de combinações lógicas entre eles.

A álgebra booleana recorre a operações intuitivas que equivalem ao trabalho real de juntar, recortar, perfurar ou serrar, mimetizando as operações possíveis com elementos materiais. Este formato de obter a representação gráfica, amplia sobremaneira o espectro de usuários imediatamente aptos ao seu uso e seu conceito pode ser utilizado independente do uso de ferramentas computacionais.

2.4 Simultaneidade de conteúdo

Segundo Ramal (2003), simultaneidade, bem como elementos como a não-linearidade, a articulação entre o visual e o textual e hipertextualidade, tem emergido como um estilo cognitivo apoiado pela cibercultura e permite gerenciar processos de aprendizagem de formas novas. Ela afirma que “a conexão simultânea dos atores da comunicação a uma mesma rede traz uma relação totalmente nova com os conceitos de contexto, espaço e temporalidade”, e esta relação se espelha na avidez por conteúdos que contenham em si mesmos as supostas

aplicações e por situações de intertextualidade e múltiplas interpretações.

Matos (1998) se refere a uma pedagogia da simultaneidade que flerta com conceitos de Zona de Desenvolvimento Proximal - ZDP de Vygotsky e com conceitos de inteligência coletiva de Pierre Lévy. (Vygotsky e Lévy in Matos 1998). Para Matos, o conceito seria próximo de uma "inteligência coletiva" que utiliza a diversidade das habilidades parciais no empenho de solução de um problema.

2.5 Metodologia espiral, metodologia de problemas e gamificação

Num trabalho com projetos é preciso estabelecer de antemão conteúdos que permaneçam constantes enquanto aumenta gradualmente o nível de complexidade das tarefas, e, garantir que em cada etapa o aluno esteja preparado para executá-las. Na metodologia de projetos é necessário estabelecer de antemão ferramentas que permaneçam constantes enquanto o trabalho é desenvolvido e assim, organizar-se trabalhando periodicamente os mesmos conteúdos, cada vez com maior profundidade, modificando continuamente as representações mentais que o estudante vem construindo.

Além disso, com o desenvolvimento das tecnologias e a emergente popularização dos jogos houve o processo de gamificação que combinado ao processo de ensino-aprendizagem possibilitou um ambiente onde o aluno é motivado à resolução de problemas e ao domínio de suas habilidades, tendo liberdade para além de compreender, poder criar, de modo que cada atividade torna-se um desafio, uma experiência significativa.

3 Desenvolvimento: metodologias e ferramentas aplicadas

Nesta proposta, sugerimos a adoção de metodologias e ferramentas combinadas para apoiar um aprendizado com maior densidade de conteúdo, conferindo autonomia de experimentação ao aluno, com suporte para a construção do aprendizado: a Metodologia Espiral, a Metodologia baseada em Problemas, e as ferramentas desenvolvidas pela CSG.

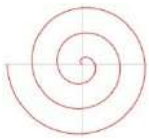
Para fins desta exposição consideraremos o eixo de Expressão Gráfica do curso de Engenharia Civil do CEFET-MG. Ele oferta 90 h/a de disciplinas de desenho, cada uma com 30h/a perfazendo um total de 3: Uma disciplina introdutória de Desenho técnico concentrada no desenvolvimento viso-espacial a partir da representação de peças sólidas e suas correspondentes projeções planas; uma Disciplina de Desenho Arquitetônico com a finalidade de instrumentalizar a representação técnica de edificações de acordo com normas e legislações; e uma disciplina de Desenho Computacional, objetivando instrumentalizar o uso de plataformas gráficas e despertar o interesse pela experimentação e modelagem de protótipos aplicáveis à engenharia civil. Neste estudo focaremos no resultado de 10 semestres de oferta na disciplina desenho técnico considerando os objetivos definidos: Desenvolvimento da habilidade de visualização espacial e da capacidade de codificação e decodificação, ou seja, a comunicação ou linguagem técnico-gráfica e operacionalização gráfica.

3.1 Metodologia espiral

Num trabalho com problemas em espiral é preciso estabelecer de antemão ferramentas que se mantenham as mesmas e aumentar gradualmente o nível de complexidade das tarefas

garantindo que em cada etapa o aluno esteja preparado para executá-las. No construtivismo de Bruner (Ferreira,2015) o aluno tem papel ativo, o professor é o mentor que conhece profundamente o tema e favorece o descobrimento autônomo de conceitos, a aprendizagem é sequenciada em níveis que se relacionam com o conhecimento, e o método se baseia nas experiências adquiridas e solução de problemas. Para ele, nessa metodologia é possível incluir a transmissão social, na qual o aluno interage com os meios físico e social, o processo de identificação e imitação, além da cultura, da linguagem e das técnicas. Para o Desenho Técnico essa Metodologia Espiral é elucidada na Tabela 1.

Tabela 1 – Detalhamento da Espiral para Desenho Técnico

	**CICLO 1:**	**CICLO 2:**	**CICLO 3:**
Conteúdo curricular	. histórico, pontos de fuga. representação de isométricas e projeções e sua conversão. .complexidade em planos ortogonais	.Cotas, Perfurações e Cortes e suas simbologias .Conversão de projeções a isométricas .complexidade em planos ortogonais e oblíquas	3D e 2D inter-relações e reinterpretações. .Aumento de complexidade
Normas de desenho	Normas ABNT para DT	Normas ABNT para DT	Normas ABNT para DT
Aulas dialógicas e de demonstração	Apresentação, Precisão, Proporção, Montagem de prancha e selo, Caligrafia	Agrega Vocabulário normatizado: Cotagem, Cortes, Traços, Símbolos.	Revisão, aumento de complexidade e informação complementar
Instrumentação	Croquis e Desenho instrumental	Croquis, Desenho instrumental e CAD	Croquis, Desenho instrumental e CAD
Princípio construtivo	operações booleanas: Subtração, União, Interseção	Agrega extrusão e revolução em um ou mais eixos	Formas variadas de construir exploração.
Treinamento Propostas do Docente	Exemplos e exercícios. Criação de peças Isométricas e suas projeções (nível básico a médio) Desafio Peças complexas.	Exemplos e exercícios. Criação de Isométricas e suas projeções com apoio de cortes. (nível alto) Desafio da Cidade virtual.	Exemplos e exercícios. Criação de peças Desafio telefone sem fio: decodificação de projeções criadas pelo grupo.
Representação dos elementos específicos o em engenharia	Elementos prismáticos em crescente complexidade	Agrega rampas, telhados, fundações	Elementos variados conforme instrumentação
Monitoria de treinamento e revisão	Treinamento / Rcordatório de conteúdos/ Apoio à Refacção da Avaliações Práticas	Treinamento / Rcordatório de conteúdos/ Apoio à Refacção da Avaliações Práticas	Treinamento / Rcordatório de conteúdos/ Apoio à Refacção da Avaliações Práticas
Treinamento Trabalhos Práticos	Trabalho Prático individual por meio de elaboração de isométricas e suas projeções.	Trabalho Prático individual por meio de elaboração de cortes e interpretação de projeções.	Avaliação individual por meio de elaboração de isométricas e suas projeções e cortes.
Avaliações Práticas	Avaliação Prática individual por meio de elaboração de isométricas e suas projeções.	Avaliação Prática individual por meio de elaboração de cortes e interpretação de projeções.	Avaliação somativa individual de múltipla escolha. Treinamento para seleção.
Habilidades a alcançar	Visualização espacial Codificação	linguagem técnico-gráfica Decodificação	codificação e decodificação operacionalização gráfica

Fonte: Os autores

3.2 Algumas decisões: prioridades e encadeamento no conteúdo

Considerando os objetivos de comunicação e instrumentação em Desenho Técnico abordaremos o conjunto de técnicas, ferramentas e metodologias que oferecem coerência, simultaneidade e suporte para conteúdos posteriores e são organizados em um Mapa Mental do processo proposto (Figura 1).

DO CROQUIS A MÃO: Abreviando a discussão a respeito da importância intrínseca do desenho de croquis no desenvolvimento viso-espacial e criativo, consideramos pertinente adotar o desenho de croquis diante da carga de treinamento que aguarda o aluno e da proposta de interação na qual ele precisará interpelar graficamente os colegas. Consideramos esta uma das habilidades transversais que, uma vez adquirida auxiliará também as tarefas de levantamento e solução de problemas.

DAS FERRAMENTAS CGS: Outra escolha importante é a adoção da metodologia de CGS (Geometria Sólida Construtiva) como formato de aprendizado em parceria do desenho gráfico instrumental em prancheta. Consideramos que ambos os conhecimentos de instrumentalização são importantes para a solução dos problemas dos futuros profissionais. Novamente a ferramenta é transversal pois carrega os conceitos de operações booleanas que vão encadear e abreviar conhecimentos subsequentes.

APOIO (DOCENTE, MONITORES e MATERIAL REMOTO): Oferecer alguém (seja o docente ou os monitores) que te mostre o correto antes de alguém que te corrija, gera uma cultura para o diálogo contínuo a respeito do conteúdo. Este diálogo contribui também para converter os conhecimentos tácitos dos alunos e captar suas dúvidas principais para aprimorar as ferramentas.

SIMULTANEIDADE E DENSIDADE DE CONTEÚDOS: As normas abundantes e estritas da disciplina de desenho técnico podem conferir uma carga gramatical e maçante à disciplina. Por sua vez, na tradição do ensino linear estas ferramentas são apresentadas ainda esvaziadas de seu conteúdo para depois serem novamente apresentadas em sua versão final. Consideramos que a simultaneidade permite condensar a forma e o conteúdo necessários ao aprendizado gráfico. Esta ferramenta será utilizada em todas as disciplinas de desenho subsequentes.

EXERCÍCIOS COMO JOGOS A partir da definição dos princípios construtivos desejáveis se abre a possibilidade de os alunos “jogarem”, com a construção das peças e aumento de complexidade. Esta solução engaja boa parte dos alunos que encontra no formato um espaço para discutir sobre o alcance da visão sobre as peças.

AVALIAÇÃO COMO INSTÂNCIA DE APRENDIZADO (DO BAREMA À REFACÇÃO): A linguagem gráfica técnica demanda graus de elaboração que precisam ser assegurados para que um indivíduo seja formalmente considerado apto. Assim, além dos exemplos e repetições, para tentar assegurar que os alunos compreendam o que é demandado, o preparo e consecução de avaliações é integrado no processo. Apresentamos o feedback na forma de chaves de correção com possibilidade de refazer a avaliação.

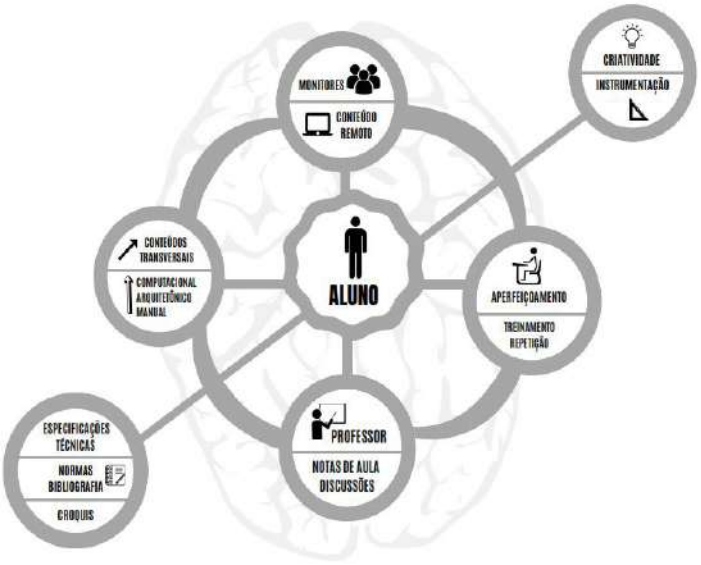


Figura 1 - Mapa mental do processo.
Fonte: Os autores

3.3 Alguns resultados

Os resultados mais significativos que obtivemos em aula foi a mobilização dos alunos entre si e em torno do conhecimento de expressão gráfica ofertado. Durante os seis semestres de aplicação da dinâmica ocorreu a transformação a respeito dos significados que são conferidos à disciplina. Os alunos se organizam em grupos de discussão a respeito do valor contido na peça e sua representação, conferindo a ela o status de um objeto de engenharia. Utilizaram espontaneamente o espaço dos laboratórios de desenho para a exposição e socialização de croquis, além de discutir a respeito das implicâncias de cada representação.

A lógica do processo híbrido de trabalho desenvolvido permitiu atingir os seguintes resultados listados na tabela abaixo:

Tabela 2 – Resultados após o uso da lógica de trabalho desenvolvida.

Contextualizar na representação crua isométrica objetos de interesse genuíno da engenharia civil.	Negociar os critérios e métodos para a criação dos próprios objetos tridimensionais e suas representações.	Permitir o tempo pessoal de cada aluno no alcance do nível mínimo de conhecimento, tendo ferramentas para ampliação a qualquer tempo.	Princípios de gamificação nas propostas de problemas criados pelos próprios alunos.

Fonte: Os autores

Os ganhos no desenvolvimento da percepção tridimensional e desenvolvimento da linguagem gráfica são evidentes. Mais do que obter melhores resultados em avaliação, os estudantes ampliaram a complexidade dos tópicos a serem tratados como resultado do seu próprio interesse. Os aprendizados passaram a ser utilizados como ferramenta que desenvolve ferramentas, a exemplo da utilização de lápis e papel como equivalente ou combinado com o uso de um software. Nesta lógica, o mais importante do processo não é a quantidade de tecnologia que ela implica e sim a escolha adequada de ferramentas que colaboram para o processo.

Mesmo o uso de croqui que poderia parecer um retrocesso nas técnicas, pôde ser empregado em um contexto no qual os alunos libertaram sua criatividade na proposta de peças com foco na linguagem.

4 Conclusões

Neste trabalho, a proposta apresentada constitui em buscar caminhos para o encadeamento entre os conteúdos fragmentados, ao mesmo tempo em que se ofereceram as ferramentas para efetiva instrumentação. O diferencial foi trabalhar dentro de uma lógica que captasse o interesse e propiciasse a criatividade do aluno através de metodologias, linguagem e cultura.

Tais metodologias trataram da interdisciplinaridade através da simultaneidade e da densidade das temáticas propostas colocando-as dentro de perspectivas mais amplas, ressaltando a responsabilidade do aluno e seu papel na sociedade, estabelecendo regras e formas simples e claras para iniciar uma produção própria dos itens requeridos na disciplina.

Esta experimentação bem sucedida tem causas e efeitos que vão além das metodologias propostas e do natural interesse da sociedade em relação às mídias e seus modos ágeis e eficientes de explicitar conteúdos gráficos. Especificamente na engenharia a tendência de uma funcionalidade orientada a design tende a incrementar o uso destes conhecimentos.

É imprescindível refletir e atuar sobre a formação destes profissionais de engenharia diante da realidade na qual algumas disciplinas de um denso currículo técnico e tecnológico se tornam um dos poucos espaços orientados para a experimentação e para a criatividade.

Observando desde a perspectiva da singularidade, ou seja, desde um futuro que não sabemos exatamente qual será, mas que desejavelmente seja tomado por indivíduos cada vez mais autodidatas e profícuos, esperamos que estas experiências com perfil aberto sejam capazes de provocar em nossos alunos respostas para perguntas ainda por surgir.

Referências

BITTENCOURT, R. M.; VELASCO, A. D. **Avaliação nas disciplinas de desenho** In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Ouro Preto: 2000.

Comissão DIR-124/10 e 383/12, **Projeto Pedagógico Para Implantação Do Curso De Engenharia Civil no CEFET-MG Unidade De Curvelo**, CEFET-MG 2012.

FERREIRA, Kelly Araújo; ANGELI, Mirian; DE SOUZA, Maria Alice Veiga Ferreira. 2| JEROME SEYMOUR BRUNER: **COGNITIVISMO EM AÇÃO. APRENDIZAGEM EM DIFERENTES PERSPECTIVAS: uma introdução**, 2015.

FRENCH, Thomas E.; VIERCK, Charles J. (1953), ***A manual of engineering drawing for students and draftsmen*** (8th ed.), New York, New York, USA: McGraw-Hill, LCCN 52013455

LOPES, João M. B. **Modelação geométrica**. Instituto Superior Técnico, 2008. p. 1-34. Universidade Técnica de Lisboa.

LOR, Rex R. **Design Thinking in Education: A Critical Review of Literature.** Conference Proceedings, Bangkok – Thailand, 2017.

MARTINO, Jarryer Andrade de. **A importância do croqui diante das novas tecnologias no processo criativo**. 2007.

MATOS, Juliano Sousa, **Educação, tempo e simultaneidade: uma discussão sobre o futuro da educação**. Revista entreideias: educação, cultura e sociedade 1998.

MIYAMOTO, Rodolfo Tsutomu. **Modelagem tridimensional com geometria construtiva de sólidos (CSG) para projetos de engenharia e arquitetura em sistemas CAD visando à portabilidade e estabilidade de objetos 3D.** Maringá. 2008. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, São Paulo, 2008.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, CJ de H. **Teorias de aprendizagem**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul–Instituto de Física, 2010.

PEREIRA, Mário Lucio Junior. **A modelagem tridimensional informatizada: um instrumento de ensino de projeções ortogonais em arquitetura**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 2001.

PERRENOUD, Phillipe. **Avaliação: da excelência à regularização das aprendizagens: entre duas lógicas.** Porto Alegre, Artmed, 1998.

PINHO, Márcio Sarroglia. **Computação Gráfica - Modelagem de Sólidos.** Grupo de Realidade Virtual da Escola Politécnica, PUCRS. Disponível em: https://www.inf.pucrs.br/~pinho/CG/Aulas/Modelagem/Modelagem3D.html Consulta em 25/03/2019.

RAMAL, Andréa Cecília. **Educação com tecnologias digitais: uma revolução epistemológica em mãos do desenho instrucional.** Educação online: teorias, práticas, legislação, formação corporativa. São Paulo: Loyola, p. 183-198, 2003

SOUZA, Ricardo Timm de.; OLIVEIRA, Nythamar Fernandes de. **Fenomenologia hoje: significado e linguagem**. EDIPUCRS, 2002.

SPECK, H. J. **Proposta de método para facilitar a mudança das técnicas de projetos: da prancheta à modelagem sólida (CAD) para empresas de engenharia de pequeno e médio porte. 2005.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A MODELAGEM DIGITAL COMO AUXÍLIO DA PERCEPÇÃO DO OBJETO ARQUITETÔNICO EM ENSINO DE PROJETO

JANUÁRIO, Pedro Miguel Gomes[1],
XAVIER, Janine Fonseca Matos[2],
XAVIER, Luis Gustavo de Souza[3].

Resumo

O presente trabalho expõe a experiência de modelagem digital desenvolvida em conjunto nas disciplinas de Projeto de Arquitetura 2, Desenho Digital 2 e Projeto de Pesquisa em Modelagem Digital no curso de Arquitetura do ISECENSA (Institutos Superiores de Ensino do CENSA). O objetivo é demonstrar o procedimento metodológico de projetação com a modelagem tridimensional no *SketchUp* para facilitar a compreensão do projeto e ampliar as capacidades cognitivas dos estudantes de Arquitetura nas fases iniciais de criação e expressão plástica. Metodologicamente abordamos os temas de composição digital e do ensino de projeto. Como resultado dos trabalhos tem-se observado que a inserção da modelagem tridimensional no estudo da forma no ensino apresenta resultados satisfatórios nas expressões plásticas dos alunos, com um ganho na compreensão e nas tomadas de decisão de projeto.

Palavras-chave: ensino, projeto, modelagem digital, arquitetura

Abstract

The present work exposes the digital modeling experience developed together in the disciplines of Architectural Project 2, Digital Design 2 and Research Project in Digital Modeling on ISECENSA Architecture course. The goal is to demonstrate the methodological procedure of design with three-dimensional modeling in SketchUp to facilitate understanding of the project and expand the cognitive abilities of students of Architecture in the early stages of creation and plastic expression. Methodologically we cover the subjects of composition, digital graphics and design education. As a result of the work has been noted that the integration of three-dimensional modeling in the study of the way in teaching offers satisfactory results in expressions, plastic with a gain in understanding and decision-making.

Keywords: teaching, design, 3D Modeling, architecture

[1] CIAUD Centro de Investigação, Universidade de Lisboa, Faculdade de Arquitetura, Lisboa, Portugal – arq.pedro.januario2@gmail.com
[2] Centro de Pesquisa dos Institutos Superiores de Ensino do CENSA, Campos dos Goytacazes, Brasil – ninefm@hotmail.com
[3] CIAUD Centro de Investigação, Universidade de Lisboa, Faculdade de Arquitetura, Lisboa, Portugal / Centro de Pesquisa dos Institutos Superiores de Ensino do CENSA, Campos dos Goytacazes, Brasil – luisgxavier@gmail.com

1 Introdução

A computação gráfica é uma realidade contemporânea que já está presente nos escritórios de Arquitetura e nas áreas relacionadas à construção civil. Entretanto, a maneira como se ensina a projeto ainda está em processo de adaptação. A inserção das novas tecnologias de modelagem digital e de realidade virtual no auxílio do processo criativo são adotadas em casos específicos, normalmente por iniciativa dos docentes, embora ainda não sejam uma realidade de todos os cursos de Arquitetura (MACIEL, 2018) (FLORIO,2013) (ANDRADE, 2007).

O campo de trabalho desta pesquisa é o ensino de projeto de Arquitetura frente aos avanços tecnológicos da computação gráfica, principalmente a modelagem digital como ferramenta auxiliar para compreensão das formas, percepção espacial e relações com o entorno do objeto arquitetônico. As aplicações dos estudos estão voltadas para as fases iniciais de criação, composição volumétrica e espacial. Para tal abordamos os temas de metodologias de composição da forma, gráfica digital e ensino de projeto.

O objetivo deste trabalho é apresentar a prática que vem sendo desenvolvida nos últimos quatro anos na disciplina de Desenho Digital (DD2) em parceria com a disciplina de Projeto de Arquitetura 2 (PA2), ambas do quarto período de Arquitetura e Urbanismo dos Institutos Superiores de Ensino do CENSA (ISECENSA) em conjunto com Projeto de Pesquisa em Modelagem Digital, iniciada em 2018-1, na mesma instituição. Como cerne da pesquisa está o desenvolvimento de uma metodologia integrada e interdisciplinar de criação tridimensional para apoio ao desenvolvimento criativo no ensino de Projeto de Arquitetura. A pesquisa também está sendo desenvolvida em doutorado na Universidade de Lisboa. Cabe ressaltar que não foi objetivo desta pesquisa esgotar o assunto de modelagem digital, e nem avaliar as variedades e qualidades dos softwares existentes, e sim apresentar a experiência desenvolvida com alunos.

Como base teórica da pesquisa usamos os conceitos relativos à da Gramática da Forma (*Shape Grammar*) de George Stiny (1980, 2006), assim como, as investigações de Oxman (2005) e Kolarevic (2004), no que concerne o campo da gráfica digital. Complementados, quer pelos estudos de Vidigal (2010) que deram o suporte teórico para as questões de ensino de projeto, quer pelos estudos de composição de Francis Ching (1943).

Neste artigo apresentaremos um resumo com os exemplos dos resultados práticos da experiência desenvolvida ao longo da pesquisa e os dados coletados nos questionários aplicados aos alunos após o exercício de modelagem no ISECENSA em Campos dos Goytacazes – RJ - Brasil.

2 Incentivo ao pensamento tridimensional

Segundo Vidigal (2010) o ato de projetar, independentemente de ser realizado por estudantes ou arquitetos, está em constante transformação, principalmente porque o projeto surge do ato de projetar (planificar segundo regras específicas o objeto que pretendemos construir), ou seja, ele se transforma durante o próprio processo projetivo.

A investigação se deu na disciplina de DD2, que tem por base o ensino de uma ferramenta de desenho tridimensional. Ao longo dos últimos quatro anos a disciplina utiliza o software *SketchUp*, por ser leve para trabalhar, de fácil aprendizado, simples manipulação, além de

possuir versões gratuitas na internet. Alguns alunos apresentam conhecimento prévio do software, geralmente através de auto experimentação do programa e tutoriais da internet, o que facilita a ampliação do conhecimento de modelagem avançada. Na sua essência a disciplina tinha por objetivo apenas ensinar o uso de um software tridimensional para modelagem, entretanto as dificuldades surgiram quando foi elaborada uma integração com a disciplina de PA2. Ministrada por professores distintos, e ambas do mesmo período, os professores iniciaram uma interdisciplinaridade adotando o desenvolvimento simultâneo do projeto nas duas disciplinas. Assim, os alunos poderiam aplicar o conhecimento tridimensional no projeto em desenvolvimento na disciplina de modelagem. Esta experiência é de iniciativa dos professores das cadeiras, porém atende aos anseios da integração dos conhecimentos adotados na instituição. Originalmente a disciplina de PA2 desenvolvia o projeto e era responsável pelo suporte técnico tradicional e a modelagem ficava a cargo da disciplina de DD2 que era usada para finalização e perspectivas do projeto após a produção da planta completa. A dificuldade surgia após a construção do primeiro modelo, pois a maioria dos alunos elaboravam todas as ideias apenas em planta, sem testar ou analisar a volumetria ao longo do processo, e quando desenvolvia a parte tridimensional não ficava satisfeitos, pois o resultado do projeto era uma extrusão de um polígono resultante das questões adotadas para resolver setorizações e circulações, isto é, planta baixa, sem se ater as questões plásticas. Pelo que precisaram rever todos os conceitos do projeto e refazer as plantas, gerando um novo processo de trabalho e subsequentemente diminuindo a sua produtividade.

Para Kolarevic (2003), está emergindo um novo processo de desenho, aumentando o poder dos arquitetos, tanto no âmbito do projeto, quanto na possibilidade de maior controle e gestão do canteiro de obras. Com o intuito de auxiliar os alunos neste sentido, foi elaborado um exercício experimental afim de incentivar o pensamento espacial tridimensional, com soluções práticas de modelagem direta e dentro da metodologia de projeto. O exercício foi aplicado a grupos de alunos com observação dos resultados práticos e análise dos questionários e entrevistas com os alunos após desenvolvimento dos trabalhos. Os apontamentos elaborados pelos alunos e observação dos pontos onde o procedimento deveria ser aperfeiçoado fez com que a metodologia se ampliasse e se adaptasse a cada grupo de estudo até chegar na etapa atual.

Espinheira Neto (2004) apresenta que a modelagem tridimensional facilita a visualização e entendimento global do projeto, pois se constrói digitalmente um objeto arquitetônico ao contrário de pensar as vistas isoladamente. Outro fator apresentado é que uma vez modelado o objeto completo, os desenhos bidimensionais podem ser extraídos destes modelos, facilitando o trabalho e aumentado a produtividade.

Embora pareça um assunto já inserido nas academias, a investigação elaborada em alguns cursos de Arquitetura aponta que o ensino das universidades analisadas no Brasil e Portugal ainda adota as técnicas projetuais do período pré-digital, pois apesar de toda a evolução tecnológica digital de computação gráfica das últimas décadas, tais como CAD, BIM, desenho paramétrico e realidade virtual, o ensino ainda se baseia nas ferramentas tradicionais para projetar e representar o objeto arquitetônico com desenhos ortogonais bidimensionais. Este apontamento se deu ao se analisar o currículo de algumas universidades Brasilei-

ras e Lusitanas, as disciplinas de projeto ainda se baseiam no ensino tradicional colocando a computação gráfica como assunto complementar e de técnica de representação. Mesmo nas universidades onde ocorrem o incentivo das ferramentas digitais de modelagem, este geralmente é de iniciativa dos professores de gerações mais recentes e familiarizados com o potencial da gráfica digital. O desconhecimento das técnicas atuais por parte dos docentes das gerações pré-digital, geram uma ausência no ensino uma vez que encaram que o computador irá projetar automaticamente para o aluno, ou que a computação seria um fator limitador da compreensão e pensamento espacial.

3 Procedimento metodológico

Buscando respostas para auxilio dos alunos nas questões de facilitação e apoio ao raciocínio tridimensional desde os primeiros estudos, foi elaborado um exercício experimental com intuito de incentivar o pensamento espacial para desenvolvimento de projeto, com soluções práticas de modelagem direta e metodologia projetual de apoio. O exercício tem sido baseado na análise dos resultados das experiências dos alunos para entendimento se o processo de modelagem digital é capaz de facilitar a sua compreensão e ajudar nas tomadas de decisão do projeto. Cabe ressaltar que a análise dos resultados não se dará na qualidade do projeto e nem nas imagens produzidas, e sim se com o uso das ferramentas apresentadas houve algum ganho na arte de projetar e compreender as relações volumétricas e espaciais. O processo proposto aborda a fase inicial de criação desde os estudos volumétricos da construção em contraponto do pensamento somente em planta baixa. Para tal se incentiva o processo inverso, começar o projeto pela volumetria e compreensão das relações com o entorno antes do desenvolvimento da planta.

A seguir será apresentado o resumo das etapas de trabalho propostas para o exercício:

1 - Demanda – Programa básico com a função da construção, apresentado pelo professor;

2 - Estudos de Caso – Pesquisa sobre os programas de projetos e padrões estéticos, imagens de projetos de referência e combinações de materiais;

3 - Conceito de projeto – Descrição sucinta das intenções de projeto e do partido arquitetônico;

4 - Legislação pertinente – Observação da legislação e normas em vigor no sítio do projeto;

5 - Programa de necessidades – Desenvolvimento da relação dos ambientes e setores baseado nos dados das etapas anteriores;

6 – Pré-dimensionamento – Em função do programa de necessidades, da observação da legislação e dos estudos de caso, é elaborado um pré-dimensionamento dos espaços com as respectivas intenções do projeto;

7 - Sítio e Volumetria – Modelagem do sítio e do entorno imediato volumétrico; e dos volumes relativos aos setores ou ambientes;

8 - Plano de massas volumétrico – Conexão dos diferentes setores em função: da posição e perfil do terreno; das condicionantes climáticas; e das intenções volumétricas;

9 - Estudos de insolação – Georreferenciamento do modelo para análise das interferências solares;

10 - Estudos dos fluxos – Observação dos acessos, fluxos e circulações dos setores com intuito de detectar conflitos;

11 - Detalhamento externo – Complementação dos detalhes das fachadas e entorno imediato;
12 - Render – A última etapa é a visualização tridimensional, com configuração dos materiais, ambientação e geração das imagens finais.

3.1 Exemplo do processo

A seguir será apresentado um exemplo da aplicação do exercício elaborado no projeto de pesquisa por um aluno do 7º período, onde foi apresentado um terreno plano real em área central da cidade de Campos dos Goytacazes. O programa básico foi montado em conjunto com os alunos.

Após a elaboração das fases de embasamento técnico das etapas 1 a 7, com elaboração da pesquisa e modelagem dos setores conforme programa de necessidades os alunos elaboram os estudos da forma do objeto estudado.

A figura 1 exibe o estudo de massas de um centro comercial com a conexão dos setores. Este representa a volumetria geral após verificação das possibilidades de conexão e das proporções dos setores (etapa 8).

Na sequência podemos constatar a evolução do estudo com o início do detalhamento das fachadas e a experimentação da forma, que pode ser observado na figura 2.

O desenvolvimento do detalhamento das fachadas é apresentado na figura 3, onde se pode notar que o acesso entre os volumes do térreo retorna à fachada, dando a origem do pórtico central presente na figura 1, mais elementos são testados e detalhados com aplicação dos materiais de acabamento.

O estudo final de visualização (renderizado) ilustrado pela figura 4 foi elaborado com recurso ao *software Lumion*, onde os materiais e a ambientação adquirem um caráter mais real com os efeitos aplicados as texturas.

4 Exemplos dos estudos

Nesta seção serão apresentados alguns trabalhos dos alunos do projeto de pesquisa ao longo dos últimos três semestres, 2018-1, 2018-2 e 2019-1.

4.1 Estudo residencial 1

Na figura 5 podemos observar a base volumétrica elaborada de acordo com o programa de necessidades, o estudo volumétrico, com as composições está apresentado na figura 6 e o estudo de visualização (renderizado) após os detalhamentos é apresentado na figura 7.

4.2 Estudo residencial 2

Na sequência das figuras 8 a 11 podemos observar o mesmo trabalho elaborado por outro aluno. Vale ressaltar que os elementos compositivos das fachadas são baseados nos estudos de casos e de padrões estéticos previamente experimentados ao longo do trabalho de detalhamento.

4.3 Estudo centro cultual

As figuras 12 e 13 apresentam o estudo plástico de um centro cultural elaborada pelo aluno B, o mesmo que elaborou o trabalho das figuras 6 a 8. Neste modelo foi incentivada a busca

por formas diferentes e plasticamente mais arrojadas, porém usando a mesma metodologia que o anterior.

4.4 Estudo centro comercial

O trabalho apresentado na figura 13 é o estudo das fachadas de um centro comercial elaborado pelo aluno D, vale ressaltar neste caso que a proposta das fachadas é feita antes do pensamento em planta e que ao longo do detalhamento das partes internas este modelo foi sendo ajustado.

5 Resultados

Segundo pesquisa feita com os alunos após a aplicação do processo de modelagem, podemos observar alguns pontos positivos no que diz respeito à compreensão da forma e à sua relação com o interior da construção, sendo que 82,4% consideram que os conhecimentos adquiridos são passiveis de serem aplicados na rotina de estudo de projeto (Ver figura 15). Quando perguntados se o processo proposto foi capaz de auxiliar na busca de soluções plásticas 94,1% informaram que sim, conforme figura 16. O que demonstra o potencial da nossa proposta didático-metodológica. Segundo relato do professor de projeto, as soluções apresentaram maior expressividade desde que as disciplinas passaram a trabalhar em cooperação. De acordo com relato de alguns alunos a metodologia está sendo usada nas disciplinas posteriores de projeto para concepção, evitando o retrabalho num projeto mais racional e com a compreensão total do objeto arquitetônico.

6 Conclusões

Em análise dos desenvolvimentos dos trabalhos dos alunos concluímos que estes passaram a elaborar projetos com formas mais expressivas, ampliaram seu repertório projetual com os usos da ferramenta de modelagem e houve um ganho nas percepções espaciais e volumétricas. De acordo com o relato, tanto dos alunos, quanto do professor da disciplina de PA2: a ferramenta foi capaz de auxiliar as decisões de projeto, passando a ser incorporada da disciplina nos períodos posteriores. É importante deixar claro que o intuito deste estudo é inserir a ferramenta de modelagem no processo criativo e não somente como uma ferramenta de finalização de projeto. Conforme observado nos produtos elaborados e a sua aplicação nas demais disciplinas de projeto podemos concluir que com o uso correto e orientado, as ferramentas digitais podem auxiliar o ensino e elaboração de projeto, apresentando ganho de percepção e tomadas de decisão por parte dos alunos.

Agradecimentos

Agradecemos aos Institutos Superiores de Ensino do CENSA por disponibilizar suas instalações e apoio ao projeto de pesquisa, à Universidade de Lisboa (ULisboa) na figura do Coordenador do Laboratório de Prototipagem Rápida, Doutor Pedro Miguel Gomes Januário por disponibilizar o laboratório para desenvolvimento da pesquisa com alunos da ULisboa, a todos os alunos envolvidos na pesquisa, a bolsista do CNPq Rafaela Miranda Nogueira pelo bom desempenho das suas funções na pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimen-

to Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsa de apoio a esta pesquisa.

Referências

ANDRADE, M. L. V. X. **Computação gráfica tridimensional e ensino de arquitetura: uma experiência pedagógica**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO. 2007.

CHING, F. D. K., 1943 – **Dicionário visual de arquitetura**; [tradução Julio Fisher] – 1ª edição 1999, Martins Fontes, São Paulo.

CHING, F. DK, 1943. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**; [tradução Alvamar Helena Lamparelli] – 4ª edição 2016 – Martins Fontes, São Paulo.

ESPINHEIRA NETO, R. A. DE A. **Arquitetura Digital - A Realidade Virtual, Suas Aplicações e Possibilidades**. 2004. Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2004.

FLORIO, W. **O croqui no atelier de projeto: desafios no ensino de arquitetura na era digital**. Revista Brasileira de Expressão Gráfica, v. 1, p. 50-76. 2013.

KOLAREVIC, B. ***Architecture in the digital age: design and manufacturing***. Taylor & Francis, 2004.

MACIEL, S. D.; AMORIM, A. L.; CHECCUCCI, E. S. 2018. **Ensino de projeto de arquitetura em ambiente digital: uma experiência na Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 13, n. 1 p. 21-38, 2018. http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i1.133839.

OXMAN, R. ***Theory and design in the first digital age***. *Design Studies*, 27(2006):229-265, 2005.

STINY, G. ***Kindergarten grammars: designing with Froebel's buildings gifts***. *Environment and Planning B*, v. 7, p.409-462, 1980.

STINY, G. ***Shape: talking about seeing and doing***. MIt Press, 2006.

VIDIGAL, E. J. **Ensino de projeto arquitetônico: um estudo sobre as práticas didáticas no curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Paraná** - Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo – USP. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – São Paulo, 2010.

https://www.survio.com/br/

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENHO GEOMÉTRICO E LADRILHOS HIDRÁULICOS HISTÓRICOS: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA

SOBRAL FILHA, Doralice Duque[1],
RIBEIRO, Vitória de Carvalho dos Santos[2],

Resumo

O presente artigo aborda os conteúdos de Desenho Geométrico associados à pesquisa sobre o patrimônio histórico do Rio de Janeiro por meio dos pisos em ladrilhos hidráulicos. O objetivo principal do tema proposto é evidenciar possibilidades de abordagens didáticas para o ensino de Desenho Geométrico trazendo a luz para os elementos artísticos construídos e culturalmente assimilados. As pesquisas e análises foram executadas durante o semestre de 2018-2 na disciplina de Desenho Geométrico Básico pelos alunos dos cursos de Licenciatura em Desenho e de Educação Artística da Escola de Belas Artes da UFRJ. A abordagem metodológica utilizada procurou abranger diversas construções cariocas distribuídas pelos grupos de discentes para levantamento métrico, análise e apresentação dos estudos gráficos e artísticos das composições. Buscou-se, também, associar os conteúdos das disciplinas do mesmo período como História das Artes e Desenho de Observação, onde os alunos puderam, já de início dos seus estudos acadêmicos, perceber o caráter multidisciplinar do Desenho em relação às demais áreas do conhecimento.

Palavras-chave: Desenho Geométrico, Desenho Artístico, Ladrilhos Históricos.

Abstract

The present article deals with the contents of Geometric Design associated to the research on the historical patrimony of Rio de Janeiro through the floors in hydraulic tiles. The main objective of the proposed theme is to highlight possibilities of didactic approaches to the teaching of Geometric Design bringing light to the artistic elements constructed and culturally assimilated. The studies were done during the semester of 2018-2 in the discipline of Basic Geometric Design by the students of the courses of Degree in Drawing and Artistic Education of the School of Fine Arts of UFRJ. The methodology used included several Carioca constructions distributed in groups of students for metric survey, analysis and presentation of the graphic and artistic studies of the compositions. It was also sought to work the contents of History of the Arts, Drawing of Observation demonstrating the multidisciplinary character of the Drawing in relation to the other areas of knowledge.

Keywords: Geometric Drawing, Artistic Drawing, Historic Tiles.

[1] UFRJ – doraliceduque@eba.ufrj.br
[2] UFRJ - vtcarvalho89@gmail.com

1 Introdução

Os estudos sobre Geometria surgiram na nossa história principalmente por meio dos gregos, na busca pela relação desta com o homem e a natureza. O pensamento geométrico foi sendo traduzido ao longo dos séculos pelo estudo sistematizado do Desenho, dando suporte às transformações do homem na sua cultura e na sociedade.

O Desenho como forma de expressão e de linguagem gráfica faz parte do desenvolvimento humano desde os primórdios das civilizações, e, porque não dizer desde sua origem. Seu fazer nos remete, desde o momento lúdico ao artístico, do técnico ao fabril. É um recurso que se vale para várias situações na vida, especialmente a profissional. Na maioria das vezes, ele se insere nas nossas necessidades pessoais de expressão, registro, explicação, demanda etc.

O desenho foi um dos principais mecanismos de ideias durante o Renascimento e períodos subsequentes. Associado de maneira efetiva à representação geométrica das figuras, o seu potencial enquanto conhecimento, linguagem artística e técnica despontou de sobremaneira no desenvolvimento industrial e nas artes plásticas ao longo do século XIX e XX. Foi um instrumento de saber erudito e de registro de conhecimento por meio da cultura bastante relatada na História da Arte.

Sobre os aspectos culturais da sociedade, o espaço físico construído pelo homem é um campo vasto a ser explorado pois é recheado de informações socialmente construídas. A Arquitetura e seus bens integrados, enquanto artefatos conformadores deste espaço, são transmissores de informações e de memórias coletivas que viabilizam as formulações de estudos associados à construção do conhecimento geométrico. Vinculados ao contexto social e cultural do indivíduo, proporciona a formulação de um pensamento prático e, por sua vez, integrante de sistema de ensino e pesquisa.

Segundo Dohmann (2013, p.35) “Os objetos são suportes materiais que auxiliam na compreensão do passado e, sobretudo, no estabelecimento das relações com o tempo presente”. As construções evidenciam uma cultura material e de valores que se inter-relacionam com os processos de ensino da época.

O conhecimento das bases históricas e conceituais sobre as quais os homens se posicionaram e se posicionam em relação aos bens culturais é extremamente importante. Temos, com isso, a tarefa de: coletar, colecionar, expor, estudar, possuir e ver, como atitudes metodológicas que implicam na manutenção ou não das condições materiais e simbólicas do objeto. Ao mesmo tempo, essas atitudes, produzem e reproduzem as noções de valor e de autenticidade, ou seja, resgatam e ampliam nossa cultura.

Ao trazer como estudo de Geometria os pisos em ladrilhos hidráulicos construídos num momento histórico buscamos interligar o aspecto social e cultural a um aprendizado mais efetivo e de envolvimento ativo do aluno. Também introduzimos possibilidades didáticas para os futuros professores, muitos serão professores de Artes e Desenho, sabendo que “o processo da memória no homem faz intervir não só a ordenação dos vestígios, mas também na releitura” (CHANGEUX, 1972, Apud. Le Gof, 1990, p. 424).

Na associação entre o Desenho Geométrico e Cultura procuramos fundamentalmente introduzir o papel social do primeiro, enquanto linguagem gráfica e artística, aos alunos que adentram aos cursos de Artes na UFRJ, em especial, aos alunos da Licenciatura em Educa-

ção Artística e Desenho. O objetivo principal da ligação entre, arte, cultura e desenho está na apropriação de códigos gráficos que proporcionam consequentemente, a visibilidade dos seus fundamentos geométricos e artísticos. Evidenciando com isso, importância que a disciplina tem, não apenas na sua tradicional didática de instrumentalização e de conteúdo, mas, por ela favorecer um saber capaz de colaborar na formação intelectual e profissional dos alunos.

1.1 Os Ladrilhos Históricos do Rio de Janeiro

Como já frisados anteriormente, o conhecimento das bases históricas e conceituais sobre as quais os homens se posicionaram e se posicionam em relação aos bens culturais é extremamente importante. As atitudes metodológicas que possam trazer um novo conhecimento ou uma nova abordagem sobre o assunto tem a característica multidisciplinar e reproduzem conhecimentos que possam servir de inspiração para as pesquisas que inserem as noções de valor e de autenticidade aos bens culturais.

Os ladrilhos hidráulicos são um tipo de revestimento a base de pó de mármore, cimento e pigmentos que teve seu apogeu entre o final do século XIX e meados do século XX. Por não necessitarem de cozimento e sendo feitos de maneira artesanal, foram apresentados como alternativa ao mármore, bastante caro na época. Este tipo de revestimento, advindas dos pisos em mosaicos, esteve presente em diversas culturas, especialmente às Europeias e Mediterrâneas.

São poucas as referências que tratam com precisão a história dos ladrilhos hidráulicos, porém, consta-se que seu processo de produção em larga escala data do século XVIII. KRÜGER (2014, p.06) coloca que um dos autores que trataram do tema foi J. M. dos Santos Simões, em sua obra “Azulejos Portugueses” (1965), informando que o gosto pelo piso azulejo se firmou após as conquistas portuguesas no norte da África, com forte influência mourisca.

A arte mourisca, com sua mescla de elementos decorativos românicos, góticos e mulçumanos, com suas cores atrativas e os efeitos de luz e geometria teve forte impacto nos artefatos decorativos. É importante lembrar também que o período, final do século XIX e início do XX, permeavam nas artes o pensamento eclético, ou seja, a liberdade de utilizar diversos estilos antigos nas composições.

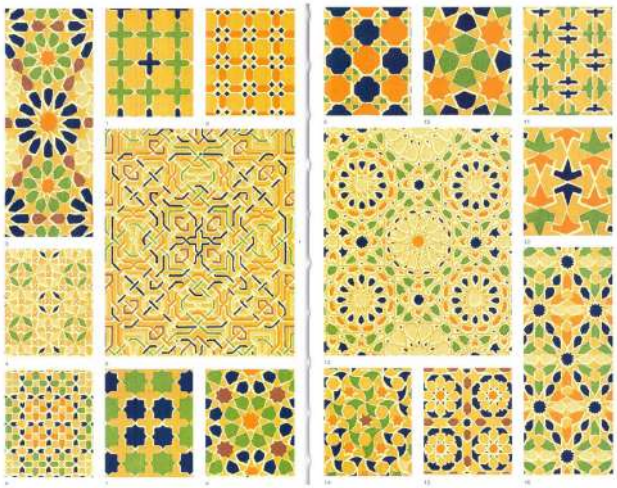


Figura 1 – Estampas de mosaicos mourisco.
Fonte: Jones, 2010, p. 224

Segundo Jones (2010, p. 200-201) a ornamentação moura se utilizou das cores primárias: azul, vermelho e dourado para dar efeito de luminosidade e profundidade. Os padrões entrelaçados também foram explorados remontando os frisos gregos, árabes, romanos etc. A probabilidade de uma imensa variedade dos ornamentos mouros se dá pela composição geométrica formada pela interseção de linhas equidistantes. As linhas cruzadas diagonalmente por linhas horizontais e verticais sugerem possibilidades infinitas de composições quadradas, losangulares, dentre outras, levando em consideração também, os tratamentos diferenciados para cores e linhas.

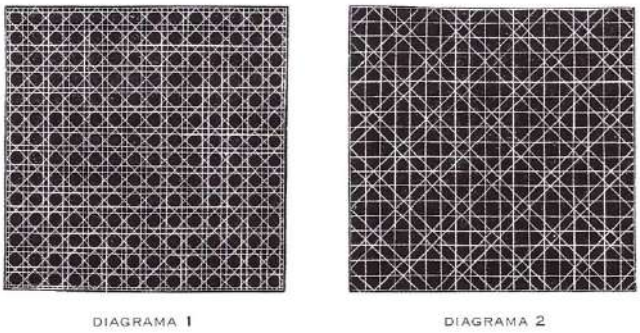


Figura 2 – Estudos dos princípios gerais das ornamentações mouriscas por Owen Jones.
Fonte: Jones, 2010, p. 201

No Brasil a influência da imigração portuguesa no século XIX foi um dos principais incentivadores na inserção de manufaturas artesanais. Além disso o estudo da história das artes popularizou-se em diversos tipos de ornamentações introduzindo motivos de origem persas, indianas, egípcias etc. Muitas, por consequências históricas, também influenciam a arquitetura brasileira, principalmente carioca em sua época de constituição da arte decorativa dos edifícios aqui criados.

Figura 3 – Imagens de pisos em edifícios históricos do Rio de Janeiro: (da esquerda para direita) Igreja Matriz de São João Batista, Igreja de São José, Casa França Brasil.
Fonte: das Autoras.

Os Ladrilhos Hidráulicos, enquanto artefatos carregados de referências visuais, muitas vezes tombados como patrimônio histórico, contribuem para a vivência de experiencias visuais estéticas e didáticas. Este tipo de revestimento utilizado em pisos e paredes despontaram no Brasil em meados do século XIX e início do século XX. As composições trazem bastante coloração e representam geralmente elementos orgânicos e geométricos.

Para a proposta de pesquisa da disciplina os ladrilhos tornam-se objetos de estudo com riquíssimas possibilidades de leitura dentro da teoria do desenho geométrico. Além dos elementos geométricos básicos há possibilidade de trabalhar com as transformações geométricas, decomposição de figuras, de análise visual, cromatismos etc. Colaborando com isso temos a riqueza de um acervo a ser explorado, que o configura como parte integrante da memória gráfica de um momento histórico da cidade.

Figura 4 – Imagens de pisos em edifícios históricos do Rio de Janeiro: (da esquerda para direita) Colégio Amaro Cavalcanti, Casa França Brasil, Igreja da Candelária.
Fonte: das Autoras.

Figura 5 – Imagens de pisos em edifícios históricos do Rio de Janeiro: (da esquerda para direita) Igreja Matriz de São João Batista, Igreja de São José e Igreja da Antiga Sé.
Fonte: das Autoras.

O acervo histórico da cidade do Rio de Janeiro, apresenta uma diversidade de temas geométricos nos pisos. Edifícios dos mais variados programas, se utilizaram deste artefato como fator de referência de uma moderna estética e de desenvolvimento fabril da cidade na segunda metade do século XIX. Vale salientar que neste período, um dos propulsores do ensino do desenho foi o Liceu de Artes e Ofícios do Rio de Janeiro, que ganhou grande força na instrução voltada às artes gráficas, além do surgimento das pequenas indústrias de fabricação de Ladrilhos Hidráulicos. Para a pesquisa selecionamos construções históricas monumentais de cunho religioso e institucional, de fácil localização da cidade do Rio de Janeiro onde os pisos se destacaram por seu carater ornamental. Vale salientar que muitas edificações religiosas tiveram seus pisos reformulados, como a Igreja de São José, Candelária e do Santíssimo Sacramento, e possuem uma variedade padrões diferenciados de revestimentos.

1.2 Pisos Históricos e Desenho Geométrico uma abordagem didática

A Disciplina de Desenho Geométrico Básico é ofertada no primeiro período dos cursos de Licenciatura em Educação Artística e Licenciatura em Desenho. Como disciplina obrigatória do currículo, atende todos os alunos que adentram na Universidade, além dos alunos de outros cursos que se interessam por ela.

Apesar da ser uma disciplina dada, de maneira geral no ensino básico e ou médio, um dos agravantes fatores para os professores, especialmente nos cursos nas Belas Artes, é a total falta ou pouco de conhecimento sobre o assunto, verificada em grande parte dos discentes. As turmas se caracterizam por serem bastante heterogêneas no que concerne aos conhecimentos geométricos, onde é necessário trabalhar desde os conhecimentos primários, a instrumentalização, organização normativa e de apresentação, que servirão de suporte para as demais disciplinas de representação gráfica e de desenho artístico.

O trabalho de acessibilidade ao Desenho neste momento é fundamental, especialmente para os alunos carentes deste conhecimento, imprescindível nas artes na nossa compreensão, e pela quantidade de assuntos abordados. Buscou-se com isso, uma maneira de envolver o estudante de forma mais ativa e afetiva no seu processo acadêmico e científico, tendo como pano de fundo sempre a discussão sobre o ensino e a aprendizagem da Geometria na Arte e no Desenho.

Os estudos iniciais da disciplina são compostos por meio de uma gama de conteúdos interligados a construções dos traçados geométricos, estes por sua vez, viabilizando soluções práticas no campo das Artes e da Representação Técnica. A exploração da visualização e da percepção dos alunos é fundamental neste momento, e fortalece a motivação pelo estudo e desenvolvimento pela atividade docente. Apesar disso, é sobretudo um imenso desafio ao professor, possibilitar um maior aprofundamento dos alunos aos conteúdos lecionados multidisciplinarmente e socializá-los de forma mais prática.

Fez-se necessário, neste momento trabalhar com objetos e ou elementos do cotidiano de forma a estimular a visão geométrica. Resoluções de problemas espaciais por meio dos traçados gráficos básicos que serão fundamentais para posteriores trabalhos artísticos e técnicos dos alunos. Desenvolvimentos de trabalhos que envolvam escalas diferentes e diferentes tipos de representações, desde à arquitetura, topografia ao Desenho Industrial. Com isso, procuramos fortalecer a compreensão do uso da Geometria concepção da forma e seu estudo na História da Arte.

Foi partindo da ideia da multidisciplinaridade em que o Desenho Geométrico se desenvolve que a proposta de trabalho como exercício de pesquisa começou a ser desenvolvidos. A construção da abordagem didática sobre o tema partiu dos conteúdos apreendidos em sala de aula: ângulos, segmentos, polígonos etc., e a compreensão destes elementos nas Artes Plásticas. O Ladrilho Hidráulico tomou um destaque com as leituras prévias das configurações dos mosaicos artísticos geométricos, onde perpassaram também questões sobre criação e criatividade.

A metodologia utilizada para pesquisa e apresentação dos trabalhos foi a divisão das turmas em equipes onde cada uma recebeu uma imagem digital e o endereço do imóvel onde o piso se encontrava. Os grupos se organizaram para fazer visitar o local e fazer levantamento métrico, tipográfico e de cores dos ladrilhos.

Logo em seguida iniciou-se, em grupo, o processo dos estudos gráficos deles, escolha de escala e elementos constitutivos. Durante a análise gráfica os traçados geométricos foram valorizados e feitos à lápis ou nanquim numa folha de papel vegetal no formato A3. Com as mesmas proporções do anterior, foi pedido um outro desenho do mesmo piso, em mesmo formato no papel *canson*, evidenciando os aspectos artísticos, cores e arabescos. O segundo desenho foi dado à liberdade aos alunos de utilizar técnicas artísticas variadas, o que estimulou mais a criatividade na apresentação das composições. As duas pranchas foram apresentadas por cada grupo sobrepostas demonstrando a importância dos dois processos de composições.

As imagens abaixo são de alguns trabalhos desenvolvidos pelos alunos no primeiro módulo da disciplina. As equipes que visitaram o local e fizeram o registo do bem. Muitos discentes desconheciam vários edifícios históricos e o entorno. Alguns pisos foram de difícil acesso, fazendo com que o próprio aluno intervisse na escolha dos melhores padrões para as pranchas técnicas.

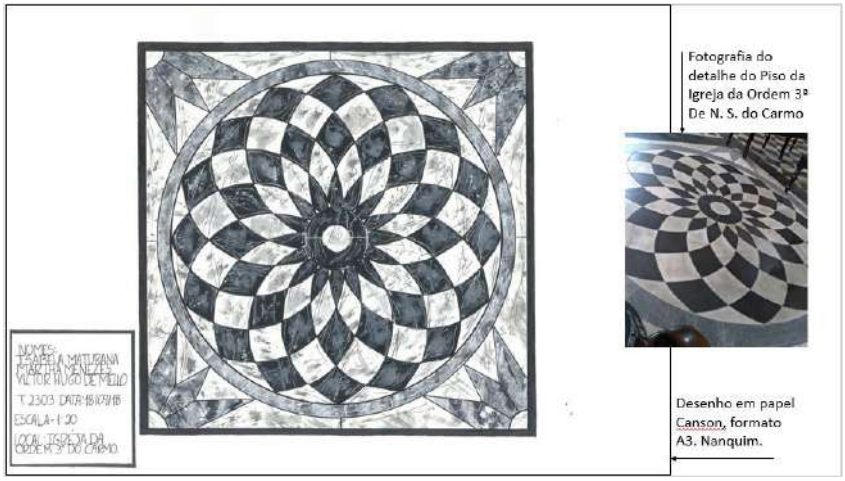


Figura 6 – Prancha Artística do Piso da Igreja da Ordem 3ª do Carmo, Centro do Rio de Janeiro.
Fonte: Alunos de Licenciatura em Desenho.

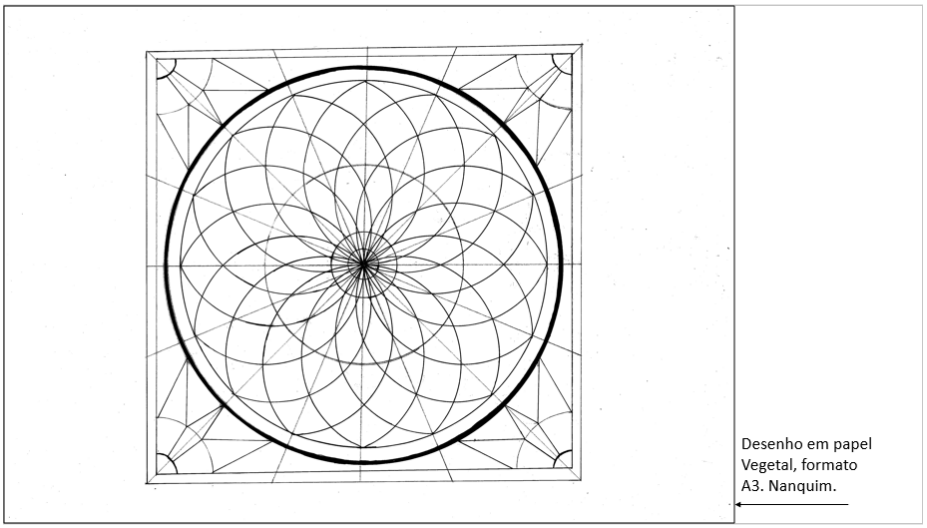


Figura 7 – Prancha Técnica do Piso da Igreja da Ordem 3ª do Carmo, Centro do Rio de Janeiro.
Fonte: Alunos de Licenciatura em Desenho.

Figura 8 – Prancha Artística do Piso da Igreja da Candelária, Centro do Rio de Janeiro.
Fonte: Alunos de Licenciatura em Desenho.

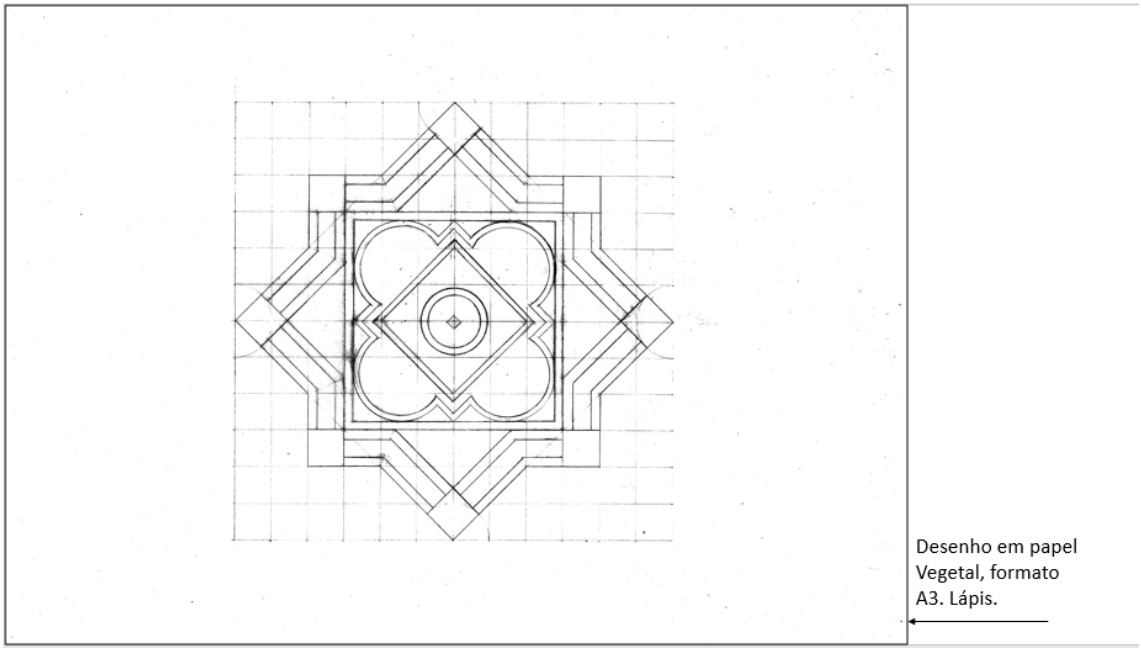


Figura 9 – Prancha Técnica do Piso da Igreja da Candelária, Centro do Rio de Janeiro.
Fonte: Alunos de Licenciatura em Desenho.

Figura 10 – Prancha Artística do Piso da Igreja da Candelária, Centro do Rio de Janeiro.
Fonte: Alunos de Licenciatura em Educação Artística.

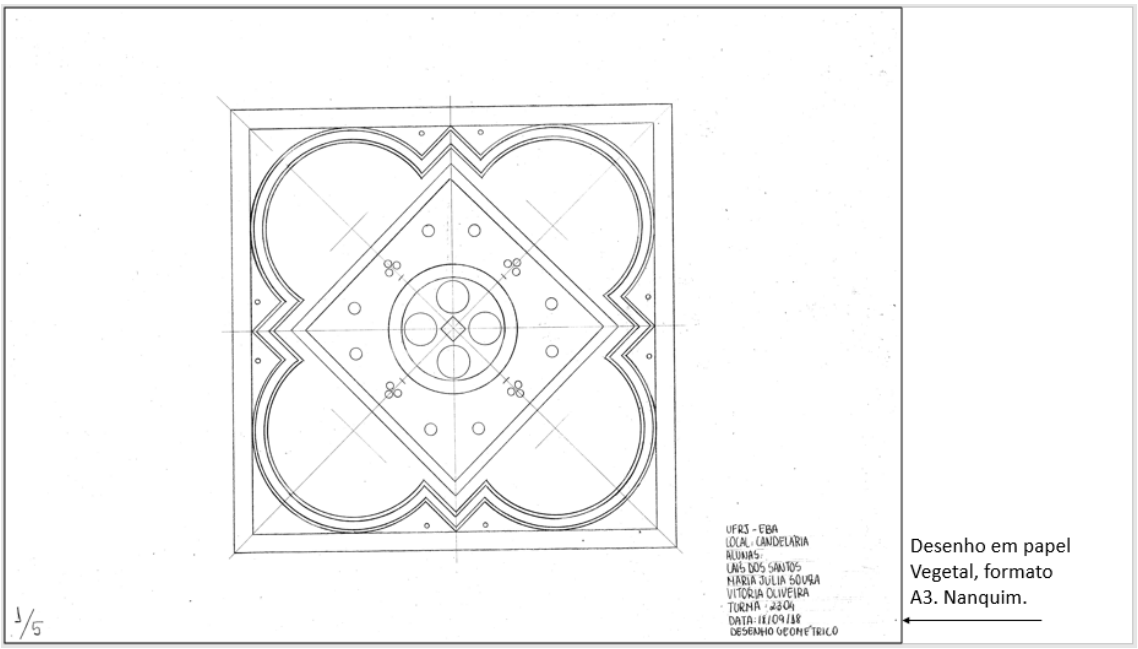


Figura 11 – Prancha Técnica do Piso da Igreja da Candelária, Centro do Rio de Janeiro.
Fonte: Alunos de Licenciatura em Educação Artística.

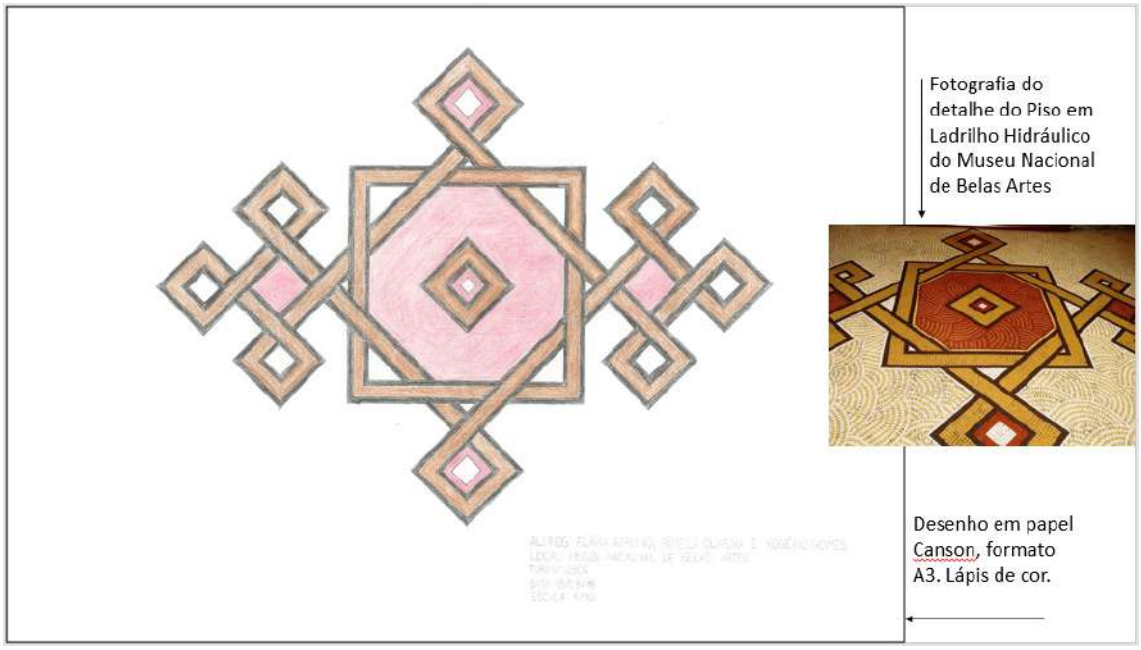


Figura 12 – Prancha Artística do Museu Nacional de Belas Artes, Centro do Rio de Janeiro.
Fonte: Alunos de Licenciatura em Educação Artística.

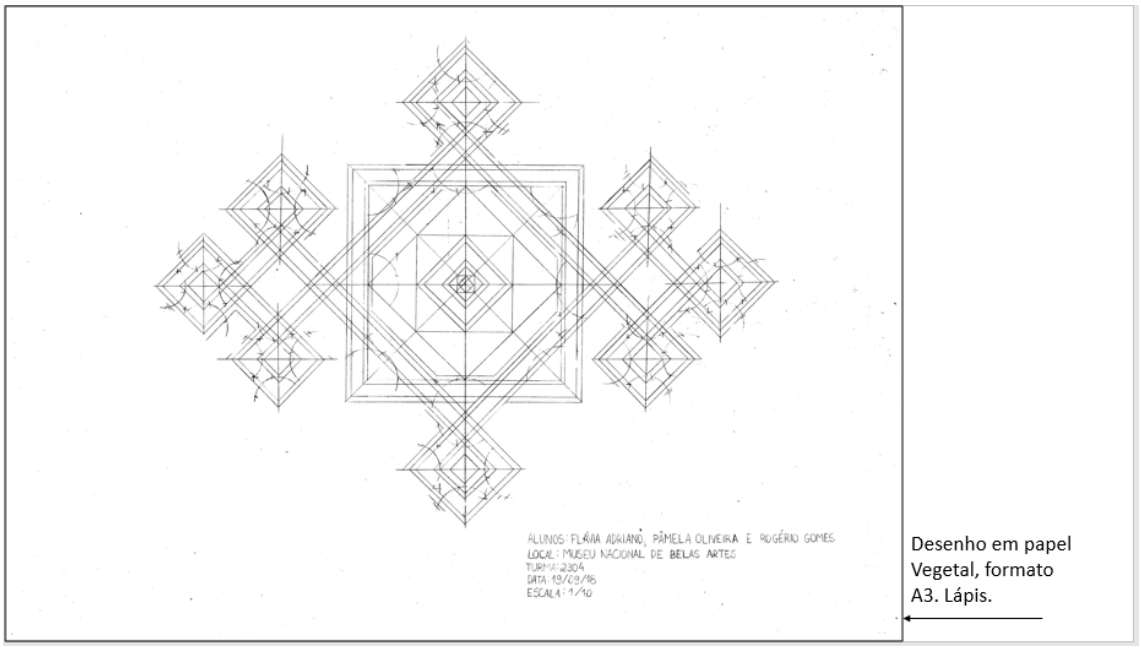


Figura 13 – Prancha Técnica do Museu Nacional de Belas Artes, Centro do Rio de Janeiro.
Fonte: Alunos de Licenciatura em Educação Artística.

2 Conclusão

A educação gráfica é um exercício cognitivo que facilita a compreensão do mundo que nos cerca. A geometria é o seu alicerce e está presente nas mais diversas formas e situações do nosso cotidiano e sua apropriação se dá, também, pelo meio sociocultural em que nos situamos. A exploração dos conteúdos do espaço e das formas contribui para a leitura dos conceitos geométricos e artísticos de maneira prática e facilitando a cultura visual dos alunos. Este estudo inicial vem sendo acompanhado de outros desdobramentos, como o estudo das concordâncias geométricas e arcos arquitetônicos, e vem se transformando em suportes

para novas proposições de metodologias e de abordagens que auxiliem na construção do conhecimento e na pesquisa sobre Geometria e Arte. O exercício dos pisos em ladrilho hidráulico e a análise geométrica deles teve grande envolvimento dos alunos. Segundo relato de vários alunos a releitura e a experiência visual do trabalho proposto tornaram-se somadores da importância da disciplina de Desenho Geométrico na formação humana e profissional dos discentes.

Referências

DOHMANN, Marcus (org.). **A Experiencia Material: A Cultura do Objeto**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2013.

JONES, Owen. **A Gramática do Ornamento: Ilustrado com diversos estilos de ornamentos**. São Paulo: Sesc, 2010.

MELO, Carina Mendes dos Santos; RIBEIRO, Rosina Trevisan M. **Técnicas construtivas do período eclético no Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação, Rio de Janeiro v. 1, n. 3, p. 80-85, 2007.

KRÜGER, Gisela J. **Os Ladrilhos Hidráulicos no Patrimônio Arquitetônico Urbano na Zona Central de Pelotas.** Belo Horizonte: Anais do 3º Colóquio Ibero-Americano Paisagem Cultural, Patrimônio e Projeto - desafios e perspectivas, 2014. Disponível em: http://www.forumpatrimonio.com.br/paisagem2014/artigos/pdf/360.pdf

LE GOF, Jacques. **História e Memória**. Campinas: Unicamp, 1990.

REZENDE, Eliane Q.; DE QUEIROZ, Maria L. **Geometria Euclidiana Plana e Construções Geométricas**. São Paulo: Unicamp, 2000.

SÁ, Ricardo. **Edros.** São Paulo: Projeto Editores, 1982.

SOBRAL FILHA, Doralice Duque. **Bethencourt da Silva e a Cultura Arquitetônica do Rio de Janeiro no Século XIX**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, PROARQ-UFRJ, 2015.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

RESSIGNIFICANDO O PROFISSIONAL LICENCIADO EM EXPRESSÃO GRÁFICA OU POR ONDE ANDA *MEU* PROFESSOR DE DESENHO?

GALVÃO, Thyana Farias[1]

Resumo

O licenciado em expressão gráfica é o profissional capacitado ao ensino da Geometria no ensino básico. Atualmente, os conteúdos de Geometria estão inseridos no programa de matemática da educação básica brasileira, contudo, estudos revelam que, apesar da contribuição da área para o desenvolvimento do individuo, tais conteúdos não vêm sendo abordados de maneira eficaz pelos professores de matemática. Em sentido inverso a isso, temos um curso cuja gestão está sempre atenta às necessidades emergentes e trabalha para que parcerias sejam realizadas entre todos os atores, por meio de um diálogo permanente. Assim, alavancada pelos avanços tecnológicos, o processo de ressignificação deste profissional tem sido realizado numa ação conjunta com discentes e egressos em constante busca por aperfeiçoamento.

Palavras-chave: licenciatura em expressão gráfica; Geometria Gráfica; ensino básico; modelagem digital; ressignificação.

Abstract

The graduate in graphic expression is the professional trained in the teaching of geometry in basic education. Currently, the contents of geometry are inserted in the math program of Brazilian basic education, however, studies reveal that, despite the contribution of the area to the development of the individual, such contents are not being approached effectively by mathematics teachers. In the opposite direction, we have a course whose management is always attentive to emerging needs and works for partnerships to be carried out between all the actors, through a permanent dialogue. Thus, leveraged by technological advances, the process of re-signification of this professional has been carried out in a joint action with students and graduates in constant search for improvement.

Keywords: degree in graphic expression; graphic geometry; basic education; digital modeling; re-segnification.

[1] Universidade Federal de Pernambuco, tf.galvao@gmail.com

1 Entendendo o processo de Ressignificação e sua aplicabilidade

Ressignificar é um verbo transitivo que se refere ao ato de *dar um novo significado a alguma coisa ou alguém*. Ele está relacionado com o processo de ressignificação (palavra que não se encontra reconhecida no vocabulário ortográfico da Academia Brasileira de Letras - ABL), um método da neurolinguística, muito usado na psicologia e psicanálise, que faz com que as pessoas possam dar novos significados a acontecimentos da vida, a partir da sua mudança de percepção do mundo.

Embora não tenha reconhecimento pela ABL, a palavra ressignificação virou lugar comum em muitos campos do saber (arquitetura, artes visuais, cinema, design, música, etc.) e passou a ser considerado um elemento fundamental no processo criativo, onde a habilidade de atribuir novas importâncias a situações corriqueiras se torna útil e propicia prazer às pessoas.

Para a área da comunicação, por exemplo, o ato de ressignificar tem significados muito diferentes dependendo do contexto em que ele se manifesta. Normalmente, a partir da ressignificação cultural, por exemplo, se pode atribuir novas funções e interpretações a obras de arte, músicas, filmes, *games*, moda, etc.

Oliveira (2011) ao analisar versos poéticos de Carlos Drummond de Andrade (1984) e Guimarães Rosa (1988) assume que o conceito de ressignificação surgiu cedo, mas continua repercutindo. Segundo a autora, nas epígrafes que selecionou para análise

> [...] os autores parecem falar de uma luta com a memória, daquilo que permanece ressoando em nosso psiquismo, e do desejo de atribuir nova significação ao já vivido [...] Marcas, signos e indícios ficam à espera de ressignificação, o *nachträglich* freudiano. (OLIVEIRA, 2011, p. 127-8)

No artigo Estudos de Psicanálise, Pimenta (2014) assegura que o termo *nachträglich*, embora tenha sido herdado da teoria traumática das neuroses, apareceu pela primeira vez no relato do caso Emma, investigado por Freud, em 1895, e apresentado no capítulo denominado *Próton pseudos* do livro Projeto para uma Psicologia Científica, publicado em 1950. O autor prossegue afirmando que uma cena traumática não encontra sentido em si mesma, ou seja, ela só se torna traumática quando, transformada em representação ou lembrança, passando a ser evocada por uma segunda cena que deve sugerir algo novo, capaz de atribuir à primeira recordação um sentido que não lhe havia sido abonado.

Tendo em vista as contribuições que o processo de ressignificação tem levado a diversas áreas do conhecimento e considerando que o curso de Licenciatura em Expressão Gráfica (LEG) passou por uma reforma em seu Projeto Pedagógico (de curso), esse artigo vem discutir a possibilidade de ressignificar a profissão deste licenciado: o antigo professor de Geometria (desenho geométrico) que atuou no ensino básico de maneira efetiva e obrigatória até a implantação da Lei nº 5.692 (promulgada em 11 de agosto de 1971) pelas escolas brasileiras.

Sabemos que a expansão do ensino superior pressupõe a melhoria da eficiência do sistema educacional, particularmente das instituições federais, que são em princípio, referência no sistema brasileiro. Hoje, as instituições de ensino superior estão assumindo sua responsabilidade social, visto que estão preocupadas com a formação de profissionais mais adequados às necessidades do mercado e, principalmente, com o papel da Universidade na sociedade do século XXI, que requer mudança de paradigma.

A sociedade vem demonstrando a necessidade por um profissional de nível superior que tenha uma formação mais completa e complexa, não apenas específica em sua área, mas que respeite padrões éticos, humanísticos, culturais e sustentáveis, que possa atuar junto a áreas afins em equipes multidisciplinares. Assim, os cursos voltados à formação do professor necessitam formar profissionais capazes de promover a interação entre partes de um sistema e com habilidades para gerar mudanças nas comunidades em que atuam com a capacidade de análise crítica dos processos de transformação da sociedade.

2 O curso de Licenciatura em Expressão Gráfica

O curso de graduação em Licenciatura em Expressão Gráfica (LEG) da Universidade Federal de Pernambuco funciona no Campus Joaquim Amazonas, situado na cidade de Recife, e tem suas instalações físicas no Centro de Artes e Comunicação. Sua grade curricular lhe confere um caráter singular, apesar disso, não se trata de um curso novo: sua origem remonta ao curso de Professorado em Desenho da Universidade do Recife (criado em maio de 1951, com matrículas iniciadas em fevereiro do ano seguinte), sediado na Escola de Belas Artes.

Em 20 de março de 1961, o curso de Professorado em Desenho passou a se chamar Curso de Licenciatura em Desenho e Plástica (sendo reconhecido através do Parecer nº59/1961 do Ministério da Educação - MEC), numa tentativa de conquistar um mercado de trabalho mais amplo, que atraísse melhores candidatos ao vestibular, absorvendo, assim, o curso superior de Pintura e Escultura, que vinha funcionando sem o reconhecimento do MEC, durante muitos anos, na Escola de Belas Artes.

A promulgação da Lei nº 5.692/71, do Conselho Federal de Educação, trouxe distintas interpretações quanto à obrigatoriedade da disciplina de Desenho Geométrico no Ensino Básico. Esta lei definiu que os conteúdos escolares fossem reunidos em núcleos comuns (concebidos de modo diferente para cada série, a partir do tratamento metodológico que deveriam receber), compostos por um grupo de disciplinas que, obrigatoriamente, deveriam ser incluídas nos currículos plenos de 1º e 2º graus (atualmente ensinos fundamental e médio), em âmbito nacional, e uma parte diversificada, para atender às peculiaridades e necessidades locais dos estabelecimentos de ensino.

Concomitantemente às mudanças que esta lei estabelecia para o ensino básico, o MEC tentava a unificação dos cursos de licenciatura, no ensino superior. Criaram a “Licenciatura em Educação Artística”, que contava com uma formação polivalente (com duração de 2 anos) e outra, específica (com duração de mais 2 anos), contemplando as áreas de “Música”, “Teatro”, “Artes Plásticas” e “Desenho”, resultando na desativação do curso de “Licenciatura em Desenho e Plástica”.

Entretanto, por motivos de diversas ordens, quer no sentido de não haver uma demanda ou por não ser possível formar ‘o professor polivalente almejado’, a partir da década de 80, as antigas licenciaturas específicas foram restauradas. Dessa forma, em 1983, a UFPE reativou o curso de Licenciatura em Desenho e Plástica (LDP). Até ser alterado para LEG o curso de LDP passou por duas reformas em seu perfil curricular: em 1993 (válido para ingressantes do primeiro semestre de 1994) e em 2000 (válido para ingressantes do primeiro semestre de 2001). Em 2006, considerando a necessidade de adequação curricular dos

Cursos de Licenciatura às Resoluções do Conselho Nacional de Educação aprovadas em 2002, 2004 e 2005, que instituíram e disciplinam as Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação de Professores da Educação Básica em nível superior, a UFPE aprovou uma resolução interna que tratava de procedimentos relativos à reforma curricular integral e parcial de todos os cursos de licenciatura da instituição, e, atendia às recomendações do Fórum das Licenciaturas da UFPE relativas às estruturas curriculares desses Cursos, contemplando o contexto institucional e social contemporâneo.

Esta adequação curricular demorou quatro anos para ser implantada: foram muitas reuniões de colegiado até que se chegou a um denominador comum. A reflexão sobre a formação do profissional que o curso deveria formar perpassou necessariamente pelo Projeto Pedagógico e abrangeu não apenas questões científicas. Diante disso, e também, devido as constantes e profundas transformações sociais, o Colegiado (do curso) entendeu que havia a necessidade de reformular a estrutura curricular do Curso de Licenciatura em Desenho e Plástica. Devido à profundidade das mudanças, o Colegiado iniciou o processo de extinção da LDP e, simultaneamente, a implantação da LEG. Assim, após um procedimento iniciado em 2006, entrou em vigor no primeiro semestre do ano de 2010, o Curso de Licenciatura em Expressão Gráfica, cujo perfil do profissional licenciado era mais voltado para a Geometria Gráfica e suas aplicações e, portanto, mais adaptado à realidade e demandas vigentes naquele período: posterior à Resolução CNE/CEB nº 1, de 3 de fevereiro de 2005, que instituiu a inclusão do Ensino Técnico à Educação Básica. Assim, o ensino médio integrado definido como “Educação Profissional de nível técnico” passou a ser denominado de “Educação Profissional Técnica de nível médio”, representando um promissor e importante campo de trabalho para os licenciados em Expressão Gráfica, ou seja, a formação na LEG seria apropriada aos interessados em integrar o quadro de docentes das Escolas Técnicas Estaduais (ETE’s) e dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IF’s).

No primeiro semestre de 2013, visando atender o mercado de trabalho representado pelo Ensino Técnico, teve início um novo perfil curricular (em vigor até 2019) que buscou aprimorar e flexibilizar a identidade do curso de LEG, permitindo, por parte do aluno, a escolha entre cinco eixos de aprofundamento: (1) Artes Visuais; (2): Arquitetura; (3) Design; (4) Engenharias, e (5) Tecnologias Computacionais.

Desde então, especificamente, tanto o Colegiado do Curso como o Núcleo Docente Estruturante (NDE) vem discutindo sobre o perfil do profissional que devemos formar. Entendemos que a formação de um professor é uma responsabilidade dupla, por um lado temos a preocupação com o aprendizado do conteúdo específico da área da Expressão Gráfica e, por outro lado, há a preocupação com a formação de um docente, a qual deve estar, invariavelmente, associada a um caráter humanístico, com responsabilidade social e ética na postura profissional, especialmente porque esse profissional trabalhará no Ensino Básico, isto é, com crianças, adolescentes e jovens adultos.

Tendo como foco específico a Geometria Gráfica e as suas aplicações, o perfil em vigor na LEG até o ano corrente visa caracterizar um licenciado com atributos mais flexíveis e adaptado ao contexto da sociedade. A Geometria Gráfica, aliás, é o fio condutor que dá suporte ao aluno durante todo curso. A mesma Geometria que, no decorrer da sua história, passou por diver-

sas crises tanto em seus fundamentos como no modo da sociedade enxergá-la e estudá-la. Sabemos que entender esses acontecimentos do passado é uma maneira de compreender os problemas no presente e de buscar soluções para os mesmos, ou seja, ter essa compreensão faz parte do processo de ressignificação do profissional que ensina(va) desenho.

3 Por que estudar Geometria?

É comum os alunos iniciantes da graduação em Licenciatura em Expressão Gráfica (LEG) questionarem: "porque o curso está fisicamente instalado no Centro de Artes e Comunicação (CAC) da UFPE, uma vez que é a Geometria (um conhecimento *dito* de ciências exatas) que norteia todo o curso?". Esse questionamento, a princípio, tão simples perpassa por discussões complexas que trazem consigo a compreensão do referencial teórico do curso, ou seja, o corpo articulado de conceitos de diferentes níveis de abstração (pressupostos gerais, conceitos específicos, etc.) que orientaram a concepção da LEG (2010) e vêm norteando as reformas curriculares que o Núcleo Docente Estruturante (NDE) do curso tem proposto numa ação coletiva com egressos.

Apesar da Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971, estar diretamente ligada à depreciação do estudo da Geometria Gráfica (desenho, desenho geométrico) no ensino básico brasileiro, essa desvalorização não é fruto exclusivo dessa lei. A importância do estudo da Geometria para formação humana não vem sendo apresentada amplamente, de maneira a mostrar sua importância nas diversas áreas do conhecimento tanto científico como social.

O estudo da Geometria Gráfica desenvolve habilidades relacionadas à inteligência espacial como: coordenação visual motora, memória visual, descriminação visual, percepção da posição no espaço, entre outras (FROSTIG e HORNE, 1964; HOFFER, 1977; FOSTIG, HORNE e MILLER, 1980; GARDNER, 1994). Segundo a psicologia (PIAGET, 1967), uma vez que o conteúdo de desenho geométrico não é ensinado ou trabalhado com crianças na faixa etária de 7 a 12 anos, elas estão perdendo um momento cognitivo propício para tal aprendizado. Contudo, essas habilidades podem ser desenvolvidas tardiamente, no entanto, corre-se o risco de nunca serem desenvolvidas completamente.

Vivemos em uma sociedade de um excesso de imagens, informações, ou seja, vivemos hiperatentos. Para Byung-Chul Han (2017, p.33), a hiperatenção é "essa atenção dispersa que se caracteriza por uma rápida mudança de foco entre diversas atividades, fontes informativas e processos". Na verdade, nosso olhar está habituado a esse excesso e não consegue mais parar e contemplar. Não se tem mais uma atenção profunda, porque a sociedade tem conduzido o indivíduo a fazer milhares de coisas ao mesmo tempo e, com isso, temos o olhar superficial, pois nossa atenção é dividida entre diversas demandas. Desta feita, asseguro que o "Aprender a Ver" tem se tornado cada dia mais importante no mundo contemporâneo, não só para a disciplina de Geometria, mas para grande parte das nossas atividades cotidianas.

Na construção do pensamento geométrico, o olhar tem um papel importante que era atribuído, anteriormente, apenas a caracterização da Geometria das formas. Uma questão importante na aprendizagem da Geometria, em particular nas primeiras séries do ensino fundamental, é como fazer a passagem desse olhar, que reconhece e diferencia formas, para a identificação dessas formas (TEIXEIRA, 2008).

Pesquisas sobre a aprendizagem de Geometria no ensino fundamental (KALEFF, 1994; LORENZATO, 1995; PAVANELLO, 1993; PEREZ, 1995) observaram a deficiência na aplicação dos conteúdos de Geometria Gráfica. Nessas pesquisas foram apontados diversos motivos para explicar tal carência, como por exemplo: a escassez de material didático, a desobrigação do ensino e a falta de professores qualificados. A teoria dos níveis do pensamento geométrico, de autoria dos educadores holandeses Pierre M. Van Hiele e Dina Van Hiele Geoldof (casal Van Hiele), foi muito significativa para estas pesquisas, pois descreve os processos de pensamento usados no contexto geométrico.

Para o casal Van Hiele (1984), o espaço destinado aos conteúdos de Geometria nas matérias de Matemática e Artes não supre o tempo nem a profundidade dos conteúdos necessários aos alunos para o desenvolvimento de um pensamento geométrico. Consequentemente, esses estudantes chegam ao ensino superior com habilidades em um nível inferior ao esperado.

Atualmente, dentro da disciplina de Matemática, as escolas trabalham a geometria por meio de dedução das fórmulas e resolução de exercícios, o que resulta num trabalho muito mecânico. Com isso os alunos se confundem na realização das atividades e não compreendem os conteúdos e conceitos da mesma. Pelo fato de apresentar uma quantidade de fórmulas, os alunos não conseguem visualizar os objetos e nem fazer relação com os que estão ao seu redor.

No caso dos conteúdos de Geometria nas disciplinas de Artes, os dilemas são diferentes: não há uma evolução tão gradual e contínua de assuntos, pois a disciplina precisa suprir outras áreas de conhecimento além de artes plásticas, como teatro, música, dança.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam a importância desse ramo da matemática que também serve de instrumento para outras áreas do conhecimento. O aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive.

> [...] O trabalho com noções geométricas contribui para a aprendizagem de números e medidas, pois estimula a criança a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades e vice-versa. Além disso, se esse trabalho for feito a partir da exploração dos objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, ele permitirá ao aluno estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento (BRASIL, 1997, p. 39).

Essa situação representa uma perda da possibilidade do aprendizado de habilidades importantes e necessárias não apenas para o estudo da Geometria e das áreas do saber que se utilizam desse conhecimento – como é o caso das áreas das Engenharias, da Arquitetura, da Expressão Gráfica, do Design e da Comunicação Visual – como também para a vida cotidiana, ao propiciar para o indivíduo o desenvolvimento de habilidades de percepção espacial, por exemplo, saber se localizar num espaço conhecido ou não, ler mapas, interpretar e comparar imagens, ter noções de distância e de proporção, desenvolver coordenação visual-motora, entre outras. Nacarato e Passos (2003, p. 29) apontam que “é cada vez mais indispensável que as pessoas desenvolvam a capacidade de observar o espaço tridimensional e de elaborar modos de comunicar-se a respeito dele, pois a imagem é um instrumento de informação essencial no mundo moderno”.

Além disso, dependendo de como são trabalhados os conceitos geométricos, existem muitas possibilidades para o aluno explorar, representar, construir, discutir, investigar, perceber, descobrir e descrever propriedades, o que é fundamental no processo de ensino e de aprendizagem da matemática. Assim, a Geometria pode contribuir para o desenvolvimento da capacidade de abstrair e generalizar.

Na pesquisa "Os por quês matemáticos dos alunos e as respostas dos professores", Lorenzato (1993) submeteu 255 professores, com mais de 10 anos de experiência no ensino fundamental (anos iniciais), a oito questões (propostas por alunos) referentes à Geometria plana euclidiana. Nenhuma questão teve acerto: foram 2040 respostas erradas. Do total de professores consultados, apenas 8% admitiu que *tentava lecionar conteúdos de Geometria aos alunos*. Lorenzato (1993) conclui a pesquisa afirmando que o professor que não conhece Geometria também não conhece o poder, a beleza e a importância que ela possui para a formação do futuro cidadão, logo, para esses professores, o dilema é tentar ensinar Geometria sem conhecê-la ou então não ensiná-la.

Considerando as exposições ao longo desta seção, afirmamos que estar fisicamente inseridos no Centro de Artes e Comunicação não nos coloca como um curso de artes, mas nos remete a sermos um curso que trabalha a linguagem gráfica conferida pela ciência da Geometria, ou seja, o curso da LEG está no CAC por ser comunicação. Nesse sentido Luz em seu artigo diz:

> O Desenho como ciência que integra os conhecimentos é um dos apoios filosóficos e epistemológicos que pode contribuir decisivamente na formação humana, levá-lo para a sala de aula, integrando conhecimento estar-se-á resgatando o pensamento crítico dos educandos do ensino médio e fundamental. Quando se pensa criticamente, consegue-se resolver problemas em qualquer área. Não existem limites para o pensamento. Um exemplo disso foram os primeiros temas ecológicos desenvolvidos por Hipócrates e Aristóteles, ambos considerados grandes geômetras, filósofos e pensadores. (LUZ, 2005, p. 23).

4 Ressignificando o profissional Licenciado em Expressão Gráfica

No artigo "Por que não ensinar Geometria?", ao dissertar acerca da Omissão Geométrica, Lorenzato (1995) descreve algumas causas para a situação caótica do ensino da Geometria no Brasil:

> Uma delas é o currículo (entendido diminutamente como conjunto de disciplinas): nos nossos cursos de formação de professores, que possibilitam ao seu término o ensino da Matemática ou Didática da Matemática (Licenciatura em Ciências, em Matemática, em Pedagogia e Formação para o Magistério), a Geometria possui uma fragilíssima posição, quando consta. Ora, como ninguém pode ensinar bem aquilo que não conhece, está aí mais uma razão para o atual esquecimento geométrico (LORENZATO, 1995, p. 4).

Notem que o artigo tem mais de vinte anos e continua atual, pois, atualmente, com exceção da Licenciatura em Expressão Gráfica (UFPE) e da Licenciatura em Desenho (UFRJ), os cursos de formação de professores que habilitam o profissional ao ensino da Geometria para o ensino básico são: Pedagogia (educação infantil e anos iniciais do fundamental), Licenciatura em Matemática (ensino fundamental e médio), Licenciatura em Ciências da Natureza

e Matemática (ensino fundamental e/ou médio, a depender da habilitação específica escolhida). Entretanto, salvo raras exceções, a Geometria não tem existido na educação básica como disciplina específica. Seu conteúdo vem sendo diluído na disciplina de matemática e, infelizmente, o cenário não mudou desde a pesquisa realizada por Lorenzato, em 1993.

Justamente por não haver a obrigatoriedade da disciplina de Geometria ou Desenho Geométrico na educação básica brasileira, se faz necessário o processo de Ressignificação do profissional Licenciado em Expressão Gráfica. Outros fatores que contribuem para a realização deste processo são: a velocidade dos avanços tecnológicos e a compreensão das necessidades emergentes.

Em relação aos avanços tecnológicos, muitas oportunidades têm surgido: por exemplo, sabe-se que o desenho (representação gráfica manual) sempre foi o principal suporte da linguagem gráfica, contudo, atualmente, esse suporte também ocorre através da representação digital com a utilização de softwares gráficos. Cada vez mais, as tecnologias da informação e comunicação têm interferido positivamente na área da representação gráfica e, as ferramentas de modelagem têm possibilitado métodos mais integrados entre as diferentes áreas responsáveis pelo processo de representação digital.

O novo perfil curricular da LEG apresentado no Projeto Pedagógico do Curso (versão 2019) foi estruturado pelo NDE que pautou suas discussões em consonância aos preceitos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996), da Resolução nº 02 de 1º de Junho de 2015 do Conselho Nacional de Educação e da Nova Base Comum Curricular (BNCC/MEC, 2017). Sem esquecer a Lei nº 13.005/2014 (PNE 2014-2024) que define a integralização de, no mínimo, dez por cento do total de créditos curriculares exigidos nos cursos de graduação, através de programas e projetos de Extensão em áreas de pertinência social. Este perfil conta com disciplinas específicas mais arrojadas e pautadas com base nas tendências tecnológicas da atualidade. É bem verdade que a produção de artefatos no curso da LEG vem passando por mudanças desde o perfil curricular anterior (vigente até 2019), com a popularização de tecnologias como o corte a laser e a impressão 3D. Sobre os métodos de produção, Celani e Pupo (2008) afirmam que os antigos destinavam-se a fabricação em massa de cópias idênticas de um mesmo produto, diferentemente dos novos, baseados em modelos digitais, capazes de manufaturar grande quantidade de formas diferentes. Em seu trabalho de conclusão de curso, Silva (2019) apresenta dois desses novos métodos de produção utilizados no Grea3D (Grupo de Experimentos em Artefatos 3D), o Laboratório de prototipagem rápida e fabricação digital, equipado com quatro impressoras 3D, seis computadores e uma cortadora a laser que faz parte da estrutura física da LEG.

Figura 1 – Laboratório Grea3D.
Fonte: GALVÃO, Thyana Farias Galvão et al. Projeto pedagógico do curso de Licenciatura em Expressão Gráfica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

Figura 2 – Trabalho desenvolvido por alunos da LEG utilizando a cortadora a laser.
Fonte: Disciplinas de Expressão Gráfica utilizam abordagem multidisciplinar e prototipagem rápida (Disponível em: http://grea3d.expressaografica.pro.br/noticias/)

No tocante à compreensão das necessidades emergentes, podemos afirmar que os fundamentos teóricos e metodológicos do ensino ativo e inovador (empatia, engajamento, criatividade e microaprendizagem; prototipagem e cultura *maker*; aprendizagem baseada em projetos e problemas; *mobile learning*; realidade aumentada e virtual; etc.), bem como princípios norteadores do Atendimento Educacional Especializado (AEE.) guiaram a reforma pedagógica proposta na nova edição do PPC do curso. O AEE é um serviço da educação especial que identifica, elabora, e organiza recursos pedagógicos e de acessibilidade, que eliminem as barreiras para a plena participação dos alunos, considerando suas necessidades específicas (BRASIL, 2008).

Num país tão controverso quanto o Brasil, trabalhar a ressignificação de um profissional da docência é uma ação prioritária que precisa ultrapassar os limites da universidade, ou seja, é necessário que as atividades desenvolvidas na LEG cheguem até a sociedade. A falta dessa divulgação, inclusive, tem sido algo negativo aos profissionais formados no curso, que perdem oportunidades interessantes, como, por exemplo, não conseguirem concorrer em editais de concursos públicos voltados para profissionais com qualidades inovadoras, pois a LEG, raramente, aparece nestes editais.

5 Algumas considerações acerca da formação de professores

O processo educacional deve ser continuamente revisto para se adequar à necessidade de formação de cidadãos aptos a entender e intervir na realidade socioeconômica do seu tempo e do local em que vive. A universidade precisa rever suas estruturas visando formar profissionais adaptados às necessidades do momento atual e do que se espera no futuro. A graduação já não é mais um fim. A educação é continuada e o maior valor de cada etapa está em preparar um profissional com qualidade e apto a aprender cada vez mais.

A contribuição para a melhoria permanente da qualidade de vida da sociedade é função da universidade enquanto espaço apropriado ao pensar e produzir conhecimento. Com isso, ela forma profissionais que devem atuar em prol do atendimento das diversas demandas que surgem diariamente, no estabelecimento de seus deveres e em respeito aos direitos de todos. Entre esses profissionais que as universidades formam estão os professores de todas as áreas do conhecimento, os quais participarão da educação das futuras gerações. Esses profissionais terão a responsabilidade de auxiliar a formar cidadãos mais conscientes de seu papel como agentes da (re)construção das relações sociais. Para tanto, é imprescindível que a formação desses futuros docentes os garanta a construção do conhecimento a partir da produção do pensamento crítico-reflexivo, pois só assim estes futuros professores poderão vivenciar adequadamente sua atividade profissional, de modo a contribuir para a concretização de uma sociedade mais democrática, tolerante e justa.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática** PCN. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. **Política Nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva**. Brasília, DF, 2008.

CELANI, Gabriela; PUPO, Regiane Trevisan. **Prototipagem Rápida e Fabricação Digital para arquitetura e construção: Definições e estado da arte no Brasil**. In: Caderno de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: 2008.

FREUD, Sigmund. Projeto para uma psicologia científica (1950 [1895]). In: **Publicações pré-psicanalíticas e esboços inéditos** (1886-1889). Direção-geral da tradução de Jayme Salomão. Rio de Janeiro: Imago, 1996. p. 355-450. (Edição standard brasileira das obras psicológicas completas de Sigmund Freud, 1).

FROSTIG, Marianne; HORNE, David. **The Frostig program for the development of visual perception**. Chicago: Follett Publishing Co., 1964.

FROSTIG, Marianne; HORNE, David; MILLER, Ann-Marie. **Figuras e formas: programa para o desenvolvimento da percepção visual**. Guia para o professor: níveis elementar, intermediário e adiantado (suplementado por cadernos dos três níveis). Trad. Leonor Scliar Cabral, Buenos Aires. São Paulo: Panamericana, 1980.

KALEFF, Ana Maria Martensen Roland. **Tomando o ensino da Geometria em nossas mãos...** A Educação Matemática em Revista. SBEM, n. 2, p. 19-25, 1994.

HAN, BYUNG-CHUL. **Sociedade do cansaço**. 2ª edição ampliada. Petrópolis: Ed. Vozes, 2017.

HOFFER, Alan R. **Mathematics Resource Project: Geometry and Visualization**. Palo Alto, Calif.: Creative Publications, 1977.

LORENZATO, Sergio. **Por que não ensinar Geometria?** A Educação Matemática em Revista, Blumenau: SBEM, v. 3, n. 4, p. 3-13, 1995.

LORENZATO, Sergio. **Os "porquês" Matemáticos dos Alunos e as Respostas dos Professores**. Proposições, vol. 10, Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1993.

LUZ, Adriana Augusta Benigno dos Santos, et al. **Uma abordagem filosófica para o ensino da Geometria na disciplina de matemática nas escolas da rede pública**. Revista Educação Gráfica, Bauru, n.9, p.22-28, 2005.

NACARATO, Adair Mendes; PASSOS, Cármen Lucia Brancaglion. **A Geometria nas séries iniciais: uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores**. São Carlos: EdUFScar, 2003.

OLIVEIRA, Fátima Cristina Monteiro de. **A arte da reescritura: uma ressignificação?** J. psicanal, São Paulo, v. 44, n. 80, p. 127-140, jun. 2011. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-58352011000100011&lng=pt&nrm=iso> . Acesso em 10 de abril 2019.

PAVANELLO, Regina Maria. **O abandono do ensino da Geometria no Brasil**: causas e consequências. Zetetiké. Campinas, v. 1, n. 1, mar. 1993.

PEREZ, Geraldo. **A realidade sobre o ensino da Geometria no 1º e 2º graus, no Estado de São Paulo**. A Educação Matemática em Revista. SBEM, São Paulo, n. 4, 1995.

PIMENTA, Arlindo Carlos. **O tempo em Freud**. Estud. psicanal., Belo Horizonte , n. 41, p. 59-66, jul. 2014 . Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-34372014000100006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 10 de abril 2019.

SILVA, Gabriel Varela Soares da. **Expressão Gráfica: educação inclusiva a partir das contribuições para o programa das salas de recursos multifuncionais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019.

TEIXEIRA, Marta S. M. **O pensamento geométrico no 1º ano de escolaridade**. Dissertação de mestrado - Universidade de Lisboa. Lisboa, 2008.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ZINES E INTERDISCIPLINARIDADE EM DESENHO

BATISTA, Cristina Jardim[1],
IZAR, Soraya Barcelos[2],

Resumo

Este artigo tem o propósito de divulgar as atividades do projeto de iniciação artística e cultural *Zines e Interdisciplinaridade em Desenho,* desenvolvidas com estudantes do Colégio Pedro II, *Campus* Centro, no decorrer do ano letivo de 2018. A ideia de organizar atividades para o projeto nasceu de uma solicitação dos alunos que queriam trabalhar com desenho e desenvolver suas habilidades gráficas. O projeto tem como objetivos ampliar o contato dos estudantes com diferentes meios e métodos de expressão gráfica, identificando potenciais talentos; oportunizar o desenvolvimento de competências comunicacionais e artísticas; incentivar o compartilhamento e consumo de trabalhos criativos e discussões da comunidade escolar; aprofundar os conhecimentos dos estudantes sobre o Desenho e suas aplicações. Abrir um espaço de discussão sobre as atribuições e contribuições possíveis da disciplina nas esferas da cultura material.

Palavras-chave: desenho de observação; zines; projeto de iniciação artística e cultural.

Abstract

This article aims to disseminate the activities of the Zines and Interdisciplinarity in Design artistic and cultural initiation project, developed with students of Colégio Pedro II, Campus Centro, during the academic year of 2018. The idea of organizing activities for the project was born of a request from students who wanted to work with drawing and develop their graphic skills. The project aims to broaden students' contact with different media and methods of graphic expression, identifying potential talents; to foster the development of communication and artistic skills; encourage the sharing and consumption of creative work and discussions within the school community; students' knowledge about Design and its applications. Open a space for discussion about the possible attributions and contributions of discipline in the spheres of material culture.

Keywords: observation drawing; zines; project of artistic and cultural initiation.

[1] ESDI-UERJ, cjardimbatista@gmail.com
[2] CAp-UERJ e Colégio Pedro II, soizar@gmail.com

1 Território

Dentre as diversas definições existentes para zines (redução de *fanzines*), a que melhor encampa o trabalho a ser apresentado neste artigo é a de que são publicações autônomas para divulgação de trabalhos artísticos autorais, materiais de propaganda e discussão de temas de interesse social, organizados e distribuídos independentemente das grandes corporações de comunicação. Na definição de um editor desses impressos:

> Zine é um veículo de divulgação alternativo e independente, geralmente reproduzido em pequenas tiragens e distribuído para um público segmentado. Surgiu da necessidade de expressão de grupos específicos e tornou-se campo fértil para experimentações gráficas e textuais (SNO, 2015, p. 19).

Esta definição ecoa com as oriundas das produções da comunicação social: "publicação impressa que se aproxima de um jornal ou revista, porque utiliza técnicas de edição, editoração, diagramação, impressão, distribuição e, às vezes, até publicidade" (LOURENÇO, 2006, p. 2), ainda que com métodos e proporções diferentes. E ambas destacam atribuições importantes da expressão gráfica, no conceito que Aldrich e Sheppard denominam graficacia:

> A habilidade de entender e apresentar informações na forma de rascunhos, fotografias, diagramas, mapas, plantas, gráficos e outros formatos não textuais bidimensionais. A informação transmitida pode ser diretamente representativa do que vemos (como em fotografias ou desenhos) ou mais abstrata – informação espacial (como em mapas, plantas e diagramas) ou mais numérica, como em tabelas e gráficos, por exemplo. (ALDRICH; SHEPPARD, 2000, p. 1)

A bibliografia sobre a produção de zines ressalta também a estética criada pelo fanzine em razão das adaptações nos processos de produção e impressão de edições de baixo orçamento. Esses números tinham escrita datilografada e/ou feita à mão, imagens montadas por colagem em alto contraste para produção de fotocópias em preto e branco e ajudaram a consolidar a padronagem visual daquela época. Esta estética tornou-se tão característica dessa mídia que permanece sendo reproduzida em muitas publicações realizadas atualmente em computadores pessoais, tecnologia que facilita e barateia a diagramação, o tratamento de imagens e a seleção tipográfica. Para Magalhães, a essência do zine reside em sua construção contra-hegemônica:

> se o desenvolvimento tecnológico e a popularização dos meios de impressão possibilitaram a edição do fanzine cada vez mais sofisticada, aproximando-o do requinte das publicações do mercado, contudo, para continuar sendo fanzine ele deve manter seu princípio original: o caráter contestador, informativo e analítico, fator de integração de grupos culturalmente marginalizados (MAGALHÃES, 2005, p.15).

Para Lourenço,

> a resistência a normas cotidianas é um projeto geral da produção fanzinesca, mas é o estudo dos procedimentos que evidenciará os projetos editoriais específicos com colunas, tipografias, escrituras e imagens que concedem aos fanzines um estilo rítmico singular de leitura (LOURENÇO, 2006, p. 77).

Em Santos e Oliveira (2018) o argumento de um padrão estético que denota o território autônomo dos zines se alinha ao de seus conteúdos, que trazem as questões de interesse não contempladas pela mídia corporativa e conclamam a ação participativa: “Esses ‘portadores figurativos do significado’ são responsáveis por mobilizar sentimentos, manipular interpretações e propor uma série de regras e formas de identificação e ações individuais e coletivas” (p. 462).

O zine é, portanto, um conjunto de forma e conteúdo aberto dentro de certos parâmetros entre os quais se destacam a autogestão, a liberdade criativa e a distribuição em espaços diversos daqueles ocupados pelos meios de comunicação corporativos.

O formato e a mídia que suportam os conteúdos do zine não são, portanto, critérios fechados e, sendo assim, uma maneira ainda mais barata de produzir e divulgar conteúdos é por meio da internet, cuja expansão de acesso via *smartphones* coloca em questionamento a necessidade da existência de uma publicação física em um primeiro momento. Mas os espaços e modos de circulação dos zines são diversos e a distribuição em mãos é parte importante dessa cultura, aproximando artistas e público. No caso dos impressos existe também o apelo físico, sinestésico, de manipular a publicação e tê-la como um objeto de arte. Segundo Sno “investir em cores, texturas, dobraduras, gramaturas diferentes de papéis, formas diferenciadas de diagramação, impressão artesanal e até em odor são apostas dos zineiros desse século. O material impresso tem que fazer sentido.” (SNO, 2015, p. 68). E este é um dos critérios norteadores que justificam o trabalho com zines impressos associados a uma disciplina de expressão gráfica em projeto de extensão.

Seu apelo pedagógico está relacionado à experiência com a produção gráfica e também com a prática da autogestão, característica da produção desses impressos.

A materialidade do impresso favorece a afetividade da circulação de informações de interesse local e pode funcionar como dispositivo de conversação informal e criativa entre os estudantes, e também junto à escola e a comunidade. Uma das trocas a serem estabelecidas é a identificação das relações entre os conteúdos curriculares do Desenho e outros campos de conhecimento por meio de processos e técnicas relacionados mas não necessariamente presentes no plano de curso disciplinar formal.

Na maior parte das ocasiões, por motivos que vão desde o programa curricular denso e o tempo disponível para cumpri-lo até o sistema de avaliação fechado em prova individual formal por tradição, a produção criativa do estudante se desenvolve restrita a padrões específicos conforme observado em Campos:

> infelizmente, ainda encontramos na sala de aula propostas de redação que servem apenas como sugestão para o exercício da escrita, em que o aluno apenas escreve textos para a escola. (...) e o professor avalia o texto focando critérios como criatividade, concordância, pontuação e ortografia. Isso revela que o aluno não escreve com intenção definida, não idealiza um possível leitor, o aluno escreve apenas para a avaliação do professor (CAMPOS, 2009, p. 5).

Na produção autoral em formato zine, o estudante tem maior autonomia para a escolha de temáticas e organização de conteúdos, com atenção ao público com o qual deseja/deve dialogar, mas o processo de avaliação desse modelo de produção é complexo de se fazer dialogar com o padrão de avaliação escolar unificada em um documento comum com respostas padronizadas.

Na impossibilidade de articulação do programa curricular e do sistema de avaliação, os projetos de extensão surgem como resgate para os conteúdos e técnicas não previstos para a disciplina. Esta ponderação é feita com as ressalvas de que a extensão tem objetivo de aprofundamento e não engloba todos os estudantes.

A jornada apresentada a seguir expõe os processos e resultados de um projeto de extensão orientado para ampliar o contato dos estudantes com diferentes meios e métodos de expressão gráfica, identificando e iniciando potenciais talentos. Oportunizar o desenvolvimento de competências comunicacionais e artísticas. Incentivar o compartilhamento e consumo de trabalhos criativos e discussões da comunidade escolar. Aprofundar os conhecimentos dos estudantes sobre Desenho e suas aplicações. Abrir um espaço de discussão sobre as atribuições e contribuições possíveis da disciplina nas esferas do consumo de cultura material.

2 Jornada

O projeto *Zines e interdisciplinaridade em Desenho* foi elaborado com o objetivo de atender à demanda dos estudantes do Ensino Médio por atividades de extensão em expressão gráfica no Colégio Pedro II para ser submetido a edital de Projetos de Iniciação Artística e Cultural em 2018 pelas professoras Soraya Izar e Cristina Jardim Batista, docentes da disciplina Desenho no *Campus* Centro desta instituição. Foi aprovado para ser desenvolvido no decorrer do ano letivo, provendo bolsas para três estudantes e contando com uma participante voluntária, todos da segunda série do ensino médio, selecionados mediante inscrição.

A estrutura disponível para laboratório durante o período de vigência do projeto (de junho a novembro) era a básica da disciplina Desenho já oferecida no *campus*: sala, computadores usados pelos docentes para apresentação em aula (emprestados individualmente junto à direção) e acesso à reprografia.

2.1 Conhecendo os zines

Apresentação do conceito de zines e livros de artista, com demonstração de exemplares com diversos temas, formatos e técnicas de produção (figuras 1 e 2).

Figura 1 – Zines em diferentes formatos e temas.
Fontes: ZOUVI, Aline. **Som & Fúria** (2018). Óleo sobre tela (2018). SNO, Márcio. **Guia prático para show de rock independente** (2018). Trabalhos de estudantes e das autoras (2018).

Figura 2 – Cartões dobráveis com representações arquitetônicas.
Fonte: BATISTA, Cristina Jardim, MEDEIROS, Ligia Maria Sampaio de. Modelos tridimensionais físicos para o estudo de projeções. In: **Anais do 1º Simpósio de Pós-Graduação em Design da ESDI**, Rio de Janeiro: UERJ, 6-7 de agosto de 2015 (adaptado).

2.2 Definindo o tema

A orientação do projeto demandava que as temáticas tivessem diálogo com a disciplina Desenho e também com outras (presentes ou não no currículo do colégio) e fosse voltada para a comunidade escolar (docentes, discentes e corpo técnico). Entre as opções consideradas para temas estiveram quadrinhos sobre processos de avaliação escolar, culinária, cultura oriental, arquitetura e botânica brasileira, tendo sido consenso para a primeira edição a arquitetura em par com a perspectiva cônica. Procederam-se então aulas-exercício sobre projeções e elementos construtores do desenho em perspectiva de observação (figura 3) e destes exercícios resultaram construções cariocas marcantes (figura 4), mas não tão conhecidas quanto os pontos turísticos principais da cidade. As dobras móveis dos *pop-up*s também integraram o projeto da primeira edição, trazendo o estudo do espaço tridimensional e o trabalho com engenharia de papel (figura 5).

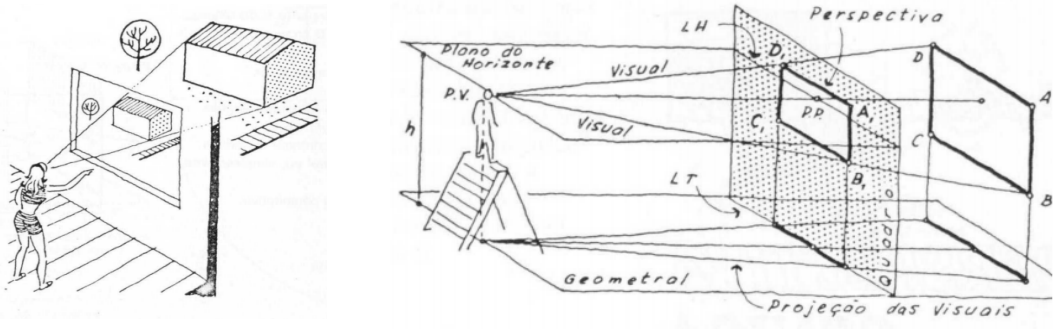


Figura 3 – Representações de projeções e elementos da perspectiva cônica.
Fonte: MONTENEGRO, Gildo. **Geometria Descritiva:** desenho e imaginação na construção do espaço 3D. (volume 1) **.** São Paulo: Edgard Blucher, 2016.

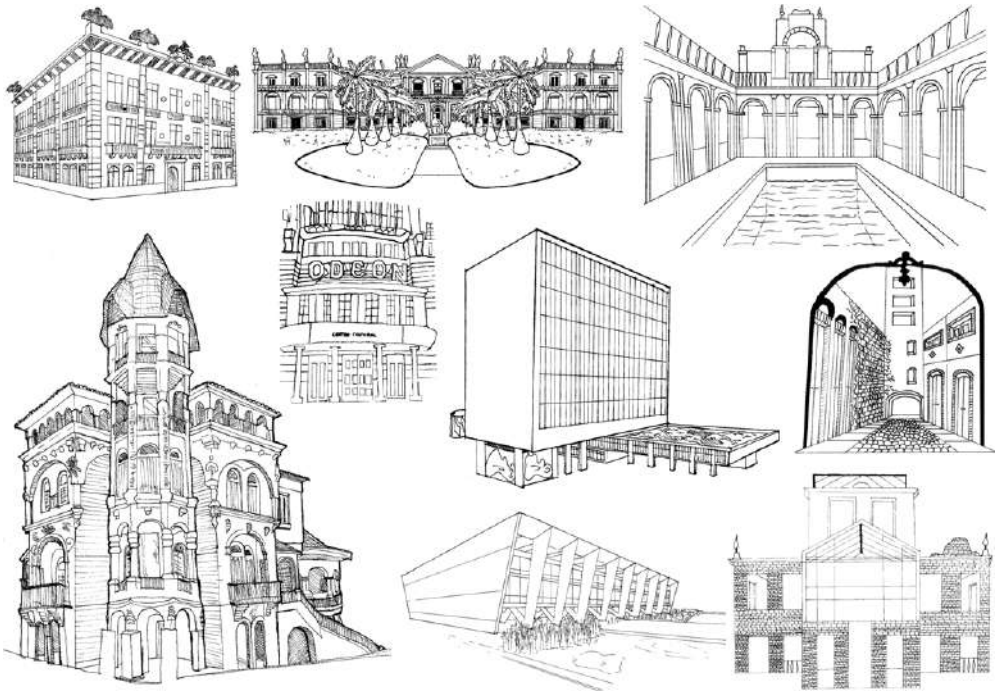


Figura 4 – Desenhos arquitetônicos de construções cariocas (Museu da República, Museu Nacional, Parque Lage, Centro Cultural Odeon, Palácio Capanema, Arco do Teles, Castelinho do Flamengo, Museu de Arte Moderna, Parque das Ruínas).
Fonte: Deborah Ferreira, Johanna Siebert, Lucas Rico, Sophia Buch (estudantes do projeto)

Figura 5 – Testes de dobras móveis para representações de prédios cariocas.
Fonte: Deborah Ferreira, Johanna Siebert, Lucas Rico, Sophia Buch (estudantes do projeto)

2.3 Formato, materiais e técnicas

A definição do formato levou em consideração a economia da produção e os recursos materiais disponíveis na escola, bem como o tempo de execução do projeto. Optou-se então por uma encadernação brochura costurada, tamanho A5 (148mm x 210mm), para melhor aproveitamento de papel A4 oferecido pela escola. A impressão em preto e branco levou em conta a economia, mas foi também recurso estilístico para os desenhos de linha. O papel utilizado foi o de gramatura 140g/m² para melhor sustentação dos *pop-ups*.

Em seguida procedeu-se o estudo de fontes tipográficas e diagramação básica, oficinas de pesquisa e produção de texto. Os estudantes escolheram fontes semelhantes à caligráfica em maiúsculas para os títulos e a datilografada para os textos, remetendo à estética dos zines tradicionais. O título da publicação foi desenhado fazendo alusão à disciplina Desenho e aos nomes de periódicos iniciados com o artigo THE, em inglês, formando um jogo de símbolos fonéticos e visuais (figura 6).

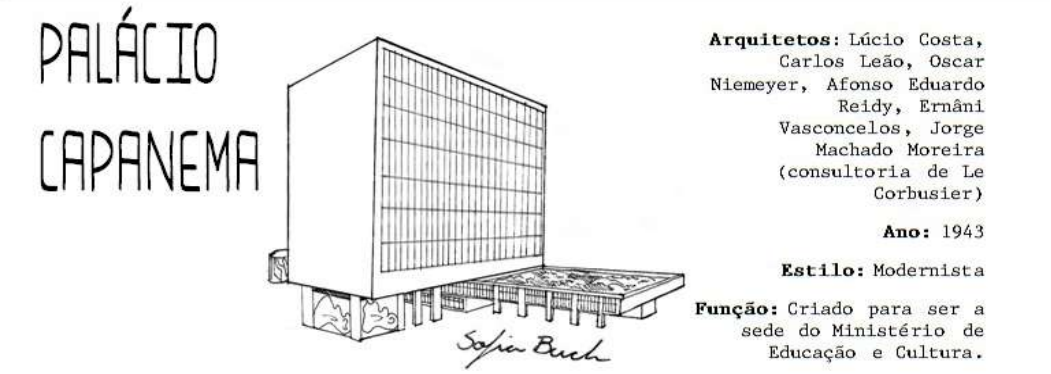


Figura 6 – Projeto tipográfico e de diagramação da primeira edição do zine Thesenho.
Fonte: Deborah Ferreira, Johanna Siebert, Lucas Rico, Sophia Buch (estudantes do projeto)

A última etapa de produção da primeira edição foi a oficina de encadernação e montagem dos zines com costura das brochuras, colagem dos pop-ups e marcações dos elementos de perspectiva em papel vegetal posicionado sobre desenho do Palácio Capanema.

Figura 7 – Zine Thesenho.
Fonte: Deborah Ferreira, Johanna Siebert, Lucas Rico, Sophia Buch (estudantes do projeto)

2.4 Desdobramentos

A tiragem inicial da primeira edição foi de cinquenta cópias numeradas, distribuídas entre os editores, membros da comunidade escolar e demais interessados, dentre os quais a biblioteca do Museu de Arte Moderna, que tomou conhecimento do trabalho por meio das redes sociais e requisitou exemplares para consulta e para arquivo no setor de obras raras, este último assinado pelos editores. Um arquivo imprimível foi disponibilizado, com tutorial de impressão e montagem em vídeo via *link*: **instruções**. Com isso espera-se aumentar o alcance do projeto. A edição conta ainda com um convite à colaboração dos leitores em edições futuras. A intenção é a de abrir espaço para a circulação da produção criativa da comunidade escolar dentro de seus próprios espaços, e em ambientes diversos das mídias com as quais os estudantes estão mais acostumados, como a internet.

O processo encontrou algumas dificuldades estruturais, como a indisponibilidade de computadores para uso concomitante de todos os participantes do projeto, que foi administrada com o uso alternado de até dois computadores em sistema de revezamento ou distribuição de tarefas. Também surgiram dificuldades com o calendário, que impossibilitaram a finalização da segunda edição do zine, que vinha sendo produzida com maior autonomia pelos estudantes, sem intervenção das professoras orientadoras.

O tema escolhido para este número foi botânica brasileira e foram iniciados as pesquisas e os desenhos de representação de alguns exemplares da flora nacional. O formato escolhido foi o de cartas semelhantes a um jogo de supertrunfo (figura 8), onde as características de cada planta valem pontos e jogadores competem para ganhar as cartas dos oponentes. Apesar de já concluído o projeto, o grupo pretende retomar a elaboração do jogo em momento oportuno, em contato com professores e estudantes de Biologia.

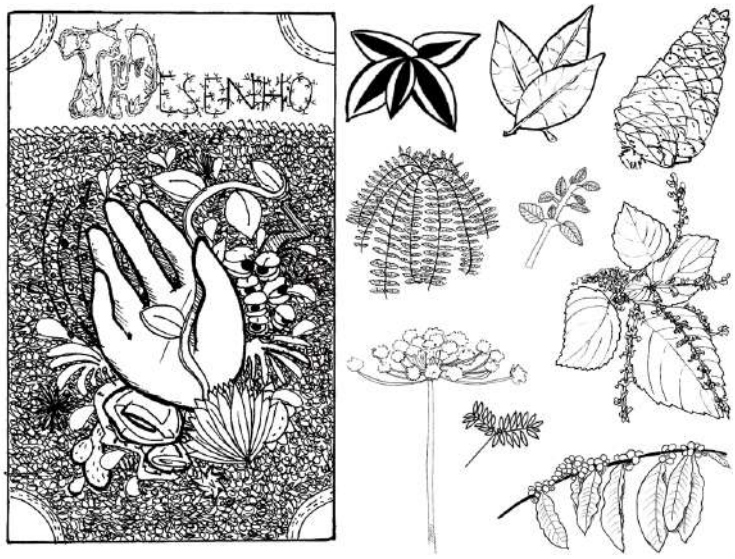


Figura 8 – Ilustrações base para a segunda edição do zine Thesenho.
Fonte: Deborah Ferreira, Johanna Siebert, Lucas Rico, Sophia Buch (estudantes do projeto)

O projeto foi concluído com a apresentação na IV Mostra de Iniciação Artística e Cultural do Colégio Pedro II, onde os estudantes deram relatos sobre competências, técnicas, processos aprendidos e reproduziram a montagem e distribuição da primeira edição do zine Thesenho ao público presente (figura 9).

Figura 9 – Oficina de zines na IV Mostra de Iniciação Artística e Cultural do Colégio Pedro II.
Fonte: Acervo das autoras

3 Conclusão

Em seus relatórios finais de projeto e em apresentação na IV Mostra de Iniciação Artística e Cultural do Colégio Pedro II os participantes elencaram, entre os aprendizados adquiridos, muitos dos previstos na proposta, como o desenvolvimento das competências gráficas (desenho em perspectiva, tipografia, diagramação); introdução à pesquisa no campo da expressão visual; aprofundamento dos conhecimentos em temas de interesse (neste caso arquitetura e botânica). Mas, além destas, foram relatadas diretamente por eles algumas competências previstas na justificativa pedagógica do projeto, mas não necessariamente postas como objetivos ou produtos do dele. Entre essas competências transversalmente adquiridas estiveram: exercício do trabalho coletivo; desprendimento da posse das criações; colaboração; oferecer e receber críticas construtivas; convencer o outro, ser convencido, ceder, confiar (divisão de tarefas e comprometimento em realizar trabalhos de interesse coletivo); adaptação a contratempos (impossibilidade do uso dos computadores com internet no laboratório).

O projeto com zines instrumentalizou a produção e distribuição de um veículo de comunicação independente e autogestado, que pode ser continuado dentro da escola em seu formato original ou ser desdobrado para outros espaços, com novas temáticas, novos objetivos e diferentes formas pelos participantes do projeto e/ou por seus leitores. Com este artigo, espera-se propagar e facilitar sua reprodução como exercício de expressão além dos muros escolares.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Pró-Reitoria de Pós-Graduação Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II e aos estudantes que acompanharam o projeto, especialmente aqueles que trabalharam nele: Deborah Ferreira, Lucas Rico, Johanna Siebert e Sofia Buch.

Referências

ALDRICH, F.; SHEPPARD, L. 'Graphicacy': the fourth 'R'? In: **Primary Science Review**, 64, 8-11, 2000.

CAMPOS, Fernanda Ricardo. Fanzine: da publicação independente à sala de aula. In: **Anais do III Encontro Nacional Sobre Hipertexto**, Belo Horizonte, 2009.

LOURENÇO, Denise. **Fanzine**: Procedimentos construtivos em mídia tática impressa. São Paulo. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, PUC/SP, 2006.

MAGALHÃES, Henrique. **A mutação radical dos fanzines**. João Pessoa: Marca de Fantasia, 2005.

SANTOS, Jonatha V.; OLIVEIRA, Wilson J. F. "A cidade foi repartida e nós não fomos convidados": ação coletiva e a construção de uma noção de cidade no Coletivo Debaixo. In: **Estudos Históricos**. Rio de Janeiro, v. 31, nº 65, p. 458-474, setembro-dezembro. 2018.

SNO, Márcio. **O universo paralelo dos zines**. São Paulo: TimoZine, 2015.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A ILUSTRAÇÃO NO LIVRO DE LITERATURA PARA CRIANÇAS E JOVENS: ESTÉTICA E NARRATIVIDADE PARA A FORMAÇÃO VISUAL DO LEITOR

FARBIARZ, Jackeline Lima[1],
LACERDA, Maíra Gonçalves[2].

Resumo

É de fundamental importância para um sujeito vivendo na sociedade contemporânea e em contato constante com a multimodalidade alcançar a capacidade de produzir significados a partir das imagens que o circundam. Todavia, se para a cultura escrita existem mecanismos de ensino próprios, as representações gráficas e imagéticas, enquanto linguagem, não encontram lugar específico como conteúdo programático escolar. A partir desse contexto, neste trabalho aborda-se a temática da educação gráfica na formação contemporânea pela perspectiva da contribuição das ilustrações, presentes nos livros de literatura para crianças e jovens, no processo de formação visual do sujeito. Ao considerar a dimensão verbo-visual dos enunciados presentes nesses objetos como potência para o desenvolvimento de sujeitos críticos, capazes de construir sentidos e narrativas a partir de textos e imagens, apresenta-se pesquisa bibliográfica de referencial teórico, estudo descritivo e analítico na busca da elucidação de possibilidades estéticas e narrativas das ilustrações, procurando compreender como elas se relacionam com o texto e abrem possibilidades de construção de sentidos para os leitores.
Palavras-chave: Ilustração; Literatura para Crianças e Jovens; Formação Visual.

Abstract

Reaching the ability to produce meanings from images is of fundamental importance for individuals in constant contact with multimodality in contemporary society. However, while there are proper teaching mechanisms for the written culture, graphic and imagistic representations do not have a specific place in school syllabus. From this context, this paper approaches the theme of graphic education in contemporaneity through the contribution of illustrations, present in literature books for children and young people, in the process of visual education. The verbal-visual dimension of the statements included in these objects are considered as powerful tools for the development of critical individuals capable of constructing meanings and narratives from texts and images. The bibliographical research of theoretical reference presents a descriptive and analytical study in search for the elucidation of aesthetic and narrative possibilities of illustrations aiming at understanding how they relate to the text and open meaning-making possibilities for the readers.
Keywords: Ilustrations; Literature for children and young people; Visual education.

[1] PUC-Rio – jackeline@puc-rio.br
[2] PUC-Rio – maira_lacerda@hotmail.com

1 Introdução

Saber lidar com imagens, compreendê-las e construir significado para elas, torna-se tarefa premente para sujeitos na contemporaneidade, participantes de uma sociedade imersa na multimodalidade, onde diversos modos comunicacionais interagem e se relacionam. Contudo, ao contrário da cultura escrita, não existem mecanismos de ensino próprios para a formação visual do indivíduo na instituição escolar, isto é, o processo de educação do olhar e de significação das imagens e das representações gráficas pelo sujeito, a partir da compreensão desses recursos enquanto partes formadoras de uma linguagem visual, de um sistema de signos que contém significado.

Compreendendo que o livro de literatura para crianças e jovens, em sua grande maioria, encontra na relação verbo-visual o espaço propício à fruição da poesia e da ficção, o presente trabalho assume a seguinte questão de pesquisa: como as ilustrações presentes nesses objetos têm contribuído para a formação visual do leitor? A partir de pesquisa bibliográfica de referencial teórico, de estudo descritivo e analítico, que englobam os pensamentos de Linden (2011), Lupton e Phillips (2008), Oliveira (2008) e Salisbury (2014), objetiva-se apresentar possibilidades estéticas e narrativas das ilustrações, procurando compreender como elas se relacionam com o texto e com o sujeito leitor.

2 Livros de literatura para crianças e jovens: contexto

Livro pode ser definido como um objeto de comunicação multimodal, que contém um projeto discursivo construído por diferentes agentes, e que alcança o intuito de sua criação por meio da interação com o leitor, durante a experiência literária e o ato de leitura. Tal interação sofre a intervenção de diversos mediadores de leitura, isto é, de agentes que conduzem o leitor por sua jornada, sem, no entanto, controlar seu percurso, incluindo agentes de produção do livro (escritores, editores, ilustradores, designers, tradutores etc.), agentes formadores (pesquisadores de leitura, professores, pedagogos, familiares etc.) e agentes culturais (bibliotecários, livreiros etc.). Contudo, enquanto os agentes formadores e os agentes culturais exercem sua mediação a partir do objeto-livro já constituído em sua forma final, os agentes de produção influenciam diretamente a construção dos enunciados, posto que são responsáveis pela sua materialização.

Olhando para o livro de literatura para crianças e jovens e para a importância da linguagem verbal e da linguagem visual na construção do seu processo de comunicação e significação, devido à grande participação de ilustrações e recursos gráficos na composição do objeto-livro, podemos perceber que sua experiência de leitura se realiza na verbo-visualidade. Sendo muito estudada pela professora e pesquisadora Beth Brait, a dimensão verbo-visual de um enunciado é descrita pela autora como

> dimensão em que tanto a linguagem verbal como a visual desempenham papel constitutivo na produção de sentidos, de efeitos de sentido, não podendo ser separadas, sob pena de amputarmos uma parte do plano de expressão e, consequentemente, a compreensão das formas de produção de sentido desse enunciado, uma vez que ele se dá a ver/ler, simultaneamente (BRAIT, 2013, p.44).

O diálogo que se forma entre texto e imagem produz uma associação das duas linguagens de forma a esvanecer as fronteiras entre elas e produzir um significado único, intrínseco à interação entre ambas. Segundo Peter Hunt, para quem o livro para crianças está no "auge da vanguarda da relação palavra e imagem" (HUNT, 2010, p. 43), grande parte da complexidade narrativa desses objetos se encontra exatamente nos seus elementos visuais (Ibid., p. 233). Mas como o leitor aprende a construir sentidos a partir dessas ilustrações? Como o processo de formação visual se dá a partir das imagens presentes nos livros de literatura para crianças e jovens?

3 Ilustração: estética e narrativa para a formação visual do leitor

3.1 Definições e reflexões

Segundo o dicionário Houaiss, temos a seguinte definição para o termo ilustração:

> **Ilustração** substantivo feminino. 1. ato ou efeito de ilustrar(-se) 1.1 qualidade do que é ilustre; renome. Ex.: mestres citados por sua i. 1.2 conjunto de conhecimentos (científicos, artísticos etc.); instrução, saber. Ex.: professor de reconhecida i. 2. Derivação: por metonímia. pessoa ilustre por seu conhecimento. Ex.: uma das maiores i. do século passado. 3. ato de esclarecer, de ilustrar por meio de explicações; esclarecimento, comentário. Ex.: sempre usa um exemplo como recurso de i. 4. adorno ou elucidação de texto por meio de estampa, figura etc. 5. Derivação: por metonímia. Rubrica: editoração. publicação que contém estampas, gravuras, desenhos etc. 6. Derivação: por metonímia. Rubrica: artes gráficas. desenho, gravura, imagem que acompanha um texto. Ex.: um livro com belas i. 7. Rubrica: filosofia. m.q. iluminismo (HOUAISS, 2000).

Por essas definições, podemos perceber uma grande diversidade de sentidos dicionarizados para a palavra. Dentre eles, nos interessa especialmente o quarto sentido, que descreve a ilustração como adorno ou elucidação do texto por meio de estampa. Tal definição apresenta a ilustração como algo decorativo ou que acompanha o texto com a finalidade de explicá-lo, estando sempre numa posição de subordinação em relação ao conteúdo verbal. Mas se retomamos o terceiro sentido apresentado, o termo ilustração também está relacionado ao esclarecimento, à explicação e ao exemplo, não necessariamente de natureza gráfica. Dessa forma, se pensarmos na associação das duas definições, a ilustração é a imagem que esclarece e oferece exemplo para o texto. Continuando em busca de outras definições, encontramos no Dicionário do livro o verbete relacionado à sua aplicação em livros para crianças e jovens:

> **Ilustração infantil** aquela que se insere dentro da literatura destinada a crianças e que pretende explicitar o texto da história, tornando-o mais apelativo e compreensível, sobretudo se tratar de textos destinados a crianças menores. O seu papel não é meramente decorativo, mas didático e pedagógico (FARIA; PERICÃO, 2008, p. 386).

Por essa definição, percebemos mais uma vez a ideia de subordinação do conteúdo imagético em relação ao textual, dessa vez associado a uma função didática ou pedagógica da ilustração, buscando explicar o texto para leitores ainda não completamente alfabetizados.

Essas definições não apenas restringem os usos e funções possíveis para as ilustrações, como também exprimem um senso comum reducionista a respeito das imagens que acompanham textos narrativos.

Luís Camargo, escritor, ilustrador e educador, também reflete sobre os sentidos atribuídos a esse termo, começando seu pensamento por meio de uma definição simples e direta: "ilustração é toda imagem que acompanha um texto"(CAMARGO, 1995, p. 16). Contudo, ao procurar as raízes da palavra e buscar os primeiros sentidos atribuídos a ela, Camargo questiona os papéis habituais de informar e enfeitar: "Mas serão apenas essas as funções da ilustração?" (*Ibid.,* p. 30). Um dos maiores ilustradores contemporâneos no Brasil, Rui de Oliveira (2008), ao refletir a respeito da arte de ilustrar para crianças e jovens, abre um panorama a respeito da ilustração que, de certa forma, responde o questionamento de Camargo. Oliveira organiza as ilustrações em três categorias de acordo com a sua função (*Ibid.,* p. 44): ilustração informativa – imagem relacionada a conteúdos informativos, compromissadas com a representação real e científica –; ilustração persuasiva – imagem relacionada ao marketing e à publicidade, com finalidade de persuasão de um consumidor –; ilustração narrativa – imagem associada a uma narrativa, comumente pela conexão com um texto.

Por essa classificação, é possível diferenciar as ilustrações compromissadas com a explicação presente nos dicionários, daquelas que tratamos no contexto do livro de literatura para crianças e jovens, acompanhando e mesmo propondo narrativas. Ainda segundo Oliveira, a finalidade das ilustrações nos livros não é apresentar uma versão do texto, "(...) mas sim favorecer a criação de outra literatura" (*Ibid.,* p. 33), posto que "A ilustração deve ser sempre uma paráfrase visual do texto, sempre uma pergunta, nunca uma resposta." (*Ibid.,* p. 49-50).

3.2 Relações entre técnica, estética e narrativa

A ilustração, como linguagem e materialidade discursiva, constrói a verbo-visualidade e compõe a narrativa presente nos livros de literatura para crianças e jovens. Caracterizada por Salisbury (2014, p. 6) como "forma artística sutil e complexa capaz de estabelecer muitos níveis de comunicação", é necessário lembrar que suas possíveis construções de significado estão entrelaçadas não apenas com o texto que acompanha, mas também com a sequência de seu conjunto e o suporte que a contém. A ilustração se distingue como arte visual pelo caráter inerente de reprodução gráfica do objeto-livro. Contudo, é comum a comparação ou mesmo a confusão da ilustração com outras obras visuais, como a pintura. Por isso, muitas vezes, seu estudo e análise se restringe ao caráter sintático que apresenta, isto é, seu aspecto formal, sem referência à significação ou ao uso que dela se faz. Tal preocupação sintática é extremamente importante para a análise e compreensão de qualquer imagem, todavia, no caso das ilustrações presentes nos livros de literatura não se pode excluir do processo analítico o seu caráter semântico, isto é, seu significado no contexto multimodal em que se apresenta, já que, possuindo uma clara preocupação plástica, a ilustração se diferencia por também possuir uma preocupação narrativa e por valorizar o caráter literário ao buscar uma poética comum ao texto e à imagem.

Dessa forma, ao analisarmos questões aparentemente estéticas de uma ilustração é necessário que compreendamos também seu contexto narrativo e material. Dentro da profusão de estilos e de diversidades técnicas disponíveis aos ilustradores para construir suas

narrativas visuais, mais do que um critério de "beleza", que inclusive pressupõe subjetividade, é importante que se estabeleça um critério dialógico entre a forma de representação e o conteúdo no contexto do objeto-livro.

No livro ilustrado *A parte que falta*, com texto e ilustração de Shel Silverstein (2013), publicado pela Cosac Naify, o autor utiliza um traço simples e poucas linhas pretas sobre um fundo branco para contar a história de um ser incompleto em busca da parte que lhe falta. Essa narrativa utiliza construções simples, tanto textuais quanto imagéticas, para levantar questões sobre relacionamentos e felicidade, temas de extrema complexidade; e é esse contraste entre o simples e o complexo que realiza a mediação de leitura nesse objeto-livro. A ilustração de Silverstein não é uma obra de arte em si, e não podemos afirmar que existe uma grande técnica artística visível na sua representação visual, contudo a narrativa é sim uma obra de arte literária, e o traço é extremamente significativo em seu contexto. Ao utilizar formas geométricas e sem grande detalhamento para representar esse ser, com questões tão inerentemente humanas, e que, no entanto, não é humano, o autor possibilita que pela abstração o leitor se conecte ao sentimento exposto na obra, que ele reconheça a si e aos outros nesse ser que busca a felicidade.

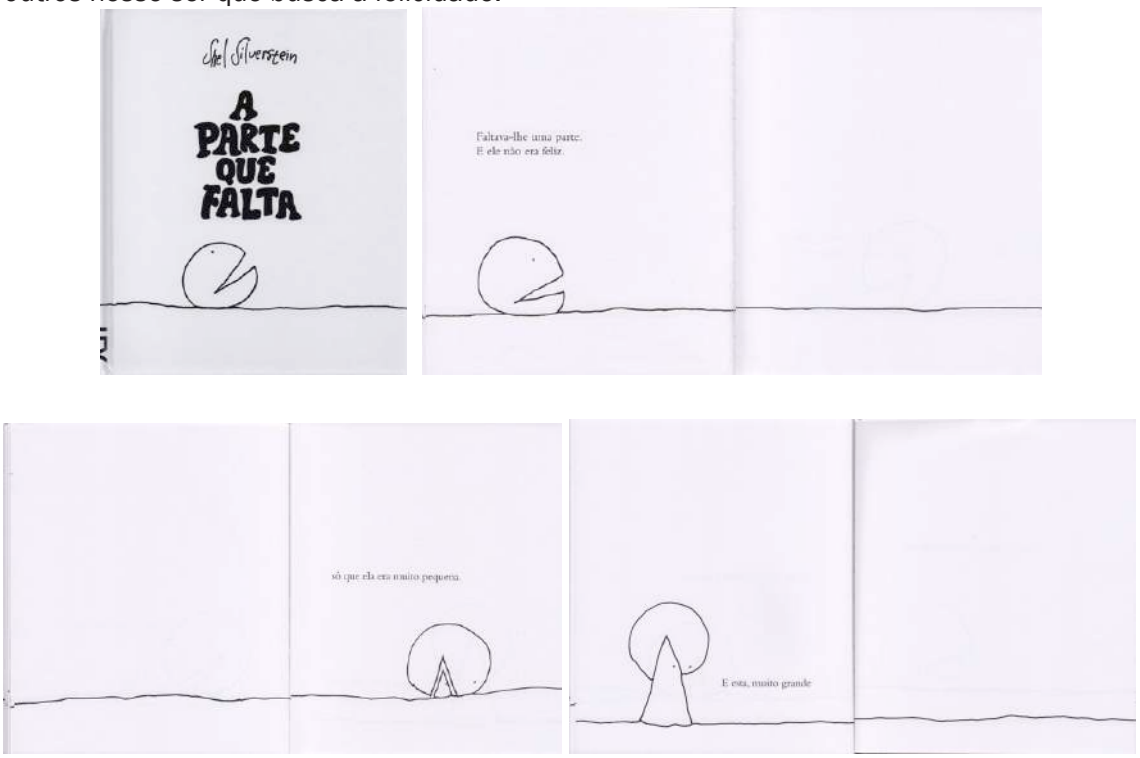


Figura 1 – Capa, páginas 8-9 (onde se lê: "Faltava-lhe uma parte. E ele não era feliz."), 46-47 (onde se lê: "só que ela era muito pequena.") e 48-49 (onde se lê: "E esta, muito grande).
Fonte: SILVERSTEIN, 2013.

Em exemplo oposto, o livro ilustrado *O rei Bigodeira e sua banheira*, com texto de Audrey Wood e ilustrações de Don Wood (1989), com edição de arte de Alcy, publicado pela Editora Ática, a ilustração com estilo realista impressiona pela técnica, pela utilização de perspectiva, do jogo de luz e sombra e pela representação vívida da figura humana. Com imagens que se assemelham a pinturas tradicionais, Don Wood propicia uma representação concreta de personagens e objetos para representar situações que beiram o surrealismo. Quando o pajem

anuncia a recusa do rei em sair da banheira, um por um seus súditos valem-se das obrigações reais para tentar convencê-lo a voltar à ordem. O rei, no entanto, transfere todas essas atividades para dentro da banheira. Dessa forma, barcos, soldados e pontes, peixes, vegetação e tartarugas aparecem nesse espaço, em atenção à vontade real. Com texto de narrativa simples de repetição, é o detalhamento da imagem que expande os sentidos da narrativa.

Figura 2 – Capa e páginas 20-21 (onde se lê: "– Hoje vamos pescar na banheira!").
Fonte: WOOD; WOOD, 1989.

Atualmente, com o avanço dos recursos gráficos, o ilustrador tem uma enorme diversidade de técnicas à disposição da sua criatividade para a construção narrativa, além da possibilidade constante de expandir a concepção estética sobre ilustração literária. Desde as técnicas tradicionais como a gravura, o desenho e a pintura, até a colagem e a *assemblage*, passando pelas técnicas mistas e pela intervenção digital, a inovação está sempre presente nos livros de literatura para crianças e jovens.

No livro *Contos de princesas*, com texto tradicionais recontados por Wendy Jones e ilustrações de Su Blackwell (2012), com edição de arte assinada por Katia Harumi Terasaka, publicado pela WMF Martins Fontes, as histórias que povoam a fantasia infantil ganham nova materialidade pelas mãos da sua ilustradora. Com recortes de páginas de livros antigos, a artista esculpe em papel miniaturas que são então fotografadas para novas representações de Cinderela, Branca de Neve, Rapunzel, dentre outras. As imagens têm um impacto visual enorme, abrindo novas perspectivas estéticas para o leitor e instaurando o questionamento a respeito dessas imagens feitas de palavras, que surgem do objeto-livro e se corporificam em esculturas.

Figura 3 – Capa e páginas 18-19.
Fonte: JONES; BLACKWELL, 2012.

3.3 Formas, elementos e representações na construção das imagens

Após a apresentação das questões sobre técnica e estética das ilustrações, cabe ainda falarmos sobre a construção das imagens, de suas formas e seus elementos. Em uma revisão aos conceitos estabelecidos pela Bauhaus, por meio de uma visão contemporânea sobre a linguagem visual e sobre sua relação com o conteúdo, Lupton e Phillips (2008) propõem os novos fundamentos do Design – ponto, linha e plano; ritmo e equilíbrio; escala; textura; cor; figura e fundo; enquadramento; hierarquia; camadas; transparência; modularidade; *grid*; padronagem; diagrama; tempo e movimento; regras e acasos. Tais fundamentos foram organizados com propósito didático, compondo um arcabouço teórico para guiar o designer gráfico na busca de uma representação visual. No universo do livro de literatura para crianças e jovens, estes fundamentos podem ser aplicados para compor projetos gráficos e ilustrações com função estética, mas também narrativa e simbólica, enriquecendo a experiência de construção de significados do leitor.

No livro *Minhas assombrações*, com texto, projeto gráfico e ilustrações de Angela Lago (2009), desenvolvidas a partir de desenhos dos séculos XV e XVI de Durer e Hans Holbein e publicado pela Edelbra, a autora cria um jogo que brinca com o passar de páginas do próprio objeto-livro para contar suas histórias de terror pessoal. A relação estabelecida entre conteúdo textual e imagético na narrativa é fortalecida pela utilização dos conceitos de camadas, transparência e tempo e movimento. Esses três fundamentos são utilizados para gerar profundidade e a impressão de que as páginas estão sendo folheadas, dando movimento ao objeto e culminando na imagem das sombras das mãos que “abraçam” a imagem da página, do mesmo modo que a escritora fantasma abraça o leitor.

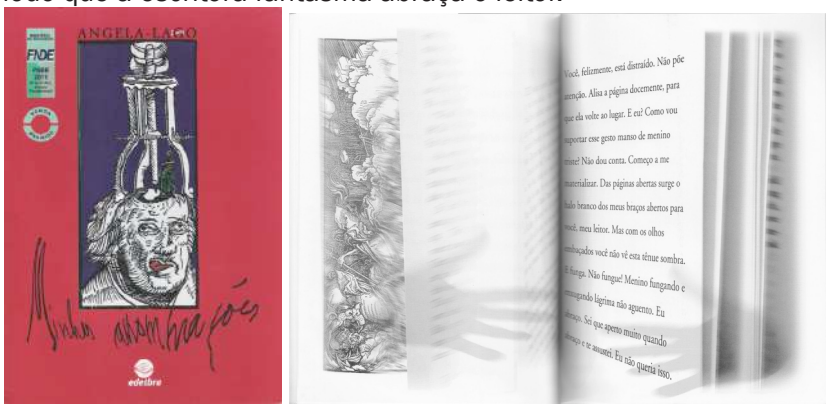


Figura 4 – Capa e páginas 16-17.
Fonte: LAGO, 2009.

O livro ilustrado *Este é o lobo*, com texto, ilustração e projeto gráfico de Alexandre Rampazo (2016), publicado pela DCL, utiliza o fundamento de escala para a construção da sua verbo-visualidade e mediação da produção de sentidos. Com uma narrativa de repetição, o objeto-livro apresenta verbal e visualmente o personagem do Lobo e, na sequência, outro personagem dos contos infantis, famoso por confrontar o temido animal – como Chapeuzinho Vermelho e os Três Porquinhos –, e retorna, de forma cíclica, para o Lobo e a afirmação de que o outro personagem “não está mais aqui”. Nessa estrutura, o afastamento constante do Lobo, que tem seu tamanho escalonado de forma decrescente na imagem, amplia a sensação de suspense e de medo em relação ao personagem, o que é reforçado pela mudança

da estrutura do conteúdo textual que, quando o Lobo já se encontra diminuto na página, muda de “este é o Lobo” para “aquele é o Lobo”.

Figura 5 – Capa, páginas 4-5 (onde se lê: “Este é o lobo.”), 8-9 (onde se lê: “Este é o lobo. A Chapeuzinho Vermelho não está mais aqui.”), 16-17, 28-29 (onde ambas se lê, “Este é o lobo.”) e 40-41 (onde se lê: “Aquele é o lobo.”)
Fonte: RAMPAZO, 2016.

3.4 Aspectos narrativos da relação entre texto e imagem

A partir dessa concepção de ilustração, que, enquanto linguagem narrativa, alarga de forma autoral o papel da imagem na composição do objeto-livro, podemos observar diferentes relações entre conteúdo textual e imagético do ponto de vista da construção de sentidos em livros compostos por essas duas instâncias. Linden (2011, p. 120-121) identifica três possibilidades para essas relações: redundância, colaboração ou disjunção.

Segundo a autora, na relação de redundância o sentido principal veiculado pelas duas instâncias de significação, texto e imagem, apresenta repetição, ou seja, nenhuma delas produz sentidos suplementares. Como conteúdos idênticos não são possíveis, pela própria divergência das linguagens, a redundância é avaliada pelo fato de ambas as instâncias remeterem à mesma narrativa, tendo seus conteúdos total ou parcialmente sobrepostos. É o caso dos livros *Contos de princesas* e *Este é o lobo,* apresentados anteriormente.

Na relação de colaboração, texto e imagem se articulam para a construção de um discurso único, que não está presente unicamente em nenhuma das duas instâncias, mas que emerge da colaboração entre elas. Dessa forma, a interação das duas linguagens é necessária para a construção do sentido pelo leitor. No livro *O casaco de Pupa*, com texto e ilustração

de Elena Ferrándiz (2011) e projeto gráfico de autoria da Entrelinha Design, publicado pela Jujuba, a narrativa sobre os medos da menina se desenvolve entre texto e imagem, na complexidade da verbo-visualidade. Com o conteúdo textual enumerando medos muitas vezes abstratos – como medo da solidão e do futuro –, o conteúdo visual busca soluções narrativas que possibilitam a compreensão do leitor, ao dar certa concretude para esses conceitos, ao mesmo tempo que ampliam a significação do texto.

Figura 6 – Capa e páginas 20-21 (onde se lê: “Medo que tudo mude.”) e 22-23 (onde se lê: “Medo de que tudo continue igual. igual igual igual igual igual igual igual”).
Fonte: FERRÁNDIZ, 2011.

Por sua vez, na disjunção, texto e imagem não necessariamente entram em contradição, mas não se identificam pontos de convergência entre as duas instâncias, como se texto e imagem seguissem por vias paralelas. Em obras com essa relação, o papel do leitor é de extrema importância para a construção do sentido da narrativa. No livro *O anjo da guarda do vovô*, com texto e ilustração de Jutta Bauer (2009), publicado pela Cosac Naify, a disjunção se mostra presente na figura do anjo, personagem apenas no conteúdo imagético. Enquanto o conteúdo textual, na forma da narrativa de vida de um avô, relata a tranquilidade do seu cotidiano enquanto criança e jovem, a imagem mostra situações de perigo, sempre controladas pelo anjo da guarda. Dessa forma, duas narrativas acontecem paralelamente, uma no texto e outra na imagem, sendo o leitor responsável por construir as pontes de ligação entre elas.

Figura 7 – Capa e páginas 14-15 (onde se lê: "O caminho até a escola era longo. Cheio de buracos.../ ...de becos desertos..."). Fonte: BAUER, 2009.

4 Conclusão

O livro de literatura possibilita a crianças e jovens o contato com a própria subjetividade e com diferentes realidades e culturas; por meio da experiência literária o leitor encontra perspectivas diversificadas que o ajudam a nortear a própria vida e projetar o futuro. Constata-se, portanto, a relevância do processo de formação do leitor; e defendemos que tão importante quanto a formação do sujeito na cultura letrada é a formação visual, que irá possibilitar a produção de sentidos na verbo-visualidade. Por meio das ilustrações e das relações que estabelecem com os textos que acompanham e/ou com os objetos-livro que as contém, as crianças e os jovens constroem sentidos para as narrativas que leem e para o mundo que os circunda.

A partir dos referenciais teóricos expostos e dos estudos descritivos e analíticos que possibilitaram exemplificar os conceitos apresentados, o presente artigo buscou elucidar possibilidades estéticas e narrativas das ilustrações, procurando compreender como elas se relacionam com o texto e abrem possibilidades de construção de sentidos para os leitores. Dessa forma, identificou-se que as ilustrações presentes nos livros de literatura para crianças e jovens têm contribuído para a formação visual do leitor ao possibilitar o contato com diferentes técnicas e possibilidades estéticas, além de trabalhar conceitos gráficos diversificados, atributos esses potencializados pela relação estabelecida entre texto e imagem na construção da verbo-visualidade, seja de forma redundante, colaborativa ou disjuntiva. Tal formação, se construída como parte integral do processo de desenvolvimento do sujeito, permitirá que todos – crianças, jovens e adultos – alcancem uma análise crítica das imagens, apreendendo seu caráter sintático mas também semântico, perspectiva a ser alcançada em processo de leitura que considere o texto em sua forma mais íntegra, a saber, em sua multimodalidade**.** Considerando, como Salisbury, que "(...) muitas vezes, as imagens dos livros são a primeira ferramenta de uma criança para dar sentido a um mundo que ainda está começando a conhecer", concordamos quando o autor fala sobre a "grande a responsabilidade de um criador de imagens" (SALISBURY, 2014, p. 6. *Tradução nossa*).

A partir da realidade atual, de um mercado editorial para crianças e jovens que cresceu e se sustentou por anos a partir das compras governamentais fomentadas pelas políticas públicas e de uma sociedade com abismos sociais que inviabilizam o acesso e o direito ao livro, falas oficiais que identificam tal objeto, em sua potência verbo-visual, como sendo da ordem do luxo e mesmo do supérfluo, restringem a produção de sentidos, negam a multimodalidade

e intensificam a exclusão social. Reafirmamos que a formação de crianças e jovens como sujeitos leitores potentes na interpretação e significação da verbo-visualidade, possibilita que se tornem sujeitos críticos e agentes de mudanças dos sistemas ideológicos sociais circundantes.

Agradecimentos

Agradecemos à Capes e à Vice-reitoria Comunitária da PUC-Rio pelos auxílios concedidos, que permitiram o pleno desenvolvimento da pesquisa de doutorado da qual este artigo é fruto.

Referências

BAUER, Jutta. **O anjo da guarda do vovô.** Ilustrações da autora. Tradução Christine Röhrig. São Paulo: Cosac Naify, 2009.

BRAIT, Beth. **Olhar e ler:** verbo-visualidade em perspectiva dialógica. Bakhtiniana. Revista de Estudos do Discurso, v. 8 (2), p. 43-66, 2013.

CAMARGO, Luís. **Ilustração do livro infantil.** Belo Horizonte: Ed. Lê, 1995.

FARIA, Maria Isabel; PERICÃO, Maria da Graça. **Dicionário do livro:** da escrita ao livro eletrônico. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

FERRÁNDIZ, Elena. **O casaco de Pupa.** Ilustrações da autora. Tradução Maria Krusero. São Paulo: Jujuba, 2011.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2000.

HUNT, Peter. **Crítica, teoria e literatura infantil.** Tradução Cid Knipel. São Paulo: Cosac Naify, 2010.

JONES, Wendy. **Contos de princesa.** Ilustrações Su Blackwell. Tradução Monica Stahel. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2012.

LAGO, Angela. **Minhas assombrações.** Ilustrações da autora. Erechim, RS: Edelbra, 2009.

LINDEN, Sophie Van der. **Para ler o livro ilustrado.** Tradução Dorothée de Bruchard. São Paulo: Cosac Naify, 2011.

LUPTON, Ellen; PHILLIPS, Jennifer Cole. **Novos fundamentos do design.** Tradução Cristian Borges. São Paulo: Cosac Naify, 2008.

OLIVEIRA, Rui de. **Pelos Jardins Boboli:** reflexões sobre a arte de ilustrar livros para crianças e jovens. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.

RAMPAZO, Alexandre**. Este é o lobo.** Ilustrações do autor. São Paulo: DCL, 2016.

SALISBURY, Martin. **Ilustración de libros infantiles:** cómo crear imágenes para su publicación. 4ª ed. Tradução Jofre Homedes. Barcelona: Editora Acanto, 2014.

SILVERSTEIN, Shel. **A parte que falta.** Ilustrações do autor. Tradução Alípio Correia de Franca Neto. São Paulo: Cosac Naify, 2013.

WOOD, Audrey. **O rei Bigodeira e sua banheira.** Ilustrações Don Wood. Tradução Gisela Maria Padovan. São Paulo: Editora Ática, 1989.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

UTILIZAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL EM EXERCÍCIOS APLICADOS À GEOMETRIA DESCRITIVA

LEITE, Kelma Pinheiro[1],
SOUSA, Hygor da Silva Lima[2].

Resumo

O artigo discorre sobre o estudo realizado para a disciplina de Geometria Descritiva, do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Christus, em Fortaleza, Ceará. O trabalho visa, portanto, à implantação de novas tecnologias e didáticas que facilitem o desenvolvimento da visão tridimensional pelo aluno, ligado ao método descritivo de rotação aplicado a telhados. Durante o período da monitoria, foi possível notar a dificuldade de alguns alunos para a visualização de objetos tridimensionais em planos bidimensionais, como também, compreender as formas de representação, sejam através de triedro ou épura. Tomando como premissa essa dificuldade, resolveu-se buscar meios que facilitassem o entendimento e aprendizagem, optando assim pela realidade virtual, permitindo que o aluno interaja com o objeto de estudo em aplicativo de celular. Assim, foi elaborado um exercício em que o aluno realizasse a leitura de projeções ortogonais de telhados, visualizasse o objeto através de realidade virtual, desenhasse a perspectiva do telhado e executasse uma maquete utilizando o método descritivo das rotações. Ao final, foram coletados os resultados e as avaliações e resultados dos alunos, sendo possível verificar a eficácia da atividade.

Palavras-chave: Realidade virtual, Geometria Descritiva, método descritivo da rotação, ensino, tecnologia no ensino superior.

Resumen

El presente artículo se trata de un estudio realizado durante el monitoreo de Geometría Descriptiva, del curso de Arquitectura y Urbanismo del Centro Universitario Christus que busca la implantación de nuevas tecnologías y didácticas que faciliten el desarrollo de la visión tridimensional en el alumno, principalmente ligado al método descriptivo de rotación aplicado a tejados, contenido dispuesto en el menú de la disciplina. Durante el desarrollo de la primera etapa de la monitorización (2018.2), fue posible notar la dificultad de algunos alumnos para la visualización de objetos tridimensionales en planos bidimensionales, como también, comprender las formas de representación, ya sea a través de tryro y o épura. Tomando como premissa esa difucildad notada durante las clases prácticas y los plantões quita-dudas, se resolvió buscar medios que facilitem esa comprensión, optando así por la realidad virtual,

[1] Docente do curso de arquitetura e urbanismo – UNICHRISTUS, kelmapinheiro@gmail.com
[2] Graduando do curso de arquitetura e urbanismo – UNICHRISTUS hygorsilva15@hotmail.com

técnica que permite que alumno interaccione con objeto de estudio. Teniendo como objetivos específico (1) investigar sobre aplicaciones gratuitas de realidad aumentada y realidad virtual (2), desarollar ejercícios aplicados a la disciplina y la arquitetura (3), y evaluar los resultados junto con los alumnos.

Palabras clave: Realidad virtual, geometría descriptiva, método descriptivo de la rotación, enseñanza, tecnología en la enseñanza superior.

1 Introdução

Este trabalho surgiu da percepção de dificuldades de aprendizagem dos alunos na disciplina de Geometria Descritiva, principalmente no método descritivo da rotação, cuja utilidade se aplica, na disciplina, a telhados. Identificaram-se as dificuldades dos alunos e buscou-se meios para reduzi-las, propondo novas maneiras para a visualização dos objetos em terceira dimensão.

O sistema de ensino-aprendizagem tradicional da GD, devido ao desenvolvimento tecnológico e às diferentes formas de compreensão dos indivíduos, não se torna atraente para o aluno. Isto causa desânimos e desistência ou, ainda, um aprendizado equivocado, em que o discente aprende apenas para obter aprovação, ao invés de desenvolver as habilidades de visualização espacial e representação de objetos. Portanto, a busca por novas formas de ensino da disciplina é fundamental, tendo em vista seu grau de importância para a formação dos profissionais que irão atuar no âmbito de representação do espaço-forma. Assim, delineou-se a seguinte questão de pesquisa: *O uso da realidade virtual pode melhorar a aprendizagem do método de rotações da Geometria Descritiva*? Partiu-se da hipótese de que, se houvesse a criação de um modelo virtual que permitisse a interação do aluno com o objeto de estudo, auxiliaria o entendimento e o desenvolvimento da visão espacial.

É válido ressaltar que as ferramentas a serem implementadas no auxílio da abordagem em sala de aula devem ser de fácil compreensão e acesso, compatível com a grande maioria dos aparelhos disponíveis no mercado, para que a maior parte dos alunos sejam beneficiados (RODRIGUES et al., 2010). Partindo disso, buscou-se um aplicativo gratuito, que permite o uso através do aparelho celular, seja ele com sistema operacional Android ou iOS. Optou-se pelo aplicativo Augment® que permite disponibilizar elementos modelados tridimensionalmente em sua plataforma para que possam ser acessados por qualquer pessoa através do uso de QRcode.

Em seguida, foi elaborada uma lista de exercícios com aplicação prática e uso da realidade virtual (RV). Para escolha dos telhados, foi considerado o aumento de complexidade e dificuldade, aumento do repertório formal pelos alunos e conversas com professores de projeto. A terceira etapa foi a aplicação dos exercícios desenvolvidos para os alunos. A quarta etapa consistiu no levantamento dos resultados para averiguar o nível de aprendizagem dos alunos. Foram utilizados os seguintes meios para levantamento dos resultados:

II. Observação direta, tanto em sala de aula quanto no plantão tira-dúvidas;
III. Levantamentos qualitativos e quantitativos através de questionários;
IV. Análise das notas obtidas nos trabalhos e nas provas (apenas os acertos das questões que envolviam telhados).

2 Geometria Descritiva

O Sistema de Projeção Mongeano, desenvolvido por Gaspar Monge no século XVIII, consiste na representação do objeto através de suas projeções ortogonais em um sistema de planos, permitindo a visualização simultânea das vistas de objetos. A Geometria Descritiva (GD) tem como objetivo a representação de figuras no espaço e o estudo da forma, dimensão e posição (MONTENEGRO, 2011). Para o autor, a GD capacita os indivíduos a imaginar objetos no espaço, que vai além de simplesmente interpretar as representações bidimensionais. Essa habilidade de ver o objeto projetado em terceira dimensão, facilita a percepção de eventuais erros de concepção, evitando, por exemplo, problemas na execução.

A Geometria Descritiva é uma disciplina inicial para os cursos de arquitetura e engenharias. Seu estudo se inicia com o entendimento dos elementos básicos: ponto, reta e plano, bem como o comportamento e a localização deles no espaço. Para Ulbricht (1997), o estudo da Geometria Descritiva (GD) é imprescindível para a formação dos profissionais que trabalham com a relação espaço-forma, por ser o alicerce formativo que permite a passagem do abstrato para o real.

Nesse trabalho, foi elaborado um sistema de exercícios voltado para o método descritivo da rotação aplicado a telhados (unindo o ensino tradicional e ferramentas digitais), buscando através dele encontrar a verdadeira grandeza (VG) de rincões, espigões e cumeeiras[3], fazendo com que os alunos percebam a aplicabilidade da Geometria Descritiva em situações cotidianas reais. Segundo Montenegro (2011, p.29) *"... observações no magistério mostram que o aluno, ao estudar os sólidos geométricos, por exemplo, não os associa ao mundo físico".* Assim, justifica-se a necessidade de aplicações reais para aquilo que é visto em sala de aula, facilitando a aprendizagem dos alunos.

O uso de ferramentas computacionais no ensino de GD pode potencializar o aprendizado dessa disciplina. Permitir que os alunos interajam com o objeto em terceira dimensão, ainda que virtualmente, poderá facilitar sua percepção e como deve ser representado.

3 Realidade Virtual

Entende-se como realidade virtual a imersão ou interação com imagens tridimensionais em tempo real, a partir de um aplicativo ou aparelho tecnológico (RODRIGUES, PORTO; 2013). O termo realidade virtual (RV) foi utilizado pela primeira vez em 1989 por Jaron Lanier, em situações em que a realidade é simulada no computador. Isto possibilita ao usuário interagir em um ambiente tridimensional computadorizado imersivo, onde o usuário sente-se dentro do ambiente virtual (utilizando equipamentos específicos) ou não-imersivo, podendo ter uma série de utilidades na arquitetura e na construção civil. Como exemplo de formas não-imersivas, pode-se citar a manipulação de maquetes ou jogos eletrônicos. A realidade virtual se presta envolver objetos que combinem o espaço virtual e o real, fazendo com que seja possível a interação dos usuários com os objetos projetados (RODRIGUES et al. (2010).

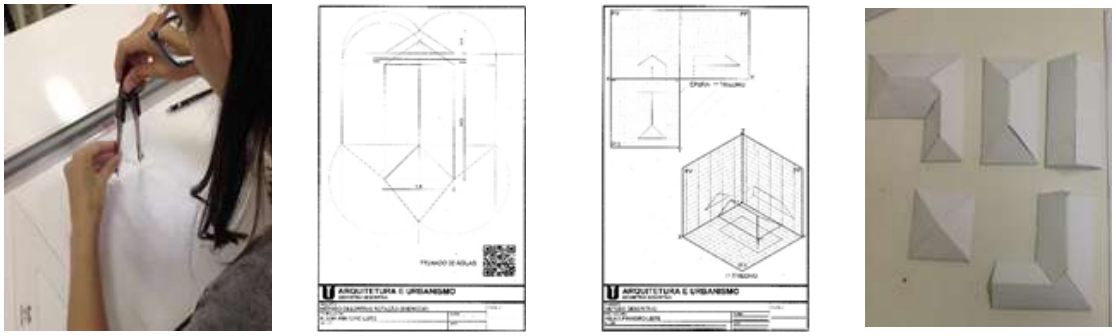
Ao adotar a realidade virtual, ocorre a inversão da abordagem do ensino da disciplina, que, nos métodos tradicionais de ensino de GD, é um enfoque excessivo na épura e pouca abordagem na visualização tridimensional, por exemplo, em perspectiva. Passa a ser do real, pelo menos virtualmente, para o projetivo, ou seja, o aluno entende, primeiramente, o objeto e como deverá ficar ao final da realização do exercício da maquete. Dessa forma, permite-se ao estudante criar um caminho natural de construção do seu conhecimento, bem como o desenvolvimento de capacidades de abstração (SILVA, SILVA, TEIXEIRA, 2006).

4 Resultados e discussões

Os dados coletados foram baseados tanto em análises feitas através da observação direta do desenvolvimento dos alunos em sala de aula e plantões tira-dúvidas, quanto através das avaliações (prova e trabalho), bem como, o levantamento das considerações dos discentes por meio de questionário.

[3] uma aresta (rincão) oblíqua a um dos planos de projeção tem sua imagem (projetada) com deformação (redução). O método descritivo das rotações se apresenta como artifício para tornar essa aresta paralela à sua projeção, portanto em Verdadeira Grandeza (VG).

Inicialmente, foi feita a apresentação da realidade virtual aos alunos e o conteúdo teórico do método das rotações aplicado a telhados. O trabalho consistia na realização de dez telhados de quinzes modelos apresentados, a serem escolhidos pelos alunos, incluindo: maquete; desenho das projeções em épura e triedro em desenho isométrico (ver figura 1).



(a) (b) (c) (d)

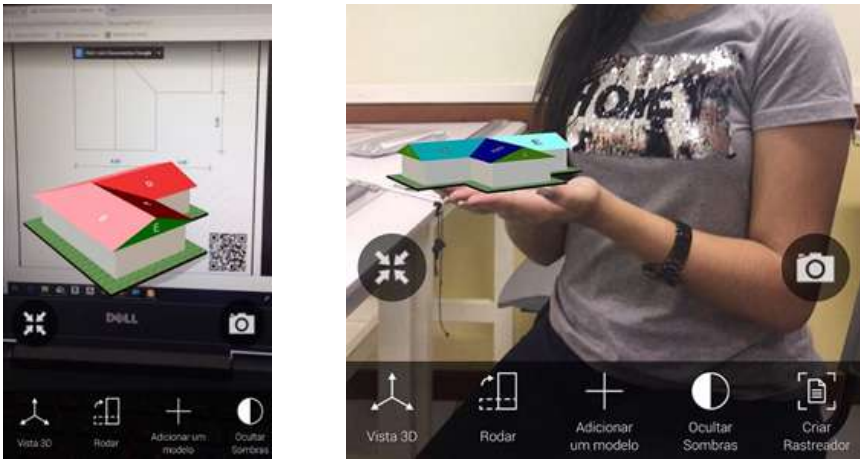
Figura 1 - (a) execução do método das rotações; (b) resultado do método das rotação; (C) triedro e épura; (d) maquetes. Fonte: os autores.

Dada a importância do assunto e a carga horária reduzida da disciplina (80h no 1 semestre), para agilizar a realização do exercício, sem prejudicar a aprendizagem, foi criada uma folha de resposta (ver figura 1c) contendo épura e triedro para realização dos desenhos técnicos e uma outra para que fosse realizado o método (ver figura 1b). A utilização dos recursos digitais também contribuiu para que aos alunos realizassem o trabalho de forma mais rápida e eficiente. Essas ações permitiram a redução de tempo de realização do trabalho em 25% em 2018.2, comparado a semestres anteriores. Em 2019.1, a redução de tempo para realização dos exercícios foi maior, de 4 semanas para 2 semanas.

No decorrer dos plantões da monitoria, no início letivo de 2018.2, notou-se que uma parte dos alunos que apresentaram dificuldades não haviam realizado os exercícios de maneira integral ou utilizavam métodos de estudo equivocados, prejudicando o aprendizado. A maior dificuldade verificada foi na elaboração da épura, onde muitos não compreendiam a forma que estava sendo projetada. No período de 2019.1, as dificuldades foram, praticamente, as mesmas dos semestres anteriores, porém após a consolidação e correções feitas no uso da RV no processo de ensino-aprendizagem, houve maior facilidade na realização dos exercícios. Os objetos projetados em terceira dimensão, serviam tanto como gabarito para a maquete como também das vistas ortogonais dos objetos, tendo em vista que permitia a movimentação da figura, colocando-a na posição desejada.

Entende-se que, quanto maior for a dedicação e o número de exercícios executados pelo aluno, melhor será o desenvolvimento da habilidade da visão espacial. Contudo, muitos alunos repetiam a resolução do exercício sem, entretanto, visualizar o objeto. Essa prática tende a mecanizar o resultado, pela simples repetição e não apresenta evolução efetiva no desenvolvimento da habilidade.

Foi orientado que, nesta etapa, a realidade virtual seria utilizada apenas quando o aluno não conseguisse realizar o exercício, portanto, a RV deveria facilitar a compreensão do objeto no espaço (ver figura 2).



(a) (b)

Figura 2 – (a) modelo de telhado do exercício em realidade virtual; (b) aluna com telhado em realidade virtual. Fonte: os autores.

Em observação direta do desenvolvimento das atividades pelos alunos, verificou-se que os alunos estavam acessando o aplicativo e que, em grande parte das vezes, a ferramenta foi usada para facilitar o entendimento do telhado e conferir se estavam realizando corretamente o exercício, conforme orientado. Destaca-se que nos semestres anteriores foi identificado que parte da dificuldade dos alunos na aprendizagem do método das rotações era a não visualização espacial do objeto.

4.1 Resultados do questionário

O questionário possuía oito questões e foi aplicado para todos os vinte e seis alunos matriculados em 2018.2, os quais estavam divididos em duas turmas (turnos tarde (turma 01) e noite (turma 02)), e foram preenchidos de maneira anônima.

A primeira questão tinha como objetivo identificar a familiaridade dos alunos com a RV, e 69% indicou não ter tido contato ou conhecer a RV antes da disciplina. Entre os alunos que já haviam tido contato com a ferramenta, um aluno afirmou que utiliza com cunho profissional para a apresentação de maquetes dos projetos em terceira dimensão através da realidade virtual; outros para fins de entretenimento e lazer como jogos; e um outro aluno afirmou que já havia usado com a finalidade acadêmica na disciplina de desenho técnico.

A aceitação por ser um aplicativo para celular foi positiva, tendo em vista que a maior parte dos alunos, 88%, não teve dificuldades. Segundo eles os maiores problemas foram as questões ligadas à instalação do aplicativo no aparelho celular. Alguns tiveram problemas de compatibilização, memória e questões ligadas à rede de fornecimento de sinal de internet, além de dificuldades vinculadas ao manuseio do sistema em questões de movimentação, rotação e mudança no tamanho dos elementos virtuais.

Quanto aos pontos positivos do exercício, destacou-se a RV como uma boa ferramenta didática para o aprendizado do conteúdo. Segundo os alunos, a RV "*facilita a compreensão dos telhados e serve como gabarito para possíveis dúvidas*" (Turma 01, Aluno 12). Também "*melhora a visualização das partes do objeto e permite um maior entendimento do que está sendo feito*." (Turma 02, Aluno 12).

Os pontos negativos descritos pelos discentes foram relacionados à dificuldade de entendimento do método descritivo de rotação, à complexidade de alguns telhados propostos, à montagem das maquetes físicas, e à repetição e ao tempo para exercícios. Sobre o aplicativo, as críticas foram restritas ao fato de ser mais um aplicativo no celular, a necessidade de rede de internet para acesso, e a forma de busca pelo modelo na plataforma.

Quanto ao questionamento do nível de auxílio que a realidade virtual proporciona para o entendimento dos objetos em 3D, todos avaliaram de forma positiva (ver gráfico 1).

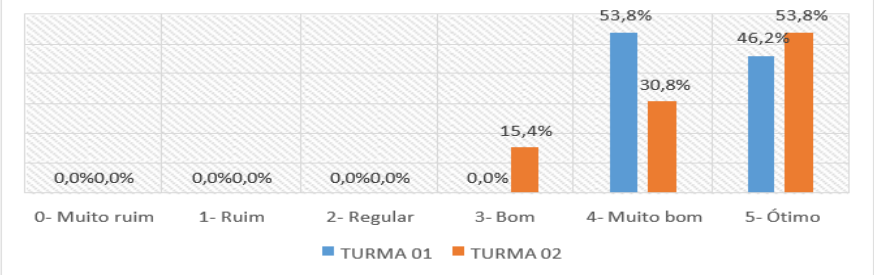


Gráfico 1 – nível de auxílio da realidade virtual.
Fonte: os autores

No questionamento sobre quais telhados foram possíveis serem visualizados sem o auxílio do aplicativo, foram apresentados os 15 telhados sugeridos para o exercício (ver figura 4).

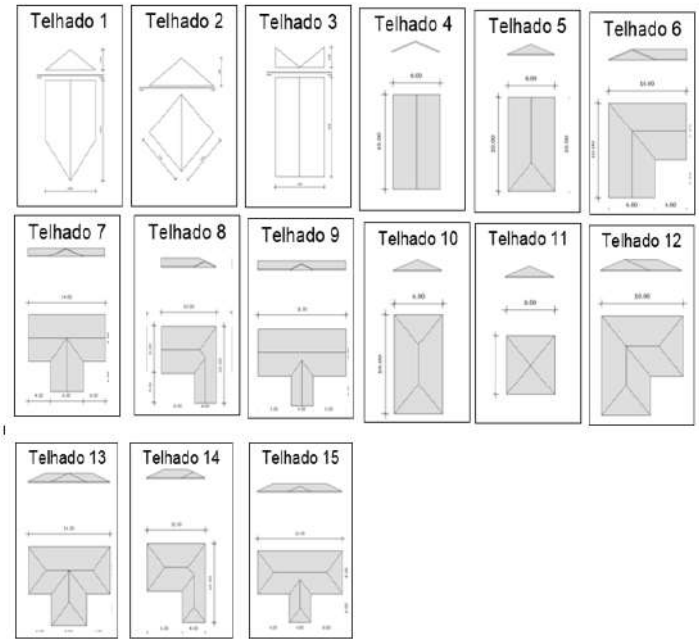


Figura 4 – telhados propostos para o exercício.
Fonte: os autores.

O telhado de número 2 foi o de maior índice de dificuldade na hora de visualização, apenas 35% dos alunos conseguiram compreendê-lo sem o auxílio do aplicativo, seguido dos telhados 14, 8 e 1 (ver tabela 1). Estes eram os telhados que apresentavam formas não tão comuns às praticadas usualmente, confirmando que o exercício ampliou o repertório formal e que é necessário estimular os alunos para que eles busquem novas formas de estimular o processo criativo, ampliando o repertório formal de seus projetos.

Tabela 1 - Percentual de entendimento

TELHADO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TURMA 1	4	3	7	11	11	8	8	3	8	13	10	9	7	3	7
TURMA 2	8	6	9	10	12	12	9	8	8	13	13	10	8	7	8
TOTAL	12	9	16	21	23	20	17	11	16	26	23	19	15	10	15
%	46	35	62	81	88	77	65	42	62	100	88	73	58	38	58

Fonte: os autores

O telhado de número 14 foi considerado o de maior dificuldade devido à mudança de altura das cumeeiras e seu formato em “L” (ver tabela 2). Além disso, o rebatimento exigia a compreensão visual de planos sobrepostos, sendo um adicional de dificuldade na realização da maquete e encontro da verdadeira grandeza.

Tabela 2: Qual o telhado que proporcionou maior dificuldade

TELHADO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TURMA 1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	2
TURMA 2	1	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	2	0
TOTAL	4	6	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	6	9	2
%	15	23	4	4	4	4	4	12	4	4	4	4	23	35	8

Fonte: os autores

4.2 Coleta de dados através de métodos avaliativos

Os alunos foram submetidos a processos de averiguação de aprendizado através do trabalho e avalição periódica. O primeiro, consiste em resultados comparativos e não conclusivos, por terem sido executados em locais sem controle total, tais como residência. O segundo, aplicado totalmente em sala de aula, consideraram-se apenas as questões destinadas ao método descritivo das rotações e telhados.

As notas obtidas neste trabalho aplicado em 2018.2, podem ser verificadas no gráfico 2. O turno da noite, turma 02, obteve desempenho abaixo da turma 01, tarde.

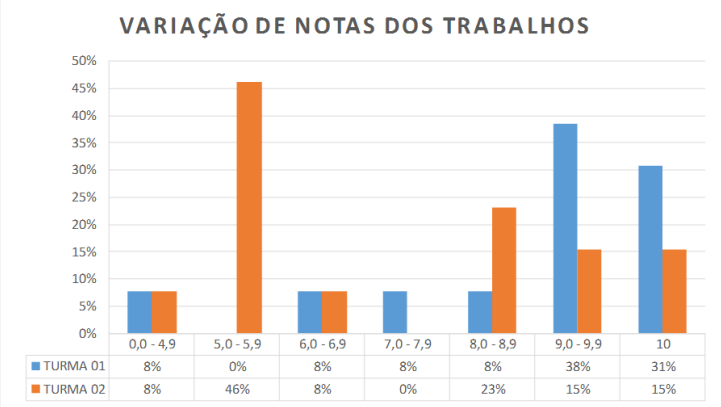


Gráfico 2 – variação de notas dos trabalhos 2018.2,
Fonte: os autores

Na avaliação por meio de aplicação de prova, em 2018.2, 69% da turma 01 acertou integralmente a questão referente ao método descritivo das rotações, apenas 23% da turma 02 realizou a questão corretamente. Ainda, 54% da turma 02 ou não acertou a questão ou obteve um valor muito baixo.

Já em 2019.1, 68,75% da turma 01 acertou integralmente a questão da prova referente ao método descritivo das rotações e 50% da turma 02 realizou a questão corretamente. Referente aos erros ou um valor muito baixo para a questão do método das rotações, a turma 01 ficou com 6,25%, enquanto a turma 02 obteve 8,4%. É válido ressaltar que os dados dessa análise são para fins de comparação e não podem ser tomados como conclusivos, tendo em vista as limitações da pesquisa.

5 Conclusão

O presente estudo possibilitou uma análise de se um software pode contribuir para o desenvolvimento da visão tridimensional no aluno. Também proporcionou verificar que a inserção de novas tecnologias inseridas no ambiente acadêmico, colaboram para o processo ensino-aprendizado, contribuindo para a melhoria da transmissão de conhecimento e no entendimento da disciplina.

O questionário conseguiu mostrar a situação e o grau de satisfação dos alunos com a ferramenta, bem como, analisar as maiores dificuldades encontradas. Para mais, também foi evidenciado que os usuários em questão não tiveram muitas dificuldades com o uso do aplicativo, o que confirmou que a escolha foi adequada, por ser simples, gratuito e compatível com a maior parte dos celulares. Todavia, houve as críticas voltadas para a dificuldade do próprio exercício devido ao seu nível de complexidade.

Conforme já comentando, percebeu-se a dificuldade de alguns alunos para a visualização de objetos tridimensionais em planos, como também, compreensão das formas de representação, através de triedro e/ou épura, utilizando os métodos tradicionais de ensino. Por ser o primeiro contato com esse tipo de representação para uma parcela significativa de alunos, o início do processo é difícil. Ao longo das realizações dos exercícios propostos, estudantes melhoraram a visão espacial, contudo com níveis de aprendizagem diferentes.

Nota-se que o aplicativo foi de grande auxílio para o desenvolvimento dos telhados mais complexos, tendo em vista que os alunos conseguiram visualizar e interagir com eles em todas as posições, conseguindo entendê-los e reproduzi-los. Esta pesquisa ainda está em andamento, e novos dados serão coletados para comparações futuras.

Referências

MONTENEGRO, Gildo A. **A Geometria Descritiva**, São Paulo: Edgard Blucher, 1991-2011. 178p., v. 1

RODRIGUES, Gessica Palhares; PORTO, Cristiane de Magalhães. **Realidade Virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações**. Interfaces Científica- Educação, Aracaju, V. 1, N. 03, p. 98-109, jun. 2013.

RODRIGUES, Rodrigo L. *et al.* **Realidade Aumentada para o Ensino de Geometria Espacial**. Centro de Informática- UFPE, Recife, Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, XIII, 2011, Uberlândia.

TEIXEIRA, Fábio, SILVA, Régio, SILVA, Tânia, HOFFMANN, Anelise. **Geometria descritiva: aprendizagem baseada em projetos**. In: COBENGE 2006 - XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. **Anais.** p. 1.42-1.55. Passo Fundo, 2006.

ULBRICHT, Vania Ribas. **Modelagem de um ambiente hipermídia de construção do conhecimento em Geometria Descritiva**, 1997, 211 f., Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENHO, LINGUAGEM "UNIVERSAL" CUJA GRAMÁTICA POUCOS DOMINAM, MUITO POUCOS ENSINAM E A MAIORIA IGNORA

BUENO, Marcelo da Silva[1],

Resumo

O presente artigo discute como a leitura objetiva e/ou a elaboração de uma representação gráfica de matriz geométrica dependem do domínio de códigos e convenções específicos, o que sugere que habilidades como a visão espacial são construídas por meio do estudo dos sistemas geométricos de representação. No entanto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em fins de 2018, confiou a tarefa de desenvolver habilidades e competências tradicionalmente trabalhadas por professores de Desenho aos professores de Matemática, embora uma expressiva parcela destes últimos não tenha tido contato com disciplinas gráficas ao longo de sua formação.

Palavras-chave: Visão espacial; BNCC; habilidades e competências; Desenho Geométrico; Sistemas Geométricos de Representação.

Abstract

This paper discusses how proper interpretation of geometrical/technical drawings and/ or its elaboration depends on mastering specific codes and conventions, which suggests that skills such as spatial vision are developed by studying graphical projections and related subjects. However, Brazilian National Common Curricular Basis (BNCC) approved at the end of 2018, put mathematics teachers in charge of developing skills and competences traditionally approached in Geometrical Drawing classes, despite most of them have not been trained properly to do so.

Keywords: Spatial vision; skills and competencies; BNCC; Geometrical Drawing; graphical projections.

[1] Professor do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CAp/ UFRJ). E-mail: mbueno.cap@gmail.com.

1 Todo desenho é, de fato, autoexplicativo?

Em um antológico discurso — "O desenho e a arte industrial" —, pronunciado em 23 de novembro de 1882, no Liceu de Artes e Ofícios, o jurista baiano Rui Barbosa enalteceu as potencialidades da linguagem do desenho[2], defendendo sua adoção "como base obrigatória na educação de todas as camadas sociais" e classificando-a como "agente [...] capaz de operar no mundo, sem uma gota de sangue, [...] transformações incalculáveis. [...] e produzir, na face das maiores nações, [...] estupendas mudanças" (BARBOSA, 1882, p.7). O título de linguagem "universal", frequentemente atribuído ao Desenho, remete à ideia de uma forma de expressão eventualmente capaz de comunicar objetivamente, a qualquer observador, o significado que o autor de uma dada imagem procurou conferir a ela. Quando se trata, no entanto, de imagens produzidas por meio dos sistemas geométricos de representação — Desenho Geométrico, Geometria Descritiva, Perspectivas Axonométricas, por exemplo — torna-se inevitável refletir sobre a seguinte questão: ao contemplar um mesmo desenho, todos veem a mesma coisa?

De acordo com Hanson (1971), o ato de observar uma imagem e depreender dela um significado específico é, essencialmente, uma experiência mediada por um conjunto de fatores que podem variar imensamente de indivíduo para indivíduo, tais como a memória visual de cada observador, o domínio de códigos e/ou convenções específicas utilizados na elaboração da imagem contemplada e a capacidade de associar esta última a outras imagens, de modo a atribuir-lhe um significado pelo reconhecimento de padrões/características semelhantes. Ainda segundo o autor, a percepção visual e a interpretação de uma imagem estariam imbricadas de forma indissociável no ato de observá-la. Portanto, se do ponto de vista estritamente fisiológico, admite-se que todos os observadores recebem os mesmos estímulos visuais, isso não assegura que todos "vejam" a mesma coisa — isto é, reconheçam uma mesma forma ou objeto ao observar um dado conjunto de linhas (e/ou manchas) arbitrariamente dispostas.

A título de demonstrar sua hipótese, Hanson (1971) recorre à imagem do "Cubo de Necker"[3] (figura 1), questionando:

> Na página que se examina, estão as doze linhas que formam "um cubo". Vemos todos a mesma coisa? Alguns verão um cubo de gelo, olhado de baixo; outros o verão olhado de cima; outros ainda o verão como uma joia lapidada; alguns verão apenas certas linhas que se cruzam em um plano; outros verão um aquário ou uma rede de fios; e muitas outras coisas. Vemos, então, todos a mesma coisa. Se vemos, como explicar essas diferenças? (HANSON, 1971, p.130)

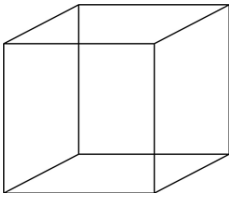


Figura 1 - O "Cubo de Necker".
Fonte: Imagem elaborada pelo autor

[2] Ao longo do artigo ora apresentado, o termo "desenho", quando grafado em letras minúsculas, remeterá à forma de expressão por meio do grafismo, em suas diversas modalidades. Por sua vez, quando grafado com a inicial em letra maiúscula — "Desenho" — o termo fará referência à disciplina homônima e a suas variações (Desenho Geométrico, Desenho de Observação, Desenho Técnico, etc.).

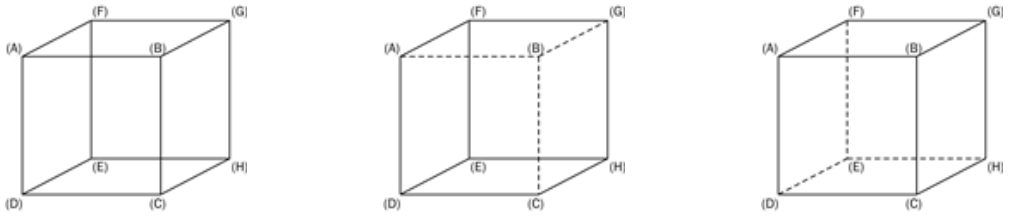
[3] Imagem tradicionalmente empregada no estudo da Psicologia da Forma (Gestalt).

Seria possível direcionar a observação de uma imagem de modo a padronizá-la, ou seja, induzir todos os observadores a reconhecerem-na como a representação do mesmo objeto? No que diz respeito a desenhos produzidos a partir dos códigos e convenções utilizados pelos sistemas geométricos de representação (SGR) existe uma evidente tendência a responder afirmativamente à pergunta proposta. Contudo, uma análise mais minuciosa sobre a questão revela algumas variáveis que precisam ser levadas em consideração para avaliar, de modo mais acurado, a pertinência da resposta positiva.

Embora as modalidades de desenho fundamentadas na geometria — os SGR — e executadas com o auxílio de instrumentos se caracterizem pela concisão e a precisão, buscando comunicar ao observador, de modo eficiente, as formas e ideias concebidas pelo desenhista, o sucesso dessa comunicação depende de vários requisitos. Dentre eles, sem dúvida, o mais importante é a familiaridade do observador com o léxico visual empregado na elaboração da imagem — aspecto que, a despeito de uma eventual capacidade intuitiva da parte do observador, corresponde a uma competência construída.

No intuito de ilustrar o que foi exposto nos parágrafos anteriores, julgou-se interessante retomar a imagem do cubo de Necker, reconfigurando-a de modo a conferir-lhe, por meio das convenções utilizadas nos SGR, elementos capazes de induzir todo e qualquer observador a reconhecer uma mesma forma, disposta em uma mesma posição — isto é, tornar mínimo o grau de subjetividade na leitura visual. Inicialmente optou-se por proceder à denominação dos pontos de interseção entre as linhas que compõe a imagem (figura 2a). Esse recurso visa identificar cada um desses pontos como uma posição distinta no plano, indicando que estes constituem a representação gráfica dos vértices de um hexaedro regular (cubo); cada vértice é identificado por uma letra do alfabeto latino, arranjada, em relação aos demais, em ordem alfabética. Cabe observar que a própria disposição das letras já sugere, ao observador treinado, a distinção entre uma face anterior e uma posterior — (A)(B)(C)(D) e (E)(F)(G)(H) ou vice-versa.

Acrescentando-se ao recurso anterior a distinção entre arestas ocultas e visíveis, por meio de linhas tracejadas ou contínuas — comunicando que as arestas se encontram, respectivamente, obstruídas de uma mirada direta por um plano que se lhes sobrepõe ou são diretamente observáveis —, na figura 2.b. o observador é levado a concluir que a face (E)(F)(G)(H) encontra-se à frente de (A)(B)(C)(D), enquanto que, na figura 2.c. a disposição das linhas tracejadas indica o contrário, mostrando (A)(B)(C)(D) como face anterior do cubo.



(a) (b) (c)

Figura 2. Aplicação de convenções gráficas no intuito de padronizar a leitura da imagem.
Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Aplicando diferentes tons de cinza às faces identificadas é possível direcionar, de forma mais incisiva — sem prejuízo às estratégias anteriores —, a leitura da imagem pelo observa-

dor, recorrendo à experiência visual cotidiana — faces mais claras expostas à luz, faces mais escuras opostas aos raios luminosos — para evidenciar as posições da (A)(B)(C)(D) como, respectivamente, posterior (figura 3.a.) ou anterior (figura 3.b.).

Figura 3. Aplicação de gamas de cinza para orientar a posição das faces do cubo.
Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Finalmente, há um último recurso capaz de acentuar ainda mais o direcionamento da observação, no sentido de identificar uma das faces do cubo como sendo a anterior: a representação da sombra projetada do poliedro. Assim, na figura 4, o observador é induzido a depreender que a imagem representa um cubo cuja face mais próxima ao observador é (A)(B)(C)(D), por conta das sombras próprias do sólido e da orientação dada à sua sombra projetada.

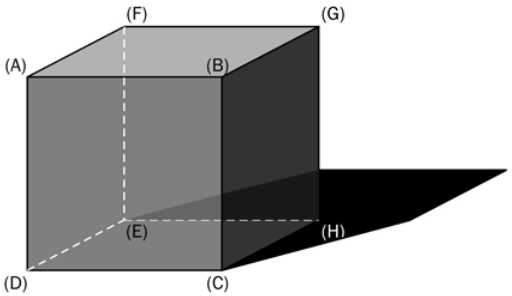


Figura 4. Aplicação de sombra projetada para orientar as posições das faces do cubo.
Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Ora, a visualização espacial é uma habilidade imprescindível para o exercício de inúmeras profissões, desde aquelas mais diretamente ligadas à utilização da linguagem do desenho para a elaboração de projetos — Arquitetura, Design e Engenharia, por exemplo — àquelas que demandam apenas um uso instrumental da visão em profundidade. Um exemplo tão prosaico quanto eloquente nesse sentido é a capacidade que médicos devem possuir de analisar exames de imagem como a radiografia, a ressonância magnética ou a tomografia computadorizada e inferir, a partir deles, informações relevantes para a elaboração de um diagnóstico. Todos os marcos legais produzidos para a Educação brasileira nas últimas décadas apontam a necessidade de preparar os jovens, ainda no Ensino Básico, para o exercício da cidadania e de sua futura vida profissional. A reforma do ensino médio aprovada em 2017[4] vai ainda mais longe e indica que o Ensino Médio deve orientar a formação dos alunos, por meio de percursos formativos, no sentido de contemplar as necessidades do mercado de trabalho. Faltam, entretanto, indicações de *como* isso será posto em prática.

[4] Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017 (BRASIL, 2017)

2 O desenvolvimento do pensamento geométrico e de competências gráficas no Ensino Básico

Ainda que se reconheça a contribuição direta das competências gráficas para a atividade laboral em algumas carreiras e/ou em alguns setores específicos, é evidente que não se está aqui a defender o ensino dos conteúdos dos SGR na Educação Básica sob um viés utilitarista — historicamente sempre evocado nos momentos em que se buscou legitimar a presença do Desenho no currículo obrigatório das escolas brasileiras. Na virada do século XIX para o século XX, por exemplo, o ensino de Desenho era tido como ferramenta indispensável à alavancagem do desenvolvimento técnico dos mais diversos ramos da indústria, tanto nos países de economia mais desenvolvida quanto naqueles que, como o Brasil, buscavam empreender processos de modernização e mecanização dos setores produtivos.

Se, em alguns países europeus, a importância atribuída ao Desenho levara à criação de escolas especiais para o ensino dessa disciplina desde fins do século XVIII — e, cerca de cem anos depois, à introdução do Desenho no rol dos componentes curriculares obrigatórios para a formação escolar de todos os cidadãos —, no Brasil as iniciativas nesse sentido só viriam a ocorrer, de forma mais estruturada, a partir da década de 1850[5]. Embora desde o início do século XIX, os estudos de Desenho fossem oferecidos com alguma frequência nas instituições de ensino primário e secundário brasileiras, ou, ainda, por professores particulares contratados pelas famílias mais abastadas do Rio de Janeiro e das províncias, muito poucos eram os jovens que tinham acesso a uma educação propedêutica, ou mesmo, pura e simplesmente, a uma educação formal — cabendo aqui observar que escravos sequer tinham direito à instrução. Cumulativamente, à época inexistiam diretrizes para estabelecer, em nível nacional, programas oficiais para o ensino de Desenho; com isso, os conteúdos abordados nas aulas dessa disciplina podiam abarcar várias modalidades de representação gráfica, desde o desenho de observação até elementos de Geometria Descritiva, passando invariavelmente pelo chamado Desenho Linear, que envolvia o aprendizado de uma grande variedade de construções com régua e compasso — e corresponderia, em termos gerais, ao Desenho Geométrico dos dias atuais.

O protagonismo conferido às modalidades de base geométrica no âmbito do ensino escolar de Desenho se tornaria uma marca característica da disciplina ao longo do século XX, reverberando o discurso de viés utilitarista que lhe atribuía uma função de destaque na formação de mão de obra para a indústria. Não por coincidência, seria a partir da Reforma Francisco Campos (1931), conduzida sob o ímpeto desenvolvimentista do primeiro governo de Getúlio Vargas (1930-1945), que o Desenho passaria a integrar, na qualidade de componente obrigatório, a grade curricular de todas as escolas brasileiras — condição que conservaria até 1971, quando entraria em vigor uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB).

A Lei nº. 5692/71, LDB outorgada sob o governo Médici (1969-1974), viria a instituir a disciplina Educação Artística como componente curricular encarregado de abordar os conteúdos de Desenho, Artes Plásticas, Música e Artes Cênicas sob um viés integrado; a partir daí, o ensino do Desenho — e, em particular, de suas modalidades de fundamentação geométrica

[5] Sobre a contextualização histórica do ensino de Desenho no Brasil, nos séculos XIX e XX, ver: NASCIMENTO (1994; 1999) e BUENO (2012; 2017).

— entraria em um processo de progressivo abandono. Além disso, a exclusão das provas de Desenho dos concursos vestibulares, também empreendida a partir do início da década de 1970 — possivelmente, na esteira das alterações implementadas pela nova LDB —, viria a contribuir, inequivocamente, para que a disciplina se tornasse um componente "descartável" dos currículos da rede particular de ensino — mesmo que algumas escolas tenham optado por oferecer aulas de Desenho Geométrico a título de Educação Artística —, enquanto, nas redes públicas, estados e municípios procuravam estabelecer seus próprios programas para a Educação Artística segundo a perspectiva de polivalência docente derivada do texto legal.

No que concerne ao ensino de Desenho, a promulgação da atual LDB (Lei nº 9394/96) em nada mudou esse quadro[6], e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que a complementaram repartiram entre os componentes Arte e Matemática conteúdos tradicionalmente abordados pelo Desenho — bem como as respectivas habilidades e competências por ele desenvolvidas —, sem que, no entanto, os professores daquelas disciplinas estivessem capacitados para trabalhá-los de forma consistente. Preservado nos currículos de um reduzido número de escolas — boa parte delas reconhecida por sua excelência acadêmica —, o ensino de Desenho permaneceu essencialmente restrito às modalidades de matriz geométrica, contribuindo, em alguma medida, para mitigar os problemas ainda hoje enfrentados pelo ensino da Geometria no âmbito da Matemática.

O desinteresse pelo ensino de Desenho e das construções gráfico-geométricas não é, contudo, um fenômeno restrito à educação brasileira. Merikoski & Tossavainen (2010), por exemplo, relatam que na Finlândia, país que tradicionalmente obtém algumas das melhores médias no exame PISA[7] — e que, eventualmente, ocupa o topo do ranking de notas dessa avaliação —, a abordagem das construções com régua e compasso restringe-se apenas aos procedimentos mais elementares. Apesar disso, os autores reiteram que esse tipo de construção permanece importante para a educação matemática:

> [...] na Finlândia, país que ocupa a primeira colocação do exame PISA [em 2006], apenas há algumas décadas atrás, o exame de seleção para matrícula no ciclo final do ensino secundário [aproximadamente equivalente ao ensino médio no Brasil] continha, regularmente, construções com régua e compasso. Em 1951, por exemplo, era pedido aos estudantes que desenhassem um setor circular cujo arco media 72º e cuja área era equivalente à de um círculo dado. Atualmente, os concluintes do ensino secundários são apresentados, quando muito, a apenas algumas construções triviais, como bissetrizes, etc.
>
> Há várias razões óbvias para as construções com régua e compasso não merecerem muita ênfase na educação matemática hoje em dia. Por outro lado, também existem motivos pelos quais essas construções, em nossa opinião, merecem um pouco mais de atenção do que vêm recebendo atualmente. Por exemplo, o estudo dos três insolúveis problemas de construção gregos continua evocando o interesse, mesmo de amadores, pela matemática em geral. Também o valor dessas construções para as belas artes é de uma consistência atemporal. Existem também, no entanto, pos-

[6] O mesmo se aplica às alterações introduzidas na LDB pela Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017 (BRASIL, 2017).

[7] Sigla para *Programme for International Student Assessment* da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico).

> sibilidades mais modernas e concretas para aumentar a relevância das construções com régua e compasso para a educação matemática — e, na verdade, para todas as ciências matemáticas. (MERIKOSKI; TOSSAVAINEN, 2010, p. 15-16. Tradução nossa)

Mas por que uma disciplina aparentemente tão importante não conseguiu se sustentar entre os componentes curriculares considerados essenciais à formação básica dos jovens mundo afora? A resposta a essa questão está relacionada, por um lado, à adoção, no ensino de Matemática, a partir de meados da década de 1960, dos princípios e práticas propostos pelo Movimento da Matemática Moderna (MMM) e, por outro, ao modo como o Desenho foi ensinado nas escolas ao longo do século XX — reduzido, quase sempre, à memorização e execução de sequências de traçados desprovidas de qualquer fundamentação teórica ou contextualização.

Restringindo-se essa análise estritamente à construção da visão espacial, pode-se dizer mesmo nos cursos de licenciatura que mantêm a habilitação em Desenho, muitos procedimentos para a representação de formas espaciais em perspectiva são tratados quase exclusivamente sob um viés executivo, instrumental; ensina-se como elaborar a representação, mas não o porquê de fazê-lo deste ou daquele modo. A transposição dessa questão para o âmbito da formação do professor de Matemática revela um quadro ainda mais desolador: os alunos das licenciaturas em Matemática muitas vezes não têm contato sequer com os métodos e procedimentos gráficos utilizados para representar as chamadas *figuras espaciais*. Disso resulta que boa parte dos alunos que concluem o Ensino Básico — possivelmente a maioria — apresentam grandes dificuldades na visualização espacial. Essa problemática constituiu o objeto de estudo de Vianna (2008) no livro *Visualizando Figuras Espaciais*.

Na referida obra, a autora e seus colaboradores analisam alguns padrões de respostas produzidas por alunos a questões de um teste aplicado, por amostragem, em turmas de Ensino Fundamental de escolas do município do Rio de Janeiro. Na apresentação do trabalho, Vianna observa:

> Durante a correção do teste, notamos deficiências em diversas áreas e chamou-nos atenção dificuldades que envolviam visualização de figuras espaciais: os alunos não conseguiam, em sua maioria, perceber elementos escondidos na representação da figura espacial, confundiam a figura real com sua representação.
>
> [...] Pesquisadores diversos também reforçam a necessidade de desenvolver nos alunos a habilidade de visualizar figuras espaciais, afirmando que deveria ser considerada uma atividade matemática tal qual é considerado o desenvolvimento de habilidades numéricas ou algébricas. Entretanto, lamentam que, ao contrário destas, vem sendo negligenciada no currículo escolar [...]. (VIANNA, 2008, p. 5)

Passados dez anos da publicação desse trabalho, o quadro não parece ter sofrido alterações significativas, embora a versão final da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) homologada em fins de 2018, apresente, dentre as habilidades previstas para o ensino de Matemática no nível básico, não apenas a execução de traçados e construções gráficas — que poucos professores daquela disciplina estão capacitados a ensinar —, mas, também, a representação de formas espaciais por meio do uso de vistas ortográficas e perspectiva.

3 O que estabelece a BNCC quanto ao desenvolvimento da visão espacial?

A leitura do texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologado em fins de 2018, sugere que a questão da aprendizagem das construções geométricas — com régua e compasso ou por meio de aplicativos computacionais — foi objeto de atenção por parte do legislador, tornando-se componentes previstos em várias das habilidades elencadas no documento na área de Matemática e suas Tecnologias. No que concerne ao desenvolvimento da visão espacial, é possível identificar ao menos uma habilidade a ela explicitamente vinculada, prevista para ser trabalhada no 9º Ano do Ensino Fundamental: "(EF09MA17) Reconhecer vistas ortogonais de figuras espaciais e aplicar esse conhecimento para desenhar objetos em perspectiva." (BRASIL, 2018, p.319)

Conforme anteriormente observado, o documento prevê que o ensino de Matemática deva dar conta da construção de várias habilidades e competências tradicionalmente trabalhadas pelos professores de Desenho — uma espécie cada vez mais rara nos quadros docentes das instituições de Ensino Básico. Um único detalhe, importantíssimo, que parece não ter sido considerado com a devida atenção pelo legislador, é que a formação dos professores de Matemática, em geral, não contempla o estudo dos SGR — e, em não poucos casos, mal aborda o estudo da Geometria (ver: PAVANELLO, 1989 e CARVALHO; FERREIRA, 2015).

Analisando os currículos dos cursos de licenciatura em Matemática das principais universidades públicas que o oferecem no estado do Rio de Janeiro[8], é possível constatar que, nos casos em que são oferecidas disciplinas de representação gráfica, elas nem sempre têm caráter obrigatório, além de não contemplarem alguns tópicos importantes, como, por exemplo, o estudo da Axonometria — que inclui as perspectivas cavaleira e isométrica, muito empregadas para a representação espacial de corpos tridimensionais. Em alguns casos, mesmo o estudo da Geometria, em suas diversas nuances, ocupa um espaço acanhado em alguns dos programas de ensino consultados.

Diante desse quadro, que provavelmente não constitui um exemplo isolado no cenário nacional, e do reduzidíssimo número de professores de Desenho anualmente formados, como assegurar que o conteúdo da área de Matemática da BNCC venha a ser integralmente implementado no prazo previsto — ou, mesmo, em médio prazo? O currículo das licenciaturas em Matemática será reformulado para dar conta das habilidades vinculadas à representação gráfica listadas no documento? Porque, até o presente momento, não há qualquer garantia de que os elementos de Desenho Geométrico, quando efetivamente estudados pelos professores, serão abordados de modo articulado com a respectiva fundamentação geométrica das construções gráficas. Ensinar aos futuros docentes os traçados sem a devida contextualização é incorrer no mesmo erro que conduziu a disciplina Desenho ao ostracismo — e muitos dos vídeos sobre as construções geométricas disponibilizados na internet, embora tecnicamente corretos e bem-intencionados (ARAÚJO, 2015, UNIVESP, 2017, por exemplo), acabam eventualmente recaindo nesse modelo.

[8] Entre os dias 16 e 19 de março de 2019, foram consultados os currículos dos cursos de licenciaturas em Matemática oferecidos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal Fluminense (UFF) e Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Os currículos encontram-se disponíveis nos sites das respectivas instituições.

4 Conclusão

Considerando-se o contexto do ensino da Geometria e dos SGR nas escolas brasileiras no período compreendido entre o final da década de 1980 e meados da década seguinte, quando da promulgação da LDB em vigor (Lei nº9394/ 96), e o momento atual, pode-se dizer que houve algum progresso — ainda que mais no nível retórico do que na prática — no sentido de recuperar o estudo de alguns importantes conteúdos que haviam sido remetidos a uma espécie de limbo. A despeito da situação frágil das disciplinas de representação gráfica nos currículos escolares não ter sofrido qualquer alteração, houve ao menos o reconhecimento, por parte do legislador, da importância das habilidades e competências desenvolvidas no âmbito das diversas modalidades de Desenho fundamentadas na Geometria — habilidades dentre as quais a visão espacial merece particular destaque.

A visão espacial é uma habilidade construída e, conforme discutido na parte introdutória do presente artigo, a elaboração de representações gráficas que comuniquem, clara e precisamente, a morfologia de corpos tridimensionais, bem como a leitura das imagens produzidas com essa finalidade, dependem do domínio de códigos e convenções bastante específicas. A questão é que o texto legal, na figura da BNCC, confiou o desenvolvimento dessa e de outras referidas habilidades aos professores de Matemática, que, em sua maioria, não estão capacitados para a tarefa. Além disso, no documento não há qualquer menção ao ensino de Desenho nas escolas — como se a disciplina e os professores encarregados de lecioná-la jamais tivessem existido.

Dado que a reinclusão do ensino obrigatório de Desenho nos currículos escolares parece uma perspectiva bastante improvável, a despeito de existirem iniciativas nesse sentido, resta saber se as providências necessárias — quaisquer que elas sejam — à implementação integral do que está previsto na BNCC serão efetivamente levadas a termo.

Referências

ARAÚJO. Marcos Paulo Ferreira de. **Programa de Iniciação Científica da OBMEP**. Construções geométricas com régua e compasso. 2015. Disponível em: https://www.youtube.com/playlist?list=PLrVGp617x0hCiJJq_R5w4DfGukpFj3fAk. Acesso em 03 abr. 2019

BARBOSA, Rui. **O desenho e a arte industrial**. Rio de Janeiro: Fundação Casa de Rui Barbosa, 1882. Disponível em: http://www.casaruibarbosa.gov.br/dados/DOC/artigos/rui_barbosa/FCRB_RuiBarbosa_ODesenho_e_a_ArteIndustrial.pdf. Acesso em 17 set. 2011.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 28 mar. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 mar. 2019.

BUENO. Marcelo da Silva. **Geometrografia: a construção de uma abordagem científica para o estudo de desenho geométrico na obra de Virgilio Athayde Pinheiro**. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) — Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.

BUENO. Marcelo da Silva. **Manuel de Araújo Porto-Alegre e a reforma de 1854-55 na Academia Imperial das Belas Artes: projeto visionário ou ideia fora de lugar?**. 2017. 418 f. Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) — Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.

CARVALHO, Hudney Alves Faria de; FERREIRA, Ana Cristina. Visualização espacial e pensamento geométrico: um panorama da produção brasileira em programas de pós-graduação nos últimos anos. [Anais eletrônicos do] **VII Encontro Mineiro de Educação Matemática — Práticas educativas e pesquisa em Educação**. SBEM/MG; Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ): São João Del Rei, 2015. Disponível em: http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/VISUALIZA%C3%87%C3%83O-ESPACIAL-E-PENSAMENTO-GEOM%C3%89TRICO-UM-PANORAMA-DA-PRODU%C3%87%C3%83O-BRASILEIRA-EM-PROGRAMAS-DE-P%C3%93S-GRADUA%C3%87AO-NOS-%C3%9ALTIMOS-ANOS.pdf. Acesso em: 19 abr. 2019

HANSON, Norwood Russel. Observação e interpretação. In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). **Filosofia da Ciência**. São Paulo: Cultrix, 1971.

MERIKOSKI, Jorma K., TOSSAVAINEN, Timo. Two approaches to geometrography. In: **Journal for Geometry and Graphics**, v. 14, n. 1. Viena (Áustria): Institut für Geometrie/ Technische Universität, 2010, pp. 15–28. Disponível em: http://www.heldermann-verlag.de/jgg/jgg14/j14h1toss.pdf. Acesso em: 20 abr. 2018.

NASCIMENTO, Roberto Alcarria do. **O Ensino do Desenho na Educação Brasileira. Apogeu e decadência de uma disciplina escolar**. 1994. 119 f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Marília, 1994. Disponível em: http://www2.faac.unesp.br/posgraduacao/design/docs/Textos_Alcarria/dissertacaodemestrado_robertoalcarria.pdf. Acesso em: 28 jan. 2012.

NASCIMENTO, Roberto Alcarria do. **A função do Desenho na Educação**. 1999. 214 f. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Marília,1999.

PAVANELLO, Regina Maria. **O abandono do ensino de Geometria: uma visão histórica**. Dissertação (Mestrado em Educação). Campinas: UNICAMP, 1989. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/252057. Acesso em: 02 abr. 2019.

VIANNA, Claudia Coelho Segadas (Coord.). **Visualizando Figuras Espaciais**. Rio de Janeiro: IM/ UFRJ, 2008.

UNIVESP. Licenciatura em Matemática. **Geometria Plana e Desenho Geométrico** — Aula 14 — Construções Geométricas. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=afTd0i6-yZQ&list=PLxI8Can9yAHemz5Fs-YPJDyEvNZYUsHaG&index=15. Acesso em 03 abr. 2019

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ENSINO-APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA DESCRITIVA POR MEIO DE JOGO DE MONTAGEM

ALEXANDRINO, Letícia Keroly Bezerra[1],
LEITE, Kelma Pinheiro[2],

Resumo

Esse artigo apresenta um estudo realizado, durante a monitoria de Geometria Descritiva do curso de Arquitetura e Urbanismo, onde houve a aplicação de um jogo de montagem livre para aprendizagem do conteúdo da disciplina, assim como, estimular a criatividade. Durante os atendimentos da monitoria, foram verificados problemas no ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva, tais como o estudo das retas e dos planos, devido à dificuldade na visualização dos objetos a serem representados em épura e triedro impedindo o desempenho dos alunos nos diversos temas da disciplina. Esse cenário nos levou à seguinte questão de pesquisa: como tornar mais fácil o entendimento e representação de objetos para o aluno de Geometria Descritiva? Assim, foi definido como objetivo geral da pesquisa desenvolver um jogo físico de montagem livre com peças confeccionadas em impressora 3D. O jogo foi produzido em 2017 e aplicado nas turmas, tarde e noite, seguidos de um questionário de avaliação e sugestão sobre o jogo, durante os dois semestres do ano de 2018 e o primeiro de 2019. Diante disso, foi observado que os objetivos propostos foram alcançados com sucesso.

Palavras-chave: Geometria Descritiva; ensino; jogo; épura; triedro.

Abstract

This article is about a study carried out during the monitoring of Descriptive Geometry of the Architecture and Urbanism course for the development of a new learning tool for the content of the discipline. During the attendance, in monitoring, teaching-learning difficulties of descriptive geometry were observed, such as the difficulty of visualizing the objects to be represented in terms of time and trihedron, which, therefore, impeded the students' performance in understanding other subjects of the discipline . As examples we can cite the classification of the lines and the planes of the object generating the following research question: How to make object understanding and representation easier for the student of descriptive geometry? Thus, it was defined as general objective of the research to develop a game, based on pieces made in 3D printer. From this, a game was developed and this was applied in the classes, afternoon and night, followed by a questionnaire evaluation and suggestion about the game, during the two semesters of the year 2018 and the first of 2019. Then, it was possible to analyze what would be the best period, during the semester, for this game to be used and to obtain better results. In view of this it was observed that the proposed objectives were successfully achieved.

Keywords: Descriptive geometry; teaching; game; épura; triedro.

[1] Graduanda do Centro Universitário Christus, letikerolyba@gmail.com
[2] Docente Centro Universitário Christus, kelmapinheiro@gmail.com

1 Introdução

Esse artigo trata de um estudo realizado em 2017, 2018 e 2019 na monitoria de Geometria Descritiva do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS), em Fortaleza, Ceará, aplicou uma nova ferramenta de aprendizagem do conteúdo da disciplina. A ferramenta tem como fundamento auxiliar os alunos para o entendimento dos objetos tridimensionais a fim de inserir os alunos no universo das disciplinas da representação gráfica, bem como estimular a criatividade. Entende-se que, criando meios para facilitar o desenvolvimento da visão espacial, o aluno terá mais facilidade na aprendizagem.

Segundo Silveira (2007), a Geometria Descritiva (GD) é uma das disciplinas iniciais dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e seu conteúdo está fundamentado na aplicação dos princípios do Sistema Mongeano de representação do espaço, sistema também adotado pela NBR 10.067. Assim, a GD é fundamental na preparação do aluno para o entendimento e representação dos objetos e necessária na formação de profissionais que trabalham com projetos e sua execução.

Contudo, observa-se que o ensino e a aprendizagem da Geometria Descritiva continua sendo um desafio. O Sistema Mongeano é preciso e eficiente, mas a sua compreensão e aplicação nem sempre são rápidas devido sua complexidade. No ensino dessa disciplina, é necessário compreender a relação entre as projeções ortogonais em épura de um objeto e deste objeto no espaço, porém esta compreensão nem sempre é alcançada devido ao alto nível de abstração. Ainda, alguns alunos possuem dificuldades quanto a visão tridimensional, principalmente quando não associadas à elementos que compõem o repertório conhecido pelo aluno. Tal situação compromete o interesse dos estudantes pela disciplina e o reconhecimento de sua importância na arquitetura (SILVEIRA, 2007).

JACQUES *et al*. (2001) mostra alguns fatores que podem contribuir para agravar as dificuldades em relação à construção do conhecimento em GD, principalmente no que diz respeito a visualização tridimensional. Esses fatores são: (a) atual redução da carga horária nos cursos; (b) a falta de um contato prévio com os conceitos básicos no ensino médio e fundamental; e (c) o uso de técnicas tradicionais de ensino. Esta última tratada neste trabalho, uma vez que desenvolve novo recurso pedagógico para aprendizagem.

Durante os atendimentos da monitoria, foram verificados problemas no ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva, tais como o estudo das retas e dos planos, devido à dificuldade na visualização dos objetos a serem representados em épura e triedro impedindo o desempenho dos alunos nos diversos temas da disciplina. Esse cenário nos levou à seguinte questão de pesquisa: *como tornar mais fácil o entendimento e representação de objetos para o aluno de Geometria Descritiva?*

Nos atendimentos, foi percebido que, quando eram utilizados objetos físicos onde os alunos pudessem tocar e movimentar, havia uma melhora no entendimento da explicação do exercício, ou seja, os alunos tinham maior compreensão do objeto para representação e conseguiam executar os exercícios de forma mais rápida e, aos poucos, eles iam adaptando e relacionando as formas a outros objetos.

Então, foi pensado em criar peças simples e que pudessem, a partir de montagens, formar novos objetos mais complexos. Essas montagens seriam realizadas pelos alunos de

forma livre e aplicadas durante as aulas. Assim, os alunos têm um primeiro contato com os exercícios de representação em perspectiva isométrica e projeções ortogonais com formas criadas por eles, que podem aumentar a complexidade conforme os alunos se sentem seguros para novos desafios. Desse modo, eles iriam aprender a partir do manuseio das peças a ter uma visão tridimensional e conseguir visualizar mais facilmente as vistas em projeção. Assim, foi definido como *objetivo geral da pesquisa desenvolver um jogo físico de montagem livre com peças confeccionadas em impressora 3D, aplicado para a disciplina de Geometria Descritiva*. Como objetivos específicos, foram elencados: (1) despertar a relação de escala e proporção no aluno; (2) desenvolver a criatividade; (3) praticar o desenho em épura e triedro a partir de modelos reais.

O trabalho foi iniciado por meio da análise dos conceitos da Geometria Descritiva e, em seguida, foi analisada a utilização de jogos como método de ensino, não somente na disciplina de Geometria Descritiva, buscando estabelecer uma relação entre a disciplina e o processo criativo e de representação em arquitetura e urbanismo.

2 Revisão bibliográfica

2.1 Geometria Descritiva

A Geometria Descritiva (GD) é a base teórica de inúmeras profissões, que vão desde a Engenharia à Arquitetura, bem como Desenho Industrial, e outras. A GD não é apenas a leitura e interpretação de desenhos, desenvolve também a capacidade de imaginar objetos ou projetos no espaço e pensar em três dimensões (MONTENEGRO, 2011, p. 8).

A GD tem por objetivo a representação de figuras do espaço a fim de estudar sua forma, dimensão e posição. Para alcançar estas finalidades, utiliza-se um sistema de projeções elaborado por Gaspar Monge, chamado de Sistema Mongeano de Projeção, também conhecido como sistema ortogonal ou diédrico. Este sistema emprega, inicialmente, dois planos de projeção perpendiculares entre si, sobre os quais se projeta a figura ortogonalmente (MONTENEGRO,2011, p. 8; EYMAR et al., 2013).

Montenegro (2011, p. 3) mostra alguns obstáculos que podem surgir na GD. O primeiro refere-se ao sistema diédrico de representação, que apresenta para o aluno uma forma de raciocínio e expressão nova, na medida em que relaciona um único objeto no espaço à diferentes projeções simultâneas. O segundo trata da visão espacial, onde nem todos possuem o mesmo nível de habilidade. E o terceiro é a relação entre a visão humana (a imagem que vemos assemelha-se à perspectiva cônica) e as vistas ortogonais onde a GD utiliza-se o sistema cilíndrico. Assim, a GD ficou conhecida como uma disciplina abstrata, artificial e de difícil entendimento Montenegro (2011, p. 3).

2.1 Uso de maquetes

A utilização da maquete é bastante recorrente na arquitetura sendo uma representação precisa em três dimensões do objeto em escala. Quando pronta, serve como um instrumento de estudo onde consegue-se haver uma comunicação mais clara, além de contribuir no processo de criação (CONSALEZ, 2013, p.3).

As maquetes ajudam no entendimento do objeto permitindo que seja tocado ou movido de acordo com a necessidade. Pode-se notar que a maquete colabora, também, com o bom entendimento da escala, da forma e dos materiais utilizados (FARRELLY, 2011, p.117). Durante o Renascimento uma das principais formas de se entender a arquitetura era através das maquetes. Somente no período Beaux-arts que o desenho se tornou o principal método de representação (FARRELLY, 2011, p.118).

2.3 Ensino através de jogos

O jogo quando relacionado com o ensino é uma excelente ferramenta de aprendizado, pois estimula a sensibilidade e a inteligência e ajuda no desenvolvimento (principalmente o criativo e o social) de quem está envolvido com este e, com isso, acaba sendo de grande interesse a ser utilizado entre os profissionais da educação (ALVES, BIANCHIN, 2010, p.283). Para um bom entendimento da importância dos jogos no ensino, principalmente no da arquitetura, vale ressaltar que:

> a palavra "jogo" se origina do vocábulo latino ludus, que significa diversão, brincadeira e que é tido como um recurso capaz de promover um ambiente planejado, motivador, agradável e enriquecido, possibilitando a aprendizagem de várias habilidades. Dessa maneira, alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem podem aproveitar-se do jogo como recurso facilitador na compreensão dos diferentes conteúdos pedagógicos. (ALVES, BIANCHIN, 2010, p.283).

Durante o ensino, é de grande importância que sejam desenvolvidas metodologias ativas, principalmente se for através de jogos, pois ele ajuda na concentração e na imaginação. Esta é de grande importância principalmente quando relacionado a arquitetura, pois, como sabemos, estudantes de arquitetura precisam sempre estar desenvolvendo sua criatividade para que consigam criar seus projetos com sucesso (ALVES, BIANCHIN, 2010, p. 284).

3 Desenvolvimento do trabalho

Esta seção compreende tanto a descrição dos métodos quanto do processo de aplicação e avaliação do jogo, o qual alcançou os objetivos propostos.

3.1 Métodos

Este trabalho refere-se a uma pesquisa qualitativa, que foi desenvolvida em três etapas. Primeiramente, foi feito um estudo a partir de referências bibliográficas sobre os métodos de ensino criados para a Geometria Descritiva, sendo destacados os métodos a partir da criação de jogos e maquetes. Depois, foram analisadas, pela monitora da disciplina, as melhores formas geométricas a serem modeladas e qual o aplicativo mais prático e ideal para esse desenvolvimento, levando em consideração que os alunos, futuramente, poderiam desenvolver suas próprias peças. Chegou-se à conclusão de que as peças deveriam ser desenvolvidas no SKETCHUP por ser o aplicativo de fácil manuseio e foram impressas na impressora 3D da faculdade.

O primeiro kit de peças criadas pela monitora foi distribuído em três semestres – os dois semestres de 2018 e um em 2019, para a montagem e criação de uma nova forma e para

que esta fosse representada a em épura e triedro. Os alunos deveriam realizar a atividade em duplas ou trios e cada um propõe uma montagem diferente instigando os alunos a criar formas complexas e estimulando novos desafios.

Por fim, foi elaborado e distribuído para cada aluno um questionário para avaliar e dar novas sugestões para melhoria do jogo. As avaliações dos alunos foram analisadas neste trabalho e as sugestões de melhoria serão implementadas posteriormente, podendo ser objeto de investigação em novo estudo.

3.2 Aplicação e avaliação do jogo

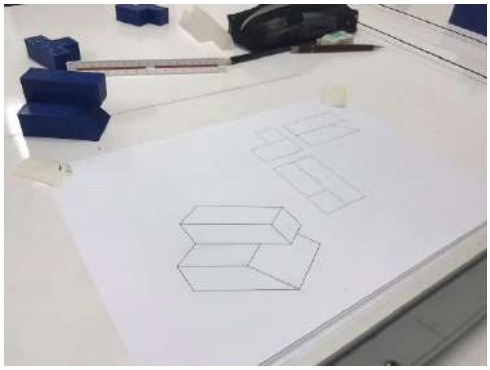
O jogo foi aplicado nas turmas tarde e noite em três semestres da disciplina de Geometria Descritiva, dois em 2018 e um em 2019.

A ideia inicial era aplicar o jogo no início do semestre, para que os alunos desenvolvessem ao longo da disciplina a capacidade de formação de uma percepção e criatividade. Como se trata de uma disciplina de início de curso, os alunos ainda não têm domínio das técnicas de perspectiva. Assim, eles utilizariam as formas básicas ou as montagens desenvolvidas pelos próprios alunos juntamente com o decorrer do conteúdo dado em aula, podendo utilizar o jogo para facilitar o entendimento, além de estimular sua criatividade, tendo em vista as inúmeras possibilidades de criação. De início, o aluno poderia utilizar apenas uma peça composta pelo jogo e, sucessivamente, ir acrescentando as demais, criando formas e evoluindo na sua dificuldade, podendo ser exercitado a perspectiva, as vistas e a análise das linhas e planos compostos pelo objeto.

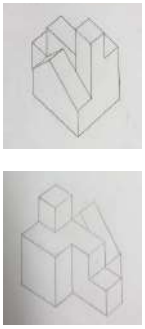
As aplicações em 2018 e 2019 ocorreram em períodos diferentes ao longo dos semestres para que, assim, fosse analisado o melhor período de desempenho dos alunos. Essas aplicações seguiram o mesmo processo de etapas de acordo com que pode ser visto a seguir.

Primeiro, foram distribuídas as peças do jogo para os alunos em duplas para que, em seguida, fossem montadas criando novas formas, como pode ser visto na Figura 01. Após a montagem, os alunos desenharam as vistas e a perspectiva isométrica em épura e triedro (Figura 01 – c).

(a) Montagem de volumetria



Representação da volumetria



(c) representação em perspectiva isométrica

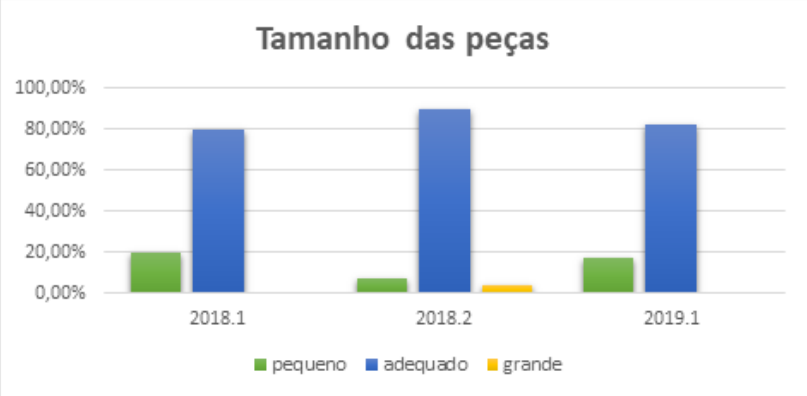
Figura 01: aplicação do jogo durante as aulas.
Fonte: as autoras.

O jogo possui, inicialmente, oito peças. Há maneiras distintas de serem montadas, exemplos disso é por rotações ou encaixes das peças. A partir da quantidade de peças e das maneiras de montagens, foi visto que garante uma variação grande para exercer a criatividade dos alunos.

Para finalizar esse processo, foi passado um questionário onde cada aluno teve a oportunidade de opinar sobre o jogo e sugerir novas peças que venham, no futuro, a agregar novos conhecimentos e melhorar na criatividade. A partir dos resultados do questionário, foram desenvolvidas algumas tabelas comparando as três aplicações para a obtenção de uma melhor análise.

A primeira comparação encontra-se relacionada ao tamanho das peças do KIT. Segundo a Tabela 1, 80% do total de alunos de 2018.1 acharam o tamanho das peças adequado e o restante de 20% acharam pequeno. Em 2018.2 cerca de 89,66% avaliaram como adequado e apenas 6,9% como pequeno e 3,45% como grande. E em 2019.1, a maioria, com um total de 82,61% avaliaram como adequado, tendo o restante de 17,39% como pequeno. Sendo assim, em geral, as peças do jogo foram avaliadas como tendo um tamanho adequado.

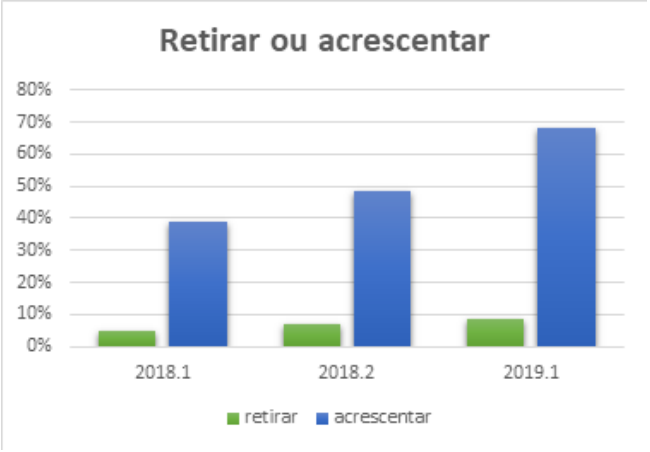
Tabela 1 – tabela informando a avaliação em relação ao tamanho das peças do KIT.



Fonte: acervo próprio baseado nos dados recolhidos no questionário.

Outro ponto do questionamento refere, de acordo com a Tabela 2, à avaliação para saber se o aluno acrescentaria ou retiraria alguma peça do jogo. Em 2018.1, cerca de 38,89% indicaram a necessidade de acrescentar alguma peça e 95% não retiraria nenhuma peça, tendo 5% restante dado a sugestão para retirar algumas das peças de base triangular. Em 2018.2, cerca de 48,28% dos alunos avaliaram que deveriam ser acrescentadas peças e 6,90% que deveria ser retirada a peça de formato “T”. Já em 2019.1, 68,18% dos alunos acrescentariam alguma peça e 8,70% retiraria peça de base triangular. Portanto, observa-se que a maioria dos alunos sentem a necessidade de uma variação maior de peças, demonstrando interesse pelo jogo, mas poucos sugeriram a retirada de peças.

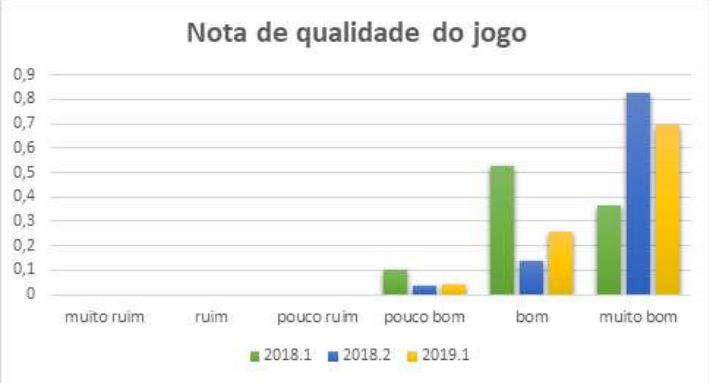
Tabela 2 – tabela informando a avaliação dos alunos em relação a quantidade das peças existentes



Fonte: acervo próprio baseado nos dados recolhidos no questionário.

Quanto à nota de qualidade do jogo, segundo a Tabela 3, em 2018.1, 10,53% avaliaram o jogo como regular, 52,63% como bom e 36,84% como muito bom. Em 2018.2, a maior parte dos alunos, 82,76% marcaram como muito bom, 13,79% como bom e 3,45% como regular. Significando que, o jogo, de modo geral é bom ou muito bom para o ensino-aprendizado do aluno, nenhum aluno avaliou o jogo como ruim.

Tabela 3 – tabela informando a avaliação dos alunos em relação a nota de qualidade do jogo



Fonte: acervo próprio baseado nos dados recolhidos no questionário.

Na aplicação em 2018.1, foi observado uma repetição de referências formais por parte dos alunos, onde os mesmos utilizaram as peças em triângulo como telhados para as formas criadas, notando-se assim pouca variação no repertório formal dos alunos para a criação das montagens, justificado por estar no início do curso.

Foi vista uma consistência de pontos positivos e negativos destacados pelos alunos nas diversas turmas. Como exemplo dos pontos positivos encontrados, podemos citar a facilitação da visualização e compreensão melhor os objetos, estimular a imaginação, tornar a aula mais dinâmica e divertida. Em relação aos pontos negativos, houve alunos que citaram a questão das peças serem lisas, não haver mecanismos para manterem as peças mais estáveis quando montadas e, com isso, dificultar um pouco a questão do manuseio na hora de rotacionar ou afastar a forma criada para poder desenhar; a não presença de cubos na composição do jogo; a monocromia; a falta de opções de tamanhos de diferentes peças e poucas opções de peças.

Outro ponto a observar foram as respostas sobre o que o jogo ajudou para a disciplina de Geometria Descritiva em que foram encontradas respostas em comum como a ajuda a entender como as perspectivas, a visualização das faces dos objetos, a desenhar mais rápido, o manusear ajuda a entender melhor e a visualizar no papel o 3D.

Depois, foi questionado quais peças os alunos indicariam para que fossem criadas e incluídas no jogo. Vale ressaltar que, em todos os semestres, alguns alunos sugeriram a criação e inclusão do cubo. Mas foram selecionadas três peças diferentes de cada semestre que valem ser ressaltadas aqui, como mostra a figura 03, 04 e 05.

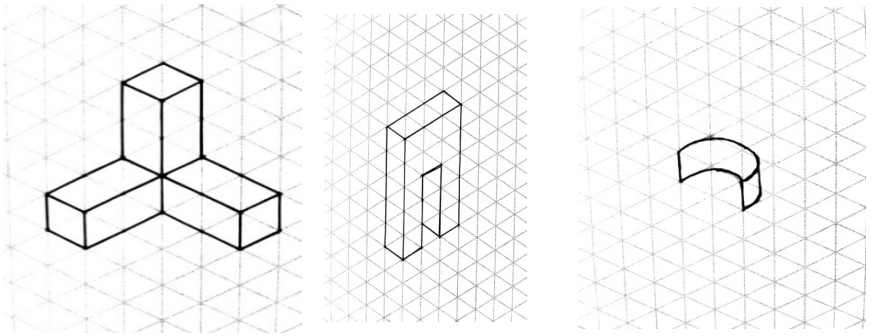


Figura 03: sugestões de novas peças pelos alunos do semestre de 2018.1.
Fonte: as autoras.

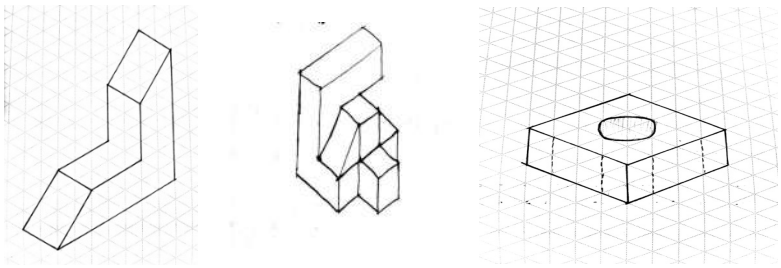


Figura 04: sugestões de novas peças pelos alunos do semestre de 2018.2.
Fonte: as autoras.

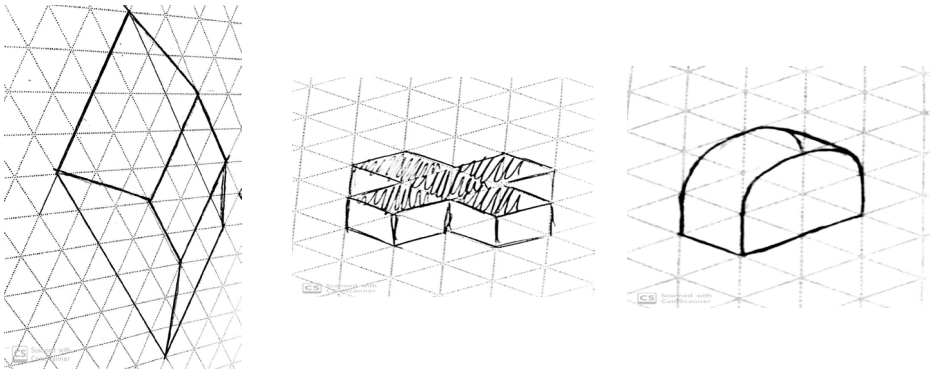


Figura 05: sugestões de novas peças pelos alunos do semestre de 2019.1.
Fonte: as autoras.

Por fim, foram recolhidos os desenhos em épura e triedro, referente a criação de uma nova forma através das peças do jogo,dos alunos que conseguiram finalizar a atividade em sala e destes foram scaneados alguns exemplos como pode ser visto através da figura 05.

A partir disso observa-se que os alunos puderam criar novas formas a partir das peças e de diferentes níveis de complexidade a partir do seu entendimento e domínio sobre a matéria e que, mesmo com poucas aulas, os alunos tiveram melhores avanços com a utilização do jogo e que é ideal o seu uso no início do semestre, para que, a partir disso, eles fortaleçam seus conhecimentos na matéria que não sintam tanta dificuldade.

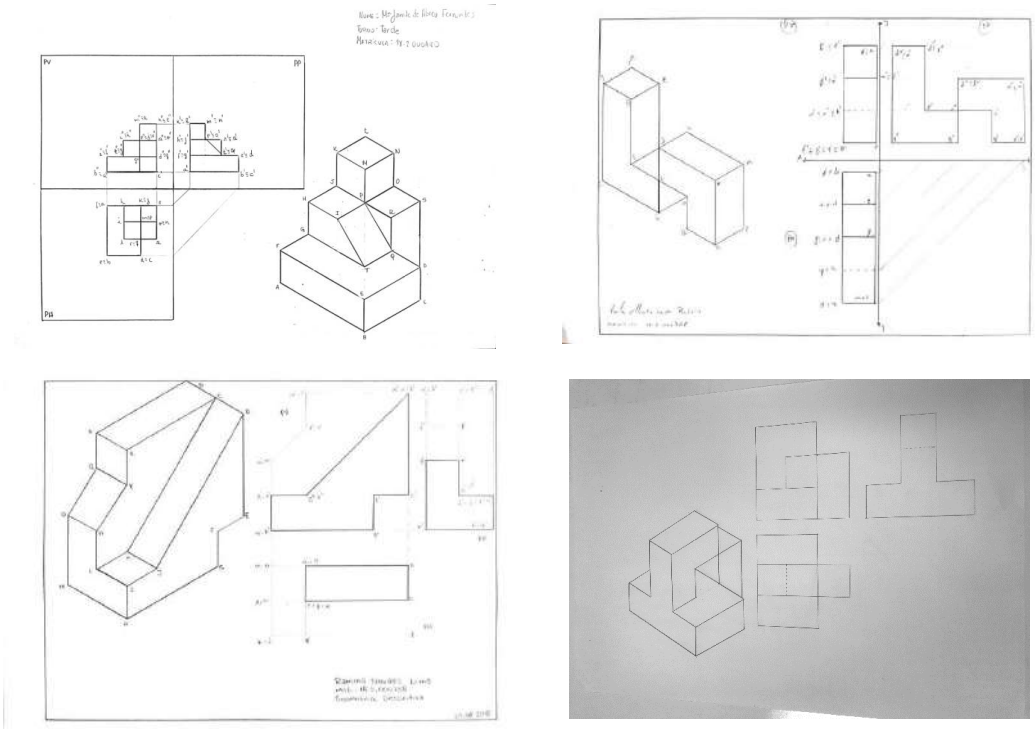


Figura 05: desenhos em épura e triedro das peças criadas pelos alunos do semestre de 2018.2. e 2019.1
Fonte: as autoras.

A partir do resultado da análise dos questionários, foi observado que os três objetivos específicos propostos foram alcançados com sucesso. Observando dentre eles o de facilitar o aprendizado em escala e proporção, pois como foi visto anteriormente, por se tratar de um cadeira do início do curso de arquitetura os alunos chegam sem nenhum conhecimento de perspectiva e este é um princípio básico para a formação dos projetos arquitetônicos e precisa de cuidados para que os alunos entendam bem e consigam evoluir seus projetos futuros. Os alunos quando iniciam a disciplina, por não possuir conhecimento inicial acerca de perspectiva, possuem muitas dificuldades em representação ou leitura das projeções em épura. Então, através das peças os alunos já teriam a visão inicial de como a peça é, podendo manusear a peça para um melhor entendimento, e a partir disso o desenho é facilitado.

A outra questão é a de desenvolver a criatividade, pois os alunos terão a possibilidade de criar várias formas diferentes a partir de peças já existentes, sem haver repetições. E esse ato do próprio aluno de criar a sua própria forma para desenhar permite que ele pense antes para poder criar de acordo com o seu nível de dificuldade na disciplina, assim ele poderá evoluir na representação de acordo com sua aprendizagem.

4 Conclusão

Conclui-se, a partir dos estudos e aplicações sobre jogos e maquetes, que estes são essenciais para o aprendizado do conteúdo da disciplina de Geometria Descritiva que é um conteúdo valioso para o encaminhar do curso de Arquitetura e Urbanismo. Como foi visto nos resultados da aplicação do jogo criado, esse método desenvolve e estimula a criação, o desenho e o aprendizado do conteúdo de forma rápida, prática e divertida. Sobre a aulas de aplicação das peças, e com os resultados dos questionários, foi visto que os alunos realmente conseguiram aprender melhor e com rapidez sobre os temas da disciplina quando tinham em mãos as peças.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro Universitário Christus que financiou esta pesquisa e ao Centro de Robótica do Christus que cedeu a utilização da impressora 3D, ao Wilton Sousa e Celso Medeiros pesquisadores de robótica da Christus.

Referências

ALVES, Luciana; BIANCHIN, Maysa Alahmar. **O jogo como recurso de aprendizagem.** Rev. psicopedag. vol.27, nº.83, São Paulo, 2010.

CONSALEZ, Lorenzo. Maquetes: **A representação do espaço no projeto arquitetônico.** 1ª ed, 3ª impressão. Espanha: Editora Gustavo Gili, 2013

EYMAR, Pedro; ROMCY, Neliza; BRANDÃO, Ianna; CARDOSO, Daniel. **Novos experimentos no ensino da Geometria Descritiva usando os meios digitais de representação como referência.** Rev GRAPHICA, Florianópolis, Santa Catarina, 2013 (http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/9679/1/2013_eve_drcardoso.pdf)

FARRELLY, Lorraine. **Técnicas de Representação.** Porto Alegre: Editora Bookman, 2011.

JACQUES, J. J., AZEVEDO, G. Z., AYMONE, J. L. F., TEIXEIRA, F. G. **Nova abordagem para o ensino da Geometria Descritiva Básica.** In: XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE. Porto Alegre: Brasil, 2001

MONTENEGRO, Gildo A. **Geometria Descritiva.** São Paulo. 1ª ed, 6ª reimpressão. Editora Edgard Blucher LTDA, 2011

SILVEIRA, J. E. C. **Investigação de metodologia de ensino de Geometria Descritiva: uma experiência com estudantes de Arquitetura e Urbanismo.** Rev GRAPHICA, Curitiba, Paraná, 2007 (http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/INVESTIGACAO.pdf)

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

PROJETANDO COM CUBOS E A CONSCIENTIZAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E DA NOÇÃO DE ESCALA: UM RELATO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO

BRAIDA, Frederico[1],
FONSECA, Juliane Figueiredo[2].

Resumo

O processo de ensino/aprendizagem da escala se mostra fundamental para os cursos de Arquitetura e Urbanismo, sobretudo porque esse conteúdo está associado a outras temáticas como tamanho, medida e proporção, de extrema importância para o âmbito da representação gráfica e para o projeto. Portanto, este artigo tem por objetivo apresentar um conjunto de atividades desenvolvidas com alunos de primeiro período de um curso de Arquitetura e Urbanismo, no âmbito da disciplina Estudo da Forma, a fim de evidenciar algumas possibilidades de atividades que visem à criação de uma consciência holística das noções de escala e sua representação gráfica. Metodologicamente, este artigo é fruto tanto de uma abordagem teórica quanto empírica, pois resulta de uma revisão de literatura e de uma exposição descritiva e reflexiva a partir de algumas atividades desenvolvidas em um contexto de sala de aula.

Palavras-chave: escala; arquitetura; proporção; modelos tridimensionais.

Abstract

The teaching / learning process of the scale is fundamental for the Architecture and Urbanism courses, especially since this content is associated with other themes such as size, measure and proportion, of extreme importance for the scope of graphic representation and for the design. Therefore, this paper aims to present a set of activities developed with first-period students of an Architecture and Urbanism course, within the scope of the discipline Shape Studies, in order to highlight some possibilities of activities that aim at the creation of a holistic conscience of the scale notions and their graphic representation. Methodologically, this paper is the result of both a theoretical and an empirical approach, as it results from a literature review and a descriptive and reflective exposition from some activities developed in a classroom context.

Keywords: scale; architecture; proportion; three-dimensional models.

[1] Universidade Federal de Juiz de Fora. Programas de Pós-graduação em Ambiente Construído e em Gestão e Avaliação da Educação Pública. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Toledo (COECI/UTFPR). Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional. frederico.braida@ufjf.edu.br.
[2] Universidade Federal de Juiz de Fora. Departamento de Projeto, Representação e Tecnologia. juliane.fonseca@ufjf.edu.br.

1 Introdução

As condições propiciadas, na contemporaneidade, pelas inovações tecnológicas e comunicativas, em especial, pelas tecnologias do acesso e da conexão contínua, têm afetado diretamente as formas de educar e de aprender. A propagação das mídias móveis possibilita um acesso "absolutamente ubíquo e pervasivo" (SANTAELLA, 2014, p.17) à informação, à comunicação e à aquisição de conhecimento.

Se a aquisição do conhecimento implica a aprendizagem, o que verificamos, atualmente, é que o acesso contínuo a essas mídias propicia tipos diversos de aprendizagem, caracterizados como abertos, que consistem em "processos espontâneos, assistemáticos, e mesmo caóticos, atualizados ao sabor das circunstâncias e de curiosidades contingentes" (SANTAELLA, 2014, p.17). Surge, neste contexto, o que Santaella (2014, p.19) define como "aprendizagem ubíqua" que, justamente pelo fato de a informação poder ser acessada a qualquer hora do dia e da noite, pode se desenvolver em quaisquer ocasiões, eventualidades e circunstâncias. "Sua característica mais marcante encontra-se na espontaneidade" (SANTAELLA, 2014, p. 19).

As mídias móveis possibilitam que as pessoas "lidem com informação em excesso e descontinuadas, façam parte de comunidades virtuais, articulem ideias de forma muito rápida e desenvolvam pensamento crítico" (BEHAR, 2009, p. 22). É neste universo, transformado e tecnológico, que se encontram imersos nossos alunos do ensino superior. Sujeitos a um diário "treinamento sensório, perceptivo e mental" (SANTAELLA, 2014, p.20) que altera significativamente suas percepções e ações e, consequentemente, sua forma de aprender.

Neste sentido, nós, docentes, somos desafiados a conhecer quem são esses alunos – o que sabem, o que almejam e como aprendem, para termos subsídios necessários para a promoção de um espaço de aprendizagem significativo, "produtivo e gratificante para todos os envolvidos no processo" (MASETTO, 2013, p. 41).

> [...] Nossos alunos atuais são ativos, multitarefas e imediatistas quanto ao fácil e rápido retorno a seus "questionamentos". [...] Em outras palavras, os estudantes estão direcionados a aprender o que para eles importa, e buscam, para cada experiência vivida em sala de aula, significado e justificativa" (MASETTO, 2013, p. 37, 38).

Assim, neste artigo, no universo de conteúdos fundamentais para a formação do arquiteto e urbanista, sobretudo em relação aos vinculados à representação gráfica e ao projeto, abordamos o tema do ensino da escala, especialmente porque está associado a outras temáticas como tamanho, medida e proporção. Destaca-se que a noção introjetada da escala permite que os alunos não somente representem graficamente de forma mais correta o espaço, mas lhes garante a coerência necessária entre a intenção projetual e o resultado alcançado com o ambiente construído.

Portanto, este artigo tem o objetivo de apresentar como foi planejada e organizada, sob a ótica ativa, aberta e significativa, a ação educativa do ensino da escala desenvolvida com os alunos de primeiro período do curso de Arquitetura e Urbanismo, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAU-FAU-UFJF), no âmbito da disciplina Estudo da Forma.

2 Ações Educativas

Compreendemos ser a ação educativa, o modo de transformar a vida em processos permanentes de aprendizagem, auxiliando a integração entre ensino e prática social, conhecimento e ética, reflexão e ação (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2000). Nesse processo três ações interdependentes são essenciais – o ensinar, o aprender e o apreender (ANASTASIOU; ALVES, 2015, p. 18) e, para que seu propósito se efetive, é necessário compreender as duas dimensões da ação de ensinar: "[...] uma de utilização intencional e outra de resultado, ou seja, a intenção de ensinar e a efetivação dessa meta pretendida". É exatamente a partir da distinção de qual ação está presente na meta estabelecida ao ensinar– aprender ou apreender – que as práticas educativas são delineadas.

Anastasiou e Alves (2015, p. 19) diferenciam a ação de aprender da de apreender, embora exista em ambas a relação entre sujeitos e conhecimento. Para elas "o verbo aprender, significa tomar conhecimento, reter na memória mediante estudo, receber a informação de...", enquanto "apreender significa segurar, prender, pegar, assimilar mentalmente, entender, compreender, agarrar..." (ANASTASIOU; ALVES, 2015, p. 19). Nesse sentido, destacam a necessidade de se ir além do aprender, que tem se restringido em processo de memorização, na direção do apreender o significado de um objeto ou de um acontecimento, "construção de um conjunto de relações, em que o novo conhecimento apreendido pelo aluno amplie ou modifique o sistema inicial" (ANASTASIOU; ALVES, 2015, p. 21).

Em outras palavras, em consonância com Masetto (2003), o que se propõe é a mudança do paradigma do ensino (fundamentado na figura central do professor, na transmissão e memorização das informações) para o paradigma da aprendizagem (desenvolvimento ativo, aberto e significativo de uma pessoa em sua integralidade), no qual o aluno é o protagonista do seu processo de aprendizagem.

No universo, transformado e tecnológico, em que se encontram imersos nossos alunos do ensino superior, a manutenção do paradigma do ensino não possibilita que o propósito da ação educativa se efetive. Portanto, na lógica do percurso – do aprender para o apreender – é necessário um olhar inovador quanto a dois aspectos: (i) os papéis desempenhados pelos sujeitos envolvidos na ação educativa – discentes e docentes; e (ii) a conformação dos espaços de aprendizagem.

Com relação ao primeiro aspecto, é necessário alterar nossa expectativa do papel do aluno "de passivos receptores de conteúdos a contínuos indagadores sobre o que e por que aprender" (MASETTO, 2013, p.46). Sua atitude de protagonista o deve conduzir no desenvolvimento de diversas áreas:

> cognitiva, construir conhecimento interdisciplinar com pesquisa, aprender a buscar as informações e trabalhá-las em aula; (ii) socioemocionais, lidar com suas próprias emoções, bem como com as do outro; relacionar-se de forma empática e colaborativa, buscar autoconhecimento e evolução pessoal; (iii) de habilidades, integrar a teoria e a prática em situações profissionais, resolver casos reais e simulados, treinar habilidades específicas; (iv) de atitudes, discutir valores presentes em decisões profissionais, aprender a analisar as consequências destas para indivíduos, grupos e comunidade; aprender a ser profissional competente e cidadão (MASETTO, 2018, p. 151).

Já o professor deve assumir uma atitude de mediação pedagógica – facilitador, incentivador ou motivador da aprendizagem, garantindo a dinâmica desse processo.

Partindo dessa premissa, surge a oportunidade para a "construção de espaços de aprendizagem significativos, abertos, produtivos e gratificantes" (MASETTO, 2013, p. 41). Para a conformação desses espaços o que se propõe para aprender deve relacionar-se com o universo de conhecimentos, experiências e vivências do aluno, deve-se planejar objetivos claros, factíveis, selecionar temas relevantes, dinamizar e inovar metodologias para proporcionar um papel ativo aos estudantes nas situações de sala de aula.

> Quando os alunos percebem que as aulas lhes permitem estudar, discutir e encontrar pistas e/ou encaminhamentos para problemas e questões presentes na sua vida e na vida dos demais indivíduos que constituem seu grupo social; [...] esse espaço torna-se extremamente significativo" (MASETTO, 2018, p. 162).

De acordo com Moran (2018, p. 3), "a aprendizagem mais profunda requer espaços de prática frequente (aprender fazendo) e de ambientes ricos em oportunidades. Por isso, são importantes o estímulo multissensorial e a valorização dos conhecimentos prévios". Nessa lógica, Masetto (2013, p. 48) afirma que autores como Kolb (1984) e Rogers (2011) apontam que "a aprendizagem ocorre em ciclos que contemplam as seguintes ações: realizar uma atividade concreta que oferece subsídios para o aluno refletir sobre ela e procurar elementos teóricos para relacioná-la com a experiência vivida". A partir desse ponto, o aluno cria novas concepções sobre como realizar de modo diferente aquela atividade, procurando testar e aplicar a situações reais. Kolb (1984 apud MASETTO, 2013, p. 48) chama estes estágios de "sentir, observar, pensar e agir", e aponta que é um processo continuo de aprendizagem, e ainda ressalta que é necessário abranger os quatro estilos para promover a aprendizagem em uma classe diversificada.

Neste artigo, fundamentados no paradigma da aprendizagem, estabelecemos o apreender como meta de ensino da noção de escala aos alunos iniciantes do CAU-FAU-UFJF. Com base nos ciclos que compõe a aprendizagem, a prática didática é estruturada na realização de atividades concretas (estímulo multissensorial), que exploram métodos ativos no intuito de provocar e incentivar a proatividade e a autonomia dos alunos perante sua aprendizagem sobre o conceito de escala. Portanto, são propostas atividades que buscam ser significativas, ou seja, que possibilitam a percepção por parte dos alunos da aplicação prática dos conceitos teóricos.

3 Contextualizando a disciplina Estudo da Forma

A disciplina Estudo da Forma tem por objetivo geral possibilitar, aos alunos recém-ingressados no CAU-FAU-UFJF, o contato com o repertório propício para o desenvolvimento das competências relacionadas com a percepção espacial e com a manipulação formal em Arquitetura e Urbanismo.

É uma disciplina obrigatória do Ciclo de Fundamentação do CAU-FAU-UFJF, oferecida semestralmente, para os alunos do primeiro período, pelos professores do Departamento de Projeto, Representação e Tecnologia, vinculado à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

(DPRT-FAU) da UFJF. A disciplina é ministrada em encontros presenciais semanais de três horas/aula, com uma abordagem teórico-prática, no Laboratório de Representação Gráfica e Modelagem Manual. Destaca-se que, desde a sua criação, em 2011, essa disciplina vem sendo lecionada pelos autores deste artigo.

Concomitante à disciplina Estudo da Forma são cursadas outras disciplinas da área de Expressão e Representação Gráfica - Expressão Manual Artística I, Expressão Digital Artística I, Representação Manual Técnica I e Representação Digital Técnica I. Cada uma dessas disciplinas também possui dois ou três créditos e todas são lecionadas por professores arquitetos e urbanistas do DPRT-FAU.

A disciplina Estudo da Forma, atualmente, contempla as seguintes questões: (1) Introdução e fundamentos do estudo da forma; (2) Aplicações do estudo da forma ao estudo do espaço arquitetônico e urbanístico; (3) Estruturas espaciais como elementos construtivos; e (4) Apresentação e análise de projetos com auxílio de modelos tridimensionais. É justamente nesse contexto que são incorporados os conceitos de escala, proporção, tamanho e medida, os quais, ao lado de outros conteúdos, visam capacitar os alunos para a compreensão, concepção, e representação do espaço.

3.1 Projetando com cubos: da escala reduzida à escala natural

Embora a arquitetura contemporânea esteja repleta de exemplos de projetos cujas formas, derivadas do uso de programas computacionais cada vez mais sofisticados, rompem com a noção de planos paralelos e ortogonais entre si, o cubo, como volume básico ainda se mostra pertinente para a compreensão de conteúdos geométricos e espaciais elementares, por parte de alunos de início de curso.

Assim, verifica-se também que as malhas tridimensionais (e cúbicas) ainda permanecem como um paradigma para a composição formal em arquitetura. De acordo com Ching (2016), as malhas são mais frequentes em edificações que se valem do sistema estrutural composto por vigas e pilares e contemplam uma discussão referente à modulação. Portanto, a adoção de malhas cúbicas como temática no ensino da forma arquitetônica viabiliza uma discussão articulada entre os conceitos de escala, proporção, tamanho e medida.

Para que os alunos possam introjetar esses conceitos, fundamentados no paradigma da aprendizagem, tem-se como meta de ensino o apreender. Com base nos ciclos que compõe a aprendizagem, a sequência didática a ser apresentada, explora atividades concretas (estímulo multissensorial) com graus crescentes de complexidade e conteúdos complementares, culminando no projetar com cubos. A sequência didática, dividida em três aulas, nas quais são incorporados outros conteúdos transversais, para além do conteúdo específico de escala, proporção, tamanho e medida, explora métodos ativos no intuito de provocar e incentivar a proatividade e a autonomia dos alunos perante sua aprendizagem. Esta é uma atividade que, em geral, semestralmente, é realizada com turmas de 20 alunos.

Deve-se destacar que os objetivos das atividades se dividem em cognitivos, habilidades (saber-fazer) e socioemocionais, os quais também vão sendo ampliados e ganhando complexidade no avançar das mesmas. Assim, são enfatizados os seguintes objetivos: (i) **Cognitivo:**

Compreender os aportes conceituais da morfologia arquitetônica nas suas vertentes geométrica e compositiva; (ii) **De habilidades (saber-fazer):** Manipular, bi e tridimensionalmente, os elementos morfológicos da Arquitetura para a configuração da matéria e do espaço; Representar a forma arquitetônica por meio de modelos físicos manuais; Estimular o pensamento reflexivo, a capacidade investigativa, crítica, criativa, consciente e solucionadora de problemas físico-espaciais; Aprimorar a capacidade de trabalho individual. (iii) **Socioemocionais:** Lidar com suas próprias emoções a partir de trabalhos em grupo.

3.1.1 Momento 1 I Sentir: Projetando uma escultura a partir do agrupamento de cubos

A primeira atividade consiste em uma experiência concreta de produção de uma escultura, cujo módulo mínimo de composição é o cubo de 2cm de lado. Cada aluno, a partir de um conjunto de 20 cubos confeccionados artesanalmente com espuma floral, produz uma estrutura tridimensional. A união entre os blocos é realizada com palitos de dente e ao todo são geradas 20 esculturas.

Algumas regras são instituídas a fim de se alcançar os objetivos propostos com a atividade: (1) O agrupamento entre os cubos deve se dar face-a-face; (2) A escultura deve, obrigatoriamente, utilizar os 20 cubos; (3) A escultura deve explorar os temas da “porosidade” e “permeabilidade”.

Mediante as esculturas projetadas, noções teóricas a respeito da relação proporção e escala são abordadas. Os alunos são convidados a imaginar que cada bloco de 2cm de lado representa um cubo de 1m de lado e que a escultura que, por vezes, cabe na palma da mão, representa um monumento instalado em uma praça. Assim, os alunos são estimulados a estabelecer relações de escala, e aos poucos, assimilam que haviam realizado uma composição em escala 1:50, já que cada bloco utilizado representa um bloco 50 vezes maior (Figura 1).

Figura 1 - Modelo individual em cubos de esponja floral de dois centímetros de aresta, na escala 1:50.
Fonte: Acervo pessoal.

Como atividade extraclasse, com o objetivo de aprofundar a noção de escala e possibilitar uma compreensão prática/real do seu projeto os alunos devem fazer uma representação gráfica das suas microarquiteturas, contextualizando-as no espaço urbano. Cada aluno também deve planificar e montar um novo cubo, em papel cartaz, na escala 1:10. Este é explorado na próxima etapa da atividade, com o intuito de avançar na complexidade do tema e trabalhar em outra escala.

3.1.2 Momento 2 | Observar e pensar: Planificação e montagem do cubo em escala 1:10

Na segunda aula, todas as esculturas são levadas para uma mesa ao centro da sala de aula e cada aluno tem a oportunidade de apresentar a sua composição, bem como seus desenhos de contextualização. A seguir, dentre as esculturas elaboradas, a turma elege uma que será efetivamente construída, na terceira aula, em escala natural. A seleção da escultura se dá com base nos seguintes critérios: (1) Devem ser evitadas composições que possuam volumes em balanço; (2) Devem ser priorizadas composições que permitam a circulação de pessoas pelo seu interior; para tanto podem ser composições que se assemelhem a pórticos ou que possuam "portas" (aberturas).

Após a negociação entre os alunos, mediada pelo professor, e seleção da escultura que atenda aos critérios apresentados, a turma é agrupada para construir a maquete da microarquitetura com os cubos na escala 1:10 (Figura 2). Nessa etapa, podem ser realizadas algumas alterações, de tal forma a deixar o objeto arquitetônico mais permeável, ou para suprimir algum balanço que, por ventura, faça parte da composição. Nesta atividade, o foco é o trabalho coletivo, o desenvolvimento socioemocional, o desenvolvimento das relações colaborativas, empáticas, mediadoras, de solução de conflitos e de discussão de pontos de vista.

Como atividade extraclasse, é solicitado que cada aluno construa um cubo de 1m de lado, em escala natural. O material utilizado é o isopor, devido ao seu baixo peso próprio, facilidade de junção das placas (colagem) e baixo custo. Por vezes, os alunos utilizam o saguão onde será implantada a microarquitetura como espaço de produção dos cubos ou o próprio laboratório durante o período de monitoria (Figura 2).

Figura 2 - Montagem dos cubos de isopor na escala 1:1.
Fonte: Acervo pessoal.

3.1.3 Momento 3 | Agir: Construção em escala natural

Na terceira aula, a microarquitetura, em escala 1:1, é montada. Trata-se de uma experimentação ativa, em que os conhecimentos adquiridos são testados. Utiliza-se o saguão do principal edifício (galpão) da FAU para sua implantação. O motivo pelo qual se escolhe esse espaço é que o saguão possui um uso intenso, portanto, os alunos mesmo levando em consideração que se trata de um espaço amplo, devem se preocupar com as questões dos fluxos.

Nessa aula são abordadas as questões de locação de uma obra, da marcação da projeção superior no chão - com o desafio da correta manutenção dos ângulos retos e das medidas projetadas. Para muitos alunos, essa é considerada a primeira obra projetada e construída, a qual demanda um grande esforço de trabalho em equipe. Inicialmente, para locação da microarquitetura, é marcada, no chão, com fita crepe, a projeção superior do objeto arquitetônico. A partir da marcação, a estrutura é erguida (Figura 3).

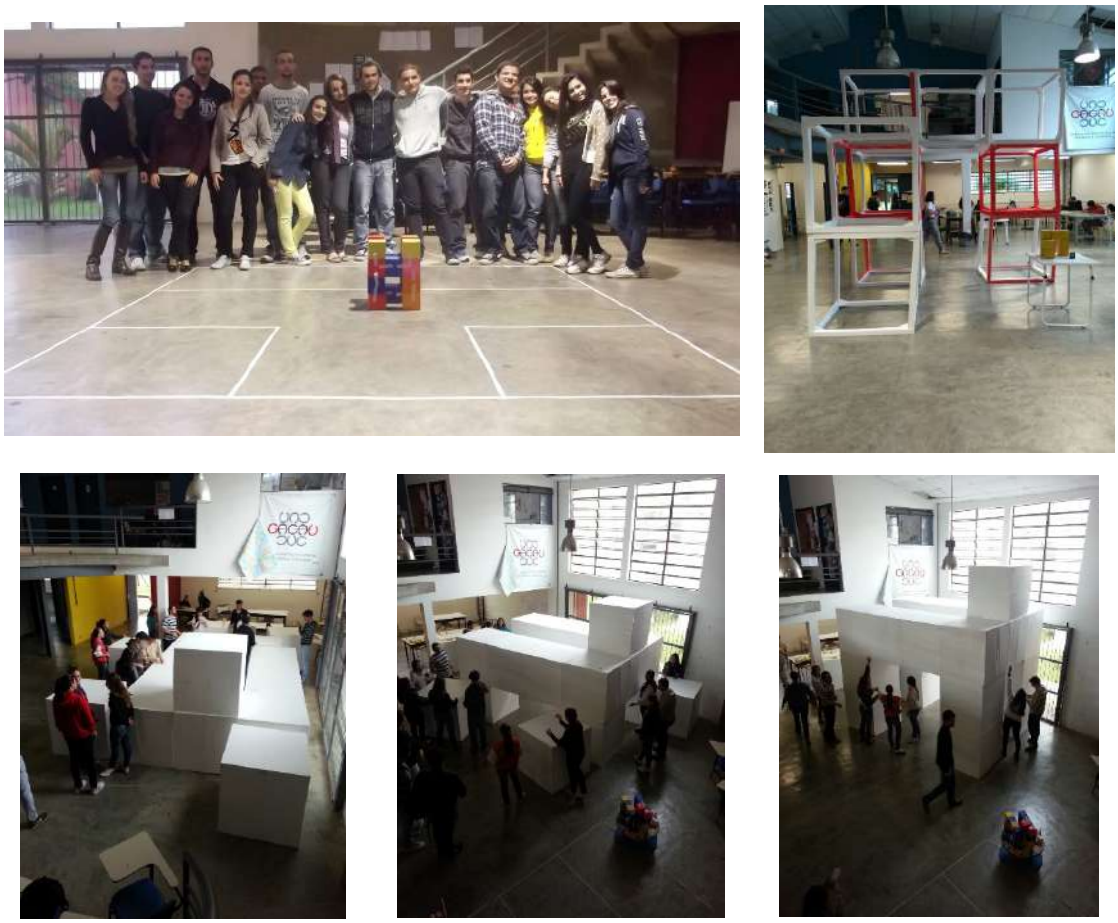


Figura 3 - Montagem do objeto arquitetônico no interior do Galpão da FAU-UFJF.
Fonte: Acervo pessoal.

3.2 Discussão sobre os resultados alcançados

É interessante notar como, durante a sequência didática, os alunos mostram-se envolvidos com todo o processo, assumindo o compromisso de uma construção coletiva do conhecimento, tal como preconizado pelo paradigma da aprendizagem.

A primeira aula concentra-se no processo criativo e compositivo. Trata-se de uma composição volumétrica, a qual é gerada a partir da manipulação de cubos. Os alunos compreendem a diversidade de soluções que podem ser encontradas para um problema. É interessante perceber como os alunos ficam surpresos que, mesmo partindo de um mesmo módulo mínimo (um cubo de 2cm de lado), submetidos às regras compositivas restritivas, cada um propõe uma composição individualizada.

Como se vê, nessa primeira aula, tanto em sala de aula quanto nas atividades extraclasse, para além das questões de projeto, criatividade e composição, são estimuladas atividade-

des manuais, dentre as quais destacam-se: corte, vincagem, dobradura e colagem. Embora o mote principal seja a introdução à temática da escala, o exercício também explora as questões relativas à planificação e ao desenho artístico (conteúdos abordados paralelamente em outras disciplinas da área de Expressão e Representação Gráfica).

Na segunda aula, os alunos são estimulados a se manifestarem publicamente, defendendo seus argumentos, os quais, demandam uma reflexão prévia sobre seus atos criativos e compositivos. Por outro lado, também são convocados a criticar (construtivamente) o projeto dos demais, uma vez, que, durante a aula, toda a turma elege uma proposta a ser construída em escala natural.

Nessa segunda aula, os temas de tamanho, medida, escala e proporção são aprofundados, inclusive com uma breve explanação (aula expositiva) sobre o conteúdo. Os alunos são levados a perceber que, geralmente, para uma pessoa (levando-se em consideração o percentil médio de um homem brasileiro) passar por debaixo de um obstáculo há a necessidade de um vão de, aproximadamente, 2m de altura. Também, verifica-se que a largura de 1m é suficiente para o trânsito de uma pessoa ao longo de um corredor. Essas relações são exploradas com medições levadas a cabo na sala de aula e se justificam para que os alunos levem em consideração as passagens por entre a escultura, agora convertida em microarquitetura.

A terceira aula é dedicada à construção do objeto arquitetônica na escala 1:1. Portanto, os alunos passam pela experiência do processo construtivo, influenciado por leis físicas/construtivas/estruturais, que, nesse caso, são basicamente conformadas pelo peso próprio do material. Como a construção se executa num espaço fechado e coberto, não há atuação significativa de forças externas ao próprio sistema.

Os alunos são levados a perceber que, em um metro quadrado, de forma pouco confortável, cabem quatro pessoas em pé. Também experimentam entrar dentro de um cubo e percebem que em $1m^3$ cabe, geralmente, uma pessoa agachada. Nota-se que essas relações do espaço com o corpo humano são fundamentais para o projeto arquitetônico e para a representação gráfica do espaço.

Cabe destacar que, ao longo dos semestres, já foram construídos cubos com as faces fechadas e cubos somente com as arestas. O desafio é eleger um material barato, leve e que não necessite de mão-de-obra especializada. No entanto, deve-se esforçar para buscar outros materiais haja vista a questão da sustentabilidade.

4 Considerações finais

Como se buscou destacar neste artigo, na contemporaneidade, os desafios encontrados pelos professores são diários, sobretudo para que os processos de ensino e aprendizagem se deem em ambientes prazerosos, significativos, abertos, produtivos e gratificantes. Nesse sentido, a busca por sequências didáticas inovadoras deve ser a tônica da atividade docente, sobretudo no ensino superior, o qual para além das habilidades cognitivas e do saber-fazer, devem ser formados profissionais com habilidades e competências socioemocionais, comprometidos com a sua profissão e com a sociedade.

Nesse sentido, visando a uma abordagem que supere o paradigma do foco no aprender para alcançar o apreender, apresentamos uma sequência de três aulas, nas quais são pro-

postas atividades vinculadas com a construção dos conhecimentos sobre escala e outros conceitos correlatos, dentro de uma perspectiva que valoriza os seguintes estágios de ação: sentir, observar, pensar e agir.

Ao final, pode-se considerar que, com a sequência didática proposta e apresentada neste texto, os objetivos preestabelecidos têm sido alcançados. É nesse sentido que se espera que o presente artigo possa contribuir para uma discussão não somente sobre o ensino da escala no âmbito da representação gráfica e do projeto de arquitetura e urbanismo, mas sirva de inspiração para a construção de atividades que incorporem, em sua metodologia, as questões teóricas trazidas à baila.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos alunos da disciplina Estudo da Forma, bem como aos monitores, pela dedicação e empenho na realização de suas atividades.

Referências

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Passate (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville, SC: Editora Univille, 2015.

BEHAR, P. A. O planeta dos nativos digitais. **Carta Fundamental, a Revista do Professor**, São Paulo, p. 22 - 23, 01 maio 2009.

CHING, F. D. K. **Arquitetura, forma, espaço e ordem**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2016.

MASETTO, Marcos T. **O professor iniciante no ensino superior:** aprender, atuar e inovar. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.

MASETTO, Marcos T. **Trilhas abertas na universidade:** inovação curricular, práticas pedagógicas e formação de professores. São Paulo: Summus, 2018.

MORAN, José Manuel; MASSETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida (Orgs.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.

SANTAELLA, Lucia. A aprendizagem ubíqua na educação aberta. **Tempos e espaços na educação**. v. 7, n. 14, set. / dez. 2014, p. 15 – 22.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

UMA PROPOSTA INTERDISICPLINAR DE ENSINO DE PERSPECTIVA

MARQUES, Janaína Carneiro[1],

Resumo

A pesquisa apresenta uma proposta para o Ensino do Desenho Técnico, mediada pela História da Arquitetura e a Matemática. Objetiva investigar como o estudo dessas relações pode contribuir na elaboração de uma proposta de ensino interdisciplinar, atrativa e contextualizada, que se aproxime da realidade do estudante e venha somar-se às didáticas já existentes. Valoriza o Desenho manual, mas busca a inserção de tecnologia nas aulas por meio da Computação Gráfica, pelo desenvolvimento de maquetes eletrônicas, a fim de ilustrar os conceitos referentes ao conteúdo perspectiva. O locus desse trabalho é o Instituto Federal do Espírito Santo e os atores envolvidos são alunos do curso técnico em Eletrotécnica, os quais foram convidados a formar um grupo de pesquisa, no intuito de construir, de forma colaborativa, uma proposta de Ensino do Desenho Técnico. Conclui que a intervenção contribuiu com a proposta interdisciplinar para o ensino de Desenho Técnico e colaborou também com o aumento do conhecimento técnico relacionado aos conteúdos mediados, ampliando a formação profissional do estudante de forma contextualizada.

Palavras-chave: Desenho Técnico, Arquitetura, Matemática.

Abstract

The research presents a proposal for the teaching of Technical Drawing, mediated by the History of Architecture and Mathematics. It aims to investigate how the study of these relationships can contribute of an interdisciplinary, attractive and contextualized teaching proposal, which approaches the student's reality and adds to the existing didactics. Values the manual design, but seeks the inclusion of technology in the classroom through Computer Graphics, the development of electronic models to illustrate the concepts related to content perspective. The locus of this work is the Federal Institute of the Espírito Santo and the actors involved are students of the technical course in Electrotechnics, which were invited to form a research group in order to build collaboratively a proposal for teaching of Technical Drawing. It concludes that the intervention contributed with the interdisciplinary proposal for the teaching of Technical Drawing and also collaborated with the increase of technical knowledge related to mediated content, expanding the student's professional formation in a contextualized way.

Keywords: Technical Drawing, Architecture, Mathematics.

[1] Instituto Federal do Espírito Santo, jmarques@ifes.edu.br

1 Introdução

Neste artigo intentamos apresentar pesquisa de mestrado desenvolvida no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Ifes (Brasil). Essa instituição conta com 22 campi no Estado do Espírito Santo e está presente em todos os estados brasileiros, em 644 campi. Foi inaugurada em 1909, possuindo tradição consolidada na formação profissional. A pesquisa consiste em uma proposta interdisciplinar para o ensino do Desenho Técnico, relacionando-o com a Computação Gráfica, com a História da Arquitetura e com a Matemática, em uma tentativa de torná-lo mais atrativo e contextualizado.

Tal abordagem interdisciplinar busca resgatar historicamente os conteúdos a serem ensinados, para que o estudante não apreenda somente as técnicas de forma fragmentada, mas também estude o contexto no qual determinada técnica surgiu, com qual finalidade, o que representou, qual importância tem na atualidade e quais suas relações com a realidade do educando. Frigotto (2008) enfatiza a necessidade do trabalho interdisciplinar na produção do conhecimento, nos processos educativos e de ensino, visto que, quando isolamos um conteúdo do seu contexto original, prejudicamos a formação do pensamento crítico do estudante e, como consequência, o modo de pensar fragmentário produz conhecimentos que, ao serem transformados em ação, podem gerar problemas graves como o desconhecimento da realidade.

Ao relacionar diferentes áreas do conhecimento utilizamos a Computação Gráfica, por meio de maquetes eletrônicas e animações, como ferramenta que aproxima o Desenho Técnico Instrumental à realidade do estudante, devido ao interesse e familiaridade que os discentes apresentam com a tecnologia.

Destarte, planejamos algumas ações como a formação de um grupo de pesquisa com estudantes do curso técnico em Eletrotécnica do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Vitória, atores da pesquisa, a fim de estudar o conteúdo perspectiva associando-o à História da Arquitetura e à Matemática, valorizando o desenho manual e utilizando como recursos educativos as Artes Visuais e a computação gráfica.

Debatemos e avaliamos as experiências vivenciadas no grupo de pesquisa a fim de propor colaborativamente novas formas de ensino do Desenho Técnico que possam somar-se às práticas existentes. Posteriormente, desenvolvemos recursos educativos para o ensino do Desenho Técnico, por meio da computação gráfica, com a colaboração dos atores pesquisadores. Então divulgamos o material elaborado (artigos, maquetes, animações, relato das oficinas), por meio de um site, para ilustrar os conceitos de Desenho Técnico relacionados aos conteúdos escolhidos, a fim de que os estudantes possam rever o material sempre que necessitarem e para compartilhar os resultados desse trabalho com outros professores.

De modo a apresentar tal pesquisa, esse trabalho será dividido nas seguintes seções: breve histórico sobre a Perspectiva; o desenvolvimento da pesquisa e, ao final, os resultados da experiência, enunciando as conclusões.

2 Perspectiva: Breve Histórico

A perspectiva foi desenvolvida na Renascença. Essa descoberta representou um divisor de águas no que diz respeito à representação gráfica. Naquele momento estabelecia-se uma nova forma de pensar o espaço, uma forma mensurável, que seguia normas matemáticas. Essa nova

técnica foi e é amplamente utilizada não só na Arquitetura e Engenharias, como também nas Artes Plásticas (pintura, escultura, cenografia, etc). Borda (2001) destaca a sua importância: "A perspectiva foi considerada como o primeiro método projetivo sistematizado e por isso uma primeira linguagem técnica da Arquitetura" (BORDA, 2001 citado por PANISSON, 2007, p.63)

Heydenreich (1998) afirma que Brunelleschi, homem de formação multidisciplinar (ourives, com formação matemática e mecânica), criou uma maneira própria de compatibilizar o conhecimento teórico e científico, com estudos práticos e desenvolveu sua notável criatividade como arquiteto na Renascença. Ele foi o inventor da ciência da construção em perspectiva. Esse fato, além de representar um novo sentido de proporções e harmonias arquitetônicas, possibilitou novas formas estruturais e técnicas de construção.

Fillipo Brunelleschi nasceu em Florença, em 1377. Desde muito jovem apresentava uma grande capacidade inventiva e de representação. Trabalhou em diversos campos, desde confecção de relógios e pedras preciosas até esculturas, o que lhe proporcionou o contato com diferentes tipos de materiais e técnicas, ampliando seus conhecimentos em torno da escala humana, da representação expressiva, do comportamento de diversos materiais, o que contribuiu para sua formação e posteriormente, sua atuação de destaque como arquiteto e construtor no cenário do Renascimento Italiano (MIGUEL, 2003).

Brunelleschi projetou e comandou a execução da cúpula da catedral de Santa Maria del Fiore, uma obra de grande complexidade para a época. Segundo Miguel (2003), em um primeiro momento, ao ser consultado sobre o assunto, o arquiteto aconselhou que convidassem os melhores artesãos para uma reunião a fim de discutirem a melhor solução. Diante das propostas que não atendiam os objetivos, Brunelleschi apresentou a sua: a construção de uma dupla cúpula, que absorveria as próprias tensões. Fez o planejamento da execução prevendo uma grua para o transporte de materiais, um andaime projetado por ele assim como máquinas, dispensando o uso do cimbre[2]. O fato lhe tornou famoso e ele passou a ser visto como um grande construtor com importantes qualidades técnicas. Panisson (2007) analisa suas contribuições:

> Brunelleschi foi o arquiteto precursor na associação da Arquitetura com a ordem visual. A cúpula da Catedral de Florença (Santa Maria del Fiore) representa a construção de um signo forte na história. Resultado da sua invenção da perspectiva, que envolveu o espaço com a concepção matemática. Inaugura-se com Brunelleschi a concepção matemática do espaço que envolve o olhar moderno (PANISSON, 2007, p. 65).

Uma primeira definição de perspectiva feita por Brunelleschi foi a seguinte: "A perspectiva consiste em dar com exatidão e racionalidade a diminuição e o aumento das coisas, que resulta para o olho humano o afastamento ou a proximidade das casas, montanhas, paisagens de todas as espécies" (MIGUEL, 2003, p.3). Segundo Argan (2013) perspectiva é uma palavra de origem latina e significa 'ver através de". Heydenreich (1998) descreve a descoberta de Brunelleschi:

[2] Cimbre: Armação de madeira que serve de molde e suporte aos arcos e abóbadas e são retirados após o término da obra (MIGUEL, 2003).

> Inventou um método de construção geométrica pelo qual é possível produzir uma minuciosa representação de um sistema de objetos tal como o olho humano o percebe, e determinar as relações proporcionais dos objetos individuais percebidos por meio das leis matemáticas que estão contidas nessa perspectiva (HEYDENREICH, 1998, p. 14).

Uma das características que faz da perspectiva uma técnica diferenciada é que ela proporciona a possibilidade de representar um objeto que possui três dimensões (largura, altura e profundidade) em uma superfície de duas dimensões (largura e altura. Sobre o assunto Miguel (2003) discorre:

> A perspectiva, utilizando meios matemáticos, tornou possível a representação de um espaço tridimensional a partir de uma superfície plana. A nova técnica de representação, conhecida como perspectiva artificialis, de rigorosa exatidão matemática apresenta um método novo de concepção do espaço, de um espaço equivalente em todas as partes, homogêneo e constante. A perspectiva artificialis pressupõe um mecanismo da visão com um ponto único e imóvel, colocando um plano de abstração em respeito às condições naturais da visão, pois pressupõe uma visão mono-ocular e imóvel, ignorando a curvatura do campo visual, conhecida desde a antiguidade. A perspectiva linear constitui uma criação mental e abstrata, um modo de ver e de constituir o espaço (MIGUEL, 2003, p. 3).

A perspectiva linear possui várias outras denominações: exata, artificialis, e mais recentemente cônica. De acordo com Ching (2011), a perspectiva cônica é uma técnica de representação de volumes e relações espaciais tridimensionais em uma superfície bidimensional por intermédio de linhas que convergem de acordo com que recuam na profundidade do desenho. Possuem a propriedade de oferecer visões sensoriais da realidade óptica e se aproximam da forma que o observador visualiza objetos e espaço.

Brunelleschi demonstrou seu método de perspectiva utilizando uma tabuleta quadrada de meio braccio[3] (braço), na qual fez a pintura em perspectiva do Batistério de San Giovanni. Posicionou-se na porta da catedral de Florença, perfurou a tabuleta e então a virou, de forma que posicionasse o olho do lado contrário à pintura. Com a outra mão segurou um espelho e o posicionou entre a tabuleta e o Batistério. Quando observava o espelho, via o desenho se encaixando na paisagem, as linhas da perspectiva coincidiam com as linhas da obra arquitetônica.

Apesar da grande importância desse método de perspectiva criado por Brunelleschi, ele apenas se aproxima da forma como o olho humano vê, visto que, em seus estudos, o arquiteto considerou que o observador teria uma visão monocular, o que pressupõe que veja com um único olho e a partir de uma posição fixa. No entanto, a visão humana é biocular e mesmo quando a cabeça se encontra fixa, os dois olhos podem movimentar-se observando seu entorno (Ching, 2011).

De acordo com Katinsky (2001) a perspectiva exata foi descrita pela primeira vez pelo arquiteto e erudito Leon Batista Alberti. Alberti nasceu em Gênova, em 1404. Pertencia a uma família abastada, recebeu excelente formação. Graduou-se em Direito Canônico, porém atuava em várias áreas como Filosofia, Arte, Arquitetura, Matemática. Tinha grande

[3] Braccio: unidade utilizada como referência no Renascimento, mede 58 cm.

interesse pela matemática, e defendia a racionalidade: “Facere quidem aliquid certa cum ratione artist est” (Arte é qualquer coisa a partir da razão) (PACHECO, 2004).

Assim como Brunelleschi, Donatello, Giotto e Masaccio, Alberti fez parte de um movimento do Renascimento Italiano denominado “O Quatrocentos”. Sua participação foi importante, pois sempre se preocupava em teorizar a prática, buscar explicações científicas e racionais para os métodos. Dessa forma, escreveu três tratados: o “De Pictura” (1436), direcionado a pintores, no qual descreve a perspectiva exata desenvolvida por Brunelleschi e acrescenta nova técnica que ficou conhecida como costruzione legittima, baseada no pavimento quadriculado em perspectiva; o “De Re Aedificatoria” (1452), tratado de Arquitetura baseado nos princípios vitruvianos da Antiguidade e um tratado sobre esculturas (1464) (HEYDENREICH,1998). “Alberti elaborou teorias importantes sobre essas artes que, combinando princípios estéticos com regras práticas, forneceram à criação artística uma doutrina” (HEYDENREICH,1998, p.34). Logo, deixou registrado o legado dos arquitetos, pintores e escultores renascentistas.

Ao analisar a importância da perspectiva criada no Renascimento na concepção de projeto de Arquitetura, Argan (2013) afirma que a perspectiva já não é considerada a lei de sensação ótica, mas a lei construtiva do próprio espaço. Essa técnica passou a ser utilizada nos estudos de proporções, de relação entre as partes e o todo, se tornou ferramenta fundamental na concepção arquitetônica.

A grande contribuição dos renascentistas foi que, mais que um método de representação, a perspectiva se configura em método de criação do arquiteto, utilizado desde os primeiros croquis até o projeto executivo. Desde que foi criada surgiram várias e o profissional pode utilizar a que melhor lhe atende, ele escolhe de acordo com o que deseja destacar. (ALBERNAZ, 1998).

3 Desenvolvimento da pesquisa

O encontro sobre perspectiva teve duração de seis horas e foi divido em duas partes. A perspectiva é um método de representação gráfica criado no Renascimento e influenciou várias áreas como a Arquitetura, a Pintura, a Escultura, etc. Desde então transformou o modo de projetar do arquiteto, a arte dos pintores e escultores, assim como possibilitou a criação de novas técnicas de construção, porque facilitou a comunicação e o entendimento entre profissionais de várias especialidades.

Ao longo do tempo o termo Perspectiva disseminou-se e ultrapassou os limites da Arquitetura e da Arte. Sendo assim, na primeira dinâmica o desafio foi estimular a reflexão sobre as abordagens interdisciplinares na interpretação do tema. Neste projeto exploramos novas formas de abordar o conceito de perspectiva, buscando uma interdisciplinaridade entre a Arquitetura, a Matemática, a Arte e a História.

Optamos por introduzir o tema perspectiva por meio da música “Ponto de Vista”, de autoria de Edu Kriegger e João Cavalcanti. O ponto de vista é um dos conceitos básicos da técnica da perspectiva. O objetivo era que os participantes identificassem o significado da palavra perspectiva através da música, assim como percebessem que um termo criado tecnicamente influenciou a linguagem e se tornou uma expressão.

> Ponto de Vista
> Do ponto de vista da Terra quem gira é o sol
> Do ponto de vista da mãe todo filho é bonito

Do ponto de vista do ponto o círculo é infinito
Do ponto de vista do cego sirene é farol
Do ponto de vista do mar quem balança é a praia
Do ponto de vista da vida um dia é pouco
Guardado no bolso do louco
Há sempre um pedaço de Deus
Respeite meus pontos de vista
Que eu respeito os teus
Às vezes o ponto de vista tem certa miopia,
Pois enxerga diferente do que a gente gostaria
Não é preciso por lente nem óculos de grau
Tampouco que exista somente
Um ponto de vista igual
O jeito é manter o respeito e ponto final
(KRIEGER, Edu; CAVALCANTI, João. Interpretação: Casuarina)

Após a apresentação do vídeo do Grupo Casuarina interpretando a música Ponto de vista, abrimos o debate em torno do tema perspectiva e, a fim de identificar o que os estudantes já sabiam, lançamos algumas questões: Qual a mensagem que essa música vem trazer? O que tem a ver a escolha dessa música com o tema perspectiva? Já ouviram a expressão "Depende do ponto de vista"? O que ela significa? Como surgiu? Já ouviram a expressão "Na perspectiva de fulano de tal"?

Nesse momento, ocorreu uma mediação a fim de explicar, no contexto da perspectiva, o que é ponto de vista. Para isso foi utilizado o exemplo concreto de uma cesta que estava disponível na sala: Ao colocarmos essa cesta em determinada posição: eu verei de uma forma, e cada um de vocês verá de formas distintas porque estão em posições diferentes. Caso decidíssemos desenhar a cesta, como ficariam os desenhos? Resposta dos alunos: "Diferentes".

O momento foi propício a uma nova mediação: Na perspectiva, o resultado do desenho vai depender da posição do observador (que são vocês), da posição do objeto, etc. Trazendo para a vida, o ponto de vista de cada um depende de muitas coisas: da criação, do contexto no qual estamos inseridos:

Após a primeira parte, na problematização os participantes foram convidados a buscar o conceito de perspectiva por meio de textos que apresentavam sua definição e história. Em um varal foram penduradas imagens que remetiam ao texto: fotos de obras arquitetônicas, de pinturas, esculturas, etc. Imagens: Catedral de Florença, Panteon, Coliseu, Pinturas de Escher, Vila Rotonda, Tempieto, Vila Savoye, Croquis de Niemeyer, etc (figura 1).

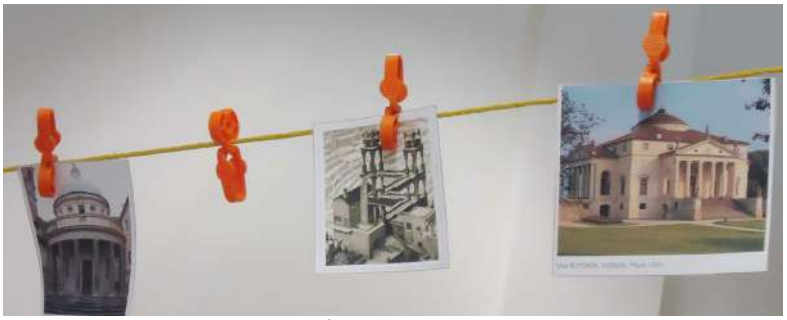


Figura 1: Varal de imagens.
Fonte: Registro feito pela autora.

Após a discussão em grupo, ocorreu a apresentação dos trabalhos. Os participantes mostraram como foi sintetizada a relação do texto com as imagens. Enfatizaram uma das

características do desenho em perspectiva, como foi visto em Montenegro (2010), o fato de que a medida que se afasta do observador, os objetos parecem diminuir. Tomaram como exemplo a Vila Rotonda, obra do Renascimento, do arquiteto Andrea Palladio, observaram que elementos que se repetiam na edificação e tinham as mesmas dimensões, pareciam diminuir de tamanho à medida que se distanciava do nosso ponto de vista.

A fim de ilustrar e complementar as informações observadas no texto e nas imagens da dinâmica descrita, escolhemos uma animação criada pelo canal National Geographic, que retrata como Bruneleschi, inventor da técnica de perspectiva, projetou e executou o domu da Catedral de Florença, grande realização para sua época.

Dando continuidade às atividades trabalhamos os conceitos envolvidos no conteúdo perspectiva. Apresentamos os princípios básicos da técnica, como o ponto de vista, ponto de fuga, linha do horizonte, posição do objeto, perspectiva com um e dois pontos de fuga conforme Montenegro (2010).

Baseados no debate construído e na técnica da perspectiva estudada, cada participante recebeu papel e lápis para desenho a fim de praticar os conceitos estudados. Para incentivar a formação da visão espacial, utilizamos como recurso o desenho de observação à mão livre. Iniciamos o desenho de perspectiva com um objeto simples, uma caixa.

Em seguida iniciamos outra prática de desenho de observação, cujo objeto era uma maquete cerâmica de uma casa (figura 2). A atividade em sequência foi o desenho da perspectiva da Vila Savoye, do arquiteto Le Corbusier. Foi feita uma breve apresentação sobre o arquiteto e sua obra e, em seguida, os participantes desenharam a perspectiva da edificação a partir da foto (figura 3).

Figura 2: participantes desenhando a maquete cerâmica localizada na mesa central.
Fonte: Registro feito pela autora.

Figura 3: participantes desenhando a perspectiva da Vila Savoye a partir da foto.
Fonte: Registro feito pela autora.

Durante as três práticas foi possível observar a evolução tanto do traço, como da visão espacial dos participantes. Na perspectiva da caixa, os estudantes apresentaram mais dificuldades, visto que ainda estavam se familiarizando com a técnica e seus elementos. Apesar da Vila Savoye ser a proposta mais complexa, eles tiveram mais facilidade do que nas demais práticas. Acreditamos que utilizar como ponto de partida um objeto mais simples e seguir para um intermediário e posteriormente um mais complexo contribuiu com a evolução de cada um, para o domínio da técnica da perspectiva e o desenvolvimento da visão espacial. Outro fator importante é o incentivo por parte do professor. No início, muitos apresentaram insegurança, pensamento de que não seriam capazes de executar a tarefa. No entanto, enfatizei que no começo era assim, que os desenhos não precisavam ficar perfeitos, que ali era lugar de aprender e se precisasse recomeçar poderíamos usar borracha, utilizar outra folha, etc. Percebi que isso mudou a atitude dos estudantes, que enfrentaram suas inseguranças e encararam os desafios. O resultado foi surpreendente. A seguir apresentaremos o resultado de um dos participantes, a fim de analisarmos a dinâmica.

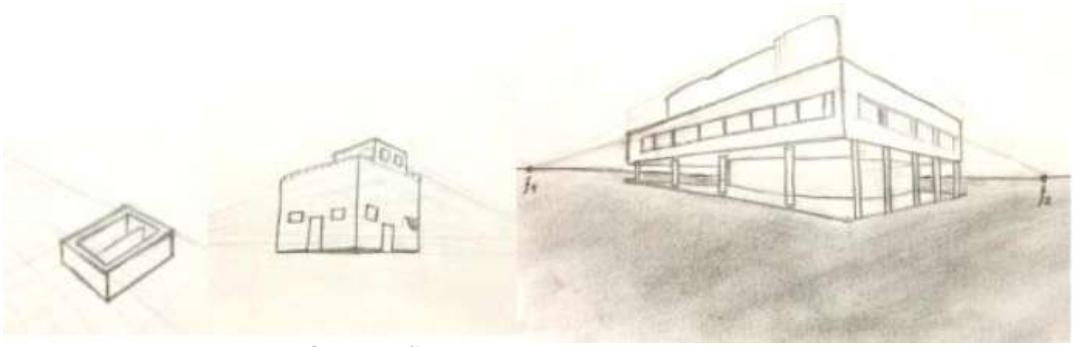


Figura 4: Evolução dos desenhos de um dos estudantes.
Fonte: Registro feito pela autora.

Na segunda fase dessa dinâmica (desenho da maquete), percebi nos desenhos dos participantes, que algumas linhas não estavam indo em direção aos pontos de fuga. Houve então uma mediação. Com o projetor ligado e mostrando a imagem da Vila Savoye, esclareci que faríamos a perspectiva com dois pontos de fuga (devido à posição da edificação na foto), que a linha do horizonte se localizaria aproximadamente no meio da altura da edificação e perguntei: Onde estão os pontos de fuga? Para onde as linhas da casa estão convergindo? Eles perceberam a localização destes e iniciaram os desenhos. Acreditamos que essa intervenção também contribuiu para uma melhor percepção da perspectiva e para a evolução apresentada nessa etapa da dinâmica.

No ofício de arquiteto e de profissões que utilizam a expressão gráfica como linguagem, a grande base de expressão é o desenho manual, no entanto, a utilização do computador e a evolução da computação gráfica ampliaram as possibilidades de representação. Sobre essa nova dinâmica Montenegro (2005) expõe seu ponto de vista:

> "Ainda que os admiráveis recursos computacionais abreviem a representação e a modelagem virtual de figuras, permanece privativa da mente humana a criação de projetos, consequentemente, o usuário do computador continuará a ser solicitado a compreender como algumas coisas funcionam e a tomar decisões. Especialmente nos casos em que nem todos os dados ou variáveis estão disponíveis ou existam e, no entanto, uma decisão deverá ser tomada" (Montenegro, 2005, p. 7).

Para Veloso (2010), o conhecimento e a técnica agregados aos softwares, não deve substituir a busca do profissional por esse conhecimento e técnica. Portanto, a utilização da computação gráfica pode ser uma ferramenta que potencializa ou prejudica o ensino do Desenho Técnico e do projeto, vai depender da forma como será mediada pelo professor, visto que cada programa oferece seus recursos e limitações. Logo, se não houver um trabalho inicial, por meio do desenho manual, que desenvolva no estudante a percepção espacial, a criatividade, a imaginação e a capacidade crítica para tomada de decisões, ao utilizar a computação gráfica, o aluno será refém dos limites dos softwares.

Nesse sentido, a pesquisa que ora apresentamos buscou valorizar o desenho manual de perspectivas e utilizou a computação gráfica, como ferramenta para a elaboração de maquetes eletrônicas que visaram ampliar a compreensão do conteúdo elencado.

Sendo assim, a atividade seguinte consistiu-se em um minicurso do software de modelagem em três dimensões “sketchup”, que possibilita também a produção de animações. A proposta era elaborar a maquete eletrônica da Vila Savoye e, a partir desta, animações que auxiliassem a compreensão do conceito de perspectiva. Essa obra foi escolhida como objeto de estudo porque já tinha sido trabalhada nas oficinas de perspectiva, nas quais os estudantes executaram desenhos manuais (croquis) e tiveram a oportunidade de conhecer melhor a edificação e sua história. Continuar trabalhando com a Vila Savoye foi uma forma de fazermos uma ligação entre as etapas e facilitarmos a execução das maquetes e animações, visto que os estudantes já a conheciam.

4 Conclusão

Nas avaliações qualitativas realizadas pelos estudantes houve uma valorização da teoria, da história da descoberta das técnicas. Demonstraram satisfação em conhecer os conceitos científicos que envolveram o tema perspectiva. Ocorreu a valorização da História da Arquitetura como elemento mediador do conhecimento técnico, a junção da história com a aprendizagem técnica, um dos nossos objetivos. A percepção foi que os participantes tiveram seu interesse aguçado, desejaram aprender mais técnicas, exercitar o desenho de observação e, consequentemente, desenvolver ainda mais a visão espacial e o traço ao desenhar.

Assim, abordamos uma das principais formas de representação e criação em Arquitetura, Engenharias e cursos técnicos afins, a perspectiva. Focamos principalmente no desenvolvimento da visão espacial, incentivando os estudantes por meio da história da descoberta da perspectiva e do desenvolvimento da técnica, realizadas por Brunelleschi e Alberti. Trabalhamos os conceitos de ponto de vista, ponto de fuga, linha do horizonte. Para estimular o desenvolvimento da percepção espacial, utilizamos o desenho de observação de objetos, de maquete física e a partir da fotografia. Optamos pelo exercício de perspectiva com dois pontos de fuga, partindo de um objeto simples (caixa), passando por um intermediário (maquete cerâmica) até chegarmos à perspectiva mais complexa, da Vila Savoye, do Le Corbusier. Posteriormente desenvolvemos a perspectiva dessa obra com o auxílio do computador, ampliando a aprendizagem.

Nas avaliações da oficina perspectiva os estudantes descreveram a oportunidade que tiveram de perceber o tema em várias dimensões, por meio da música que proporcionou um

debate sobre pontos de vista, através do desenho de observação que os levou a entender que o desenho da perspectiva de um objeto varia de acordo com a posição do ponto de vista (olho do observador), visto que, na dinâmica, foram posicionados em "u" em torno do objeto, então os resultados dos desenhos dos participantes foram diferentes.

Alguns alunos relataram que tiveram dificuldades em executar desenhos com as linhas convergindo para os pontos de fuga, mas com a prática de vários exercícios conseguiram superar essas dificuldades. Valorizaram o desenvolvimento da visão espacial e a destreza que adquiriram no traço com o exercício de croquis, assim como acharam importante a abordagem da história da descoberta da técnica de perspectiva e a inserção da História da Arquitetura nas práticas. Sugeriram a exploração do traço à mão livre e a utilização de obras de arte para a identificação do método de perspectiva empregado.

Após a elaboração dos recursos educativos, a intenção foi divulgá-los por meio de um site, para ilustrar os conceitos de Desenho Técnico relacionados aos conteúdos escolhidos, a fim de que os estudantes possam rever o material sempre que necessitarem e para compartilhar os resultados desse trabalho com outros professores. Nessa fase cada participante elaborou uma parte do site disponível no endereço www.pesquisadesenhotecnicoifes.webnode.com.

Assim alcançamos todos os objetivos que havíamos traçado e acreditamos que a pesquisa tenha contribuído com a construção de uma proposta de Ensino do Desenho Técnico mais atrativa e emancipadora, que somando-se às técnicas instrumentais já utilizadas, colaborará com o aumento do conhecimento técnico, ampliando a formação profissional e humana dos estudantes. Dessa forma, consideramos que as atividades apresentadas contribuíram com a transformação da prática social dos alunos participantes e da professora, tendo em vista que passamos a ver o Ensino do Desenho Técnico de outra maneira, agora percebendo-o em múltiplas dimensões.

Referências

ALBERNAZ, Maria Paula; LIMA, Cecilia Modesto. **Dicionário ilustrado de arquitetura. Verbetes de j a z**. vol 2. São Paulo: Proeditores, 1998.

ALBERTI, L.A. **Da pintura.** Campinas: Unicamp.livro1, 1999.

ARGAN, Giulio C. **História da arte italiana: De Giotto a Leonardo.** São Paulo: Cosac Naify, 2013.

CHING, Francis D. K. **Arquitetura, forma, espaço e ordem.** São Paulo: Martins Fontes, 1999.

CHING, Francis D. K. **Representação gráfica em arquitetura.** Porto Alegre: Bookman, 2011.

FRIGOTTO, Gaudêncio. **A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais.** Ideação – Revista do Centro de Educação e Letras. Unioeste. V 10, p. 41-62, 26 de junho, 2008.

HEYDENREICH, Ludwig H. **Arquitetura na Itália 1400-1500**. Tradução de Maria Thereza Rezende. São Paulo: Cosac e Naify Edições, 1998.

KATINSKY, JUlio Roberto**. A perspectiva exata e o desenvolvimento da geometria ótica.** Revista Brasileira de História da matemática. Vol 1, n.2, 2001.

KATINSKY, J.R. **Renascença: estudos periféricos.** S.Paulo: FAU-USP, 2002.

KRIEGER, Edu; CAVALCANTI, João. **Ponto de Vista**. Gravação: Casuarina. Produção: Biscoito Fino, 2011. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v= 1dmQmMUdMt8. Acesso em janeiro de 2016.

MIGUEL, Jorge Marão Carnielo. **Brunelleschi: o caçador de tesouros**. Vitruvius, 2003. Disponível em http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.040/ 651.

MONTENEGRO, Gildo A. **Inteligência visual e 3D: Compreendendo conceitos básicos da geometria espacial.** São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

MONTENEGRO, Gildo A**. A perspectiva dos profissionais.** São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

PACHECO, Felipe de Souza. **Concinnitas, ordinatio, lineamenti, virtù e outras do vocabulário de Leon Battista Alberti.** Revista Arquitexto. n.6, ano 2008. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura (PROPAR). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2008.

PANISSON, Eliane. **Gaspar Monge e a sistematização da representação gráfica na arquitetura.** 2007. Tese (doutorado em arquitetura) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, UFRGS: Porto Alegre, 2007.

VELOSO, Pedro Luís Alves. **Modelagem digital na arquitetura contemporânea.** In I Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (ENANPARQ), Rio de Janeiro, 2010.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DO DESENHO AO DIAGRAMA: UMA TRADIÇÃO EM ANÁLISE GRÁFICA

SANTOS, Nayhara Martins dos[1],
NEIVA, Simone[2]

Resumo

Este artigo aborda o tema de leitura de projetos ou análise gráfica como ferramenta básica, mas não única, de pesquisa em projeto de arquitetura. Esse tipo de estudo, que é cada vez mais utilizado, auxilia no processo de compreensão de obras arquitetônicas que se pretende estudar, tanto no âmbito acadêmico, como no processo de projeto. O objetivo é resgatar os teóricos do tema de análise gráfica e exemplificar os mecanismos e métodos utilizados em suas leituras de obras arquitetônicas. O método adotado é o de revisão bibliográfica e a análise dessa bibliografia. Como resultado, este artigo descreve o deslocamento da relevância do uso de desenho para o uso de diagramas, que nas últimas décadas emergiu como ferramenta definitiva para a leitura e produção arquitetônica.

Palavras-chave: análise gráfica; teoria; diagramas

Abstract

This article addresses the topic of project reading or graphical analysis as a basic, but not unique, research tool in architectural design. This type of study, which is increasingly used, helps in the process of understanding architectural works that are intended to be studied, both in the academic field and in the design process. The objective is to rescue the theorists of graphical analysis and to exemplify the mechanisms and methods used in their readings of architectural works. The method adopted is that of bibliographic review and the analysis of this bibliography. As a result, this article describes the shift from relevance of drawing use to the use of diagrams, which in the last decades emerged as a definitive tool for architectural reading and production.

Keywords: graphical analysis; theory; diagrams

[1] Mestranda, Mestrado em Arquitetura e Cidade, Universidade Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. nayharams@gmail.com ORCID: 0000-0003-0575-9959
[2] Professora Doutora, Mestrado em Arquitetura e Cidade, Universidade Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. simone.neiva@uvv.br ORCID: 0000-0003-3791-4888

1 Introdução

Para se compreender o que vem a ser uma análise gráfica é necessário, primeiramente, conceituar o que vem a ser "análise". A palavra análise vem do grego *analyein*, que significa decompor ou soltar. Deste modo, para o teórico Simon Unwin analisar significa "liberar, soltar ou expor um objeto para assimilar os seus componentes e o seu funcionamento a fim de assimilar e adquirir seus poderes" (UNWIN, 2013, p. 12). A análise gráfica é um instrumento de leitura por meio de desenhos e diagramas. Embora pareça recente, a análise gráfica possui um amplo histórico. Durante séculos ela tem sido um instrumento fundamental para a compreensão da obra arquitetônica e seus elementos.

No início do século XX a tradição em pesquisa gráfica foi retomada pelo historiador de arte alemão Aby Warburg, autor de influentes estudos no campo da iconografia. Desde então, o tema análise gráfica vem sendo debatido e utilizado por teóricos da arquitetura e do urbanismo. Segundo Venturi (2004), ela tem se consagrado como uma ferramenta de trabalho que permite explorar as potencialidades tanto da pesquisa e da prática do projeto, quanto da teoria e da crítica arquitetônica.

Ao longo dos séculos, dezenas de teóricos desenvolveram diferentes métodos analíticos para leitura de obras arquitetônicas. Dentre eles, os que mais se destacaram foram Jean-Nicolas-Louis Durand (1813), Rudolf Wittkower (1949), Colin Rowe (1976), Rob Krier (1988), Geoffrey Baker (1984), Simon Unwin (1997), Francis D. K. Ching (1979) e Roger Clark e Michael Pause (1985).

Este artigo pretende demonstrar o desenvolvimento histórico da análise gráfica como ferramenta de pesquisa e projeto, desde a utilização do desenho até o aprimoramento e uso do diagrama.

2 A tradição da análise gráfica: teóricos e métodos

No século XIX o arquiteto e acadêmico francês Jean-Nicolas-Louis Durand foi o responsável por sistematizar um método de análise e de comparação por meio de desenhos, conforme Figura 1. O desenho, ferramenta utilizada por Durand, pode ser descrito, segundo o Dicionário de Termos de Arte e Arquitetura, como a "impressão gráfica de uma expressão visual decalcada na experiência sensível e na autonomia da "superfície" como valor de espaço-tempo" (CALADO; SILVA, 2005, p. 126).

A proposta de Durand consistiu em decompor a obra arquitetônica em partes como plantas, cortes e fachadas com o objetivo de facilitar a identificação de elementos e as variações de um projeto para o outro (GOUDEAU, 2015). Durand executou suas análises valendo-se de desenho cuja escala era um fator relevante, pois permitia comparar graficamente variados aspectos dos edifícios, tais como os aspectos funcionais e estéticos.

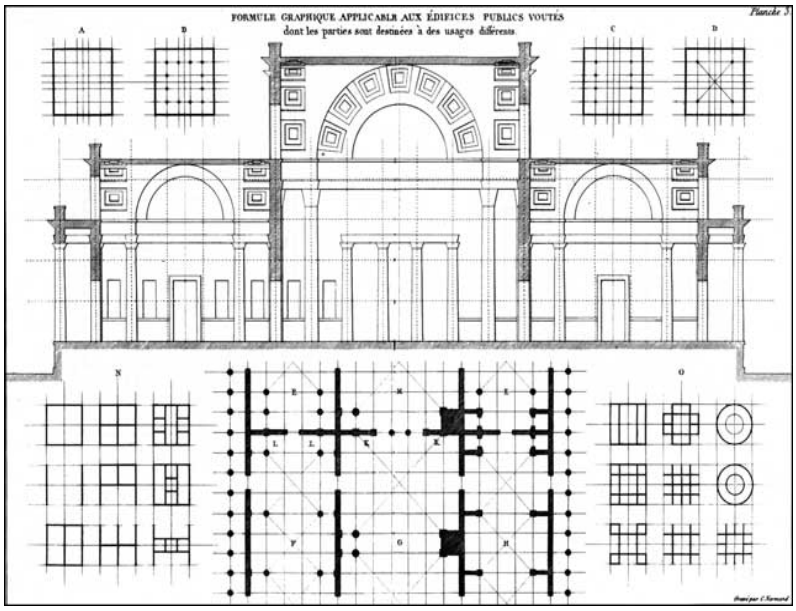
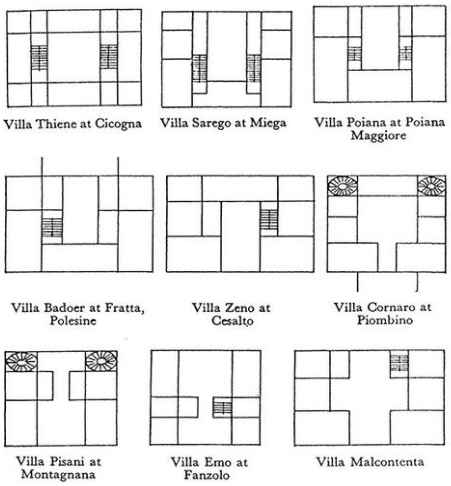


Figura 1. Jean-Nicolas-Louis Durand - composição modular em gride.
Fonte: Goudeau, J. The Matrix Regained: Reflections on the Use of the Grid in the Architectural Theories of Nicolaus Goldmann and Jean-Nicolas-Louis Durand. Architectural Histories, 3(1), p.Art. 9, 2015. Consultado em 18/06/2018. (Disponível em https://journal.eahn.org/articles/10.5334/ah.cl/)

No início do século XX, o historiador Aby Warburg, insatisfeito com as abordagens puramente estilísticas da história da arte, em defesa de uma abordagem mais interdisciplinar, retomou a tradição em pesquisa gráfica e fundou o Instituto Warburg, instituição de pesquisa associada à Universidade de Londres.

Formado no Instituto Warburg, o historiador Rudolf Wittkower passou a utilizar métodos comparativos em leitura de projetos. Wittkower partia da relação entre a obra e seu contexto histórico. Seu estudo consistia na análise comparativa dos elementos culturais e simbólicos presentes nas formas arquitetônicas da arquitetura romana e renascentista. A finalidade era explorar os elementos iconográficos dos edifícios. Utilizando o método aprendido no instituto, Wittkower estudou, por exemplo, a arquitetura da renascença de Alberti, Bramante e Palladio (WITTKOWER, 1958), conforme Figura 2.



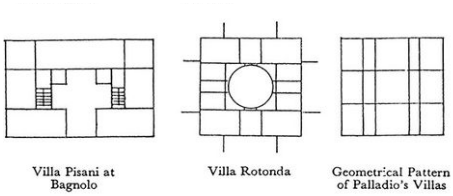


Figura 2. Rudolf Wittwoker - Tipos de Villas Palladianas.
Fonte: Wittwoker, Rudolf. Arquitectural Principles in the Age of Humanism, Londres, 1952. Consultado em 18/06/2018. (Disponível em https://bit.ly/2ku3ZJs)

Em seus estudos sobre a obra de Bramante, por exemplo, o historiador concluiu que a utilização do círculo não se devia somente à sua forma geométrica perfeita, mas também simbolizava a perfeição de Deus sendo, portanto, apropriada à arquitetura religiosa (BENELLI, 2015). Assim, a partir do método de análise gráfica, Wittkower concluiu que as formas geométricas utilizadas na arquitetura renascentista eram também simbólicas.

Também formado no Instituto Warburg, o historiador e crítico de arquitetura Colin Rowe desenvolveu pesquisa em projetos, utilizando método de análise gráfica fundamentado na comparação entre cidades, edifícios e cultura. Dentre suas obras mais significativas, encontra-se a comparação entre a obra de Andrea Palladio e Le Corbusier (ROWE, 1982), conforme Figura 3. Em suas análises da abstração formal, Rowe foi o precursor da representação moderna na forma de diagramas, considerando que sua representação diagramática ainda era feita no papel a partir dos elementos extraídos de formas arquitetônicas. Sua maior contribuição consistiu no cruzamento de diferentes períodos históricos, valendo-se de esquemas para ilustrar as relações entre diferentes momentos da produção arquitetônica de diferentes escolas e movimentos.

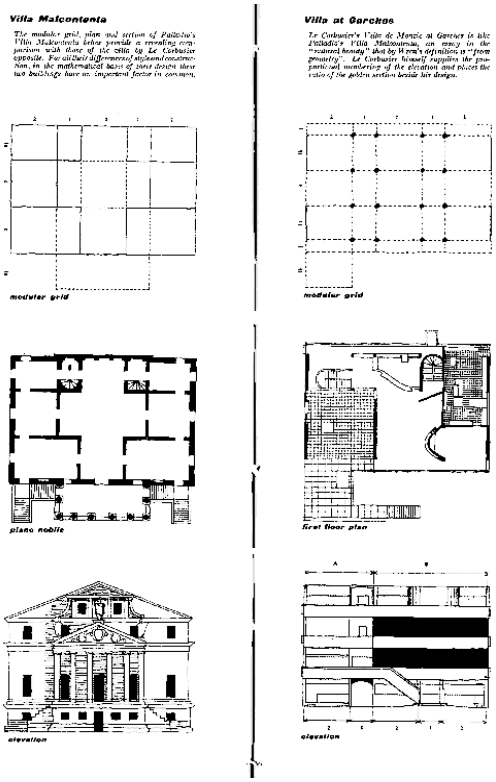


Figura 3. Esquema comparativo entre Palladio e Le Corbusier, de Colin Rowe.
Fonte: Rowe, Colin. The Mathematics of the Ideal Villa, Palladio and Le Corbusier compared, 1947. Consultado em 18/06/2018. (Disponível em https://www.architectural-review.com/essays/viewpoints/march-1947-the-mathematics-of-the-ideal-villa-palladio-and-le-corbusier-compared/8604100.article)

Assim como Colin Rowe, Rob Krier aplicaria a análise gráfica para o campo do desenho urbano. Para tanto utilizou desenhos, ilustrações e diagramas que o ajudaram a melhor compreender o espaço público. Por meio da análise gráfica Krier também estudou a função, a construção e a forma arquitetônica. Em seus estudos, decompôs os componentes básicos da forma e os elementos da arquitetura conforme Figura 4. Estudou ainda a proporção de edifícios históricos significativos como a Catedral de Notre-Dame. Em 1975 Krier ganha a atenção dos críticos ao publicar o livro *Urban Space*, levando deste modo a análise gráfica para o campo do urbanismo.

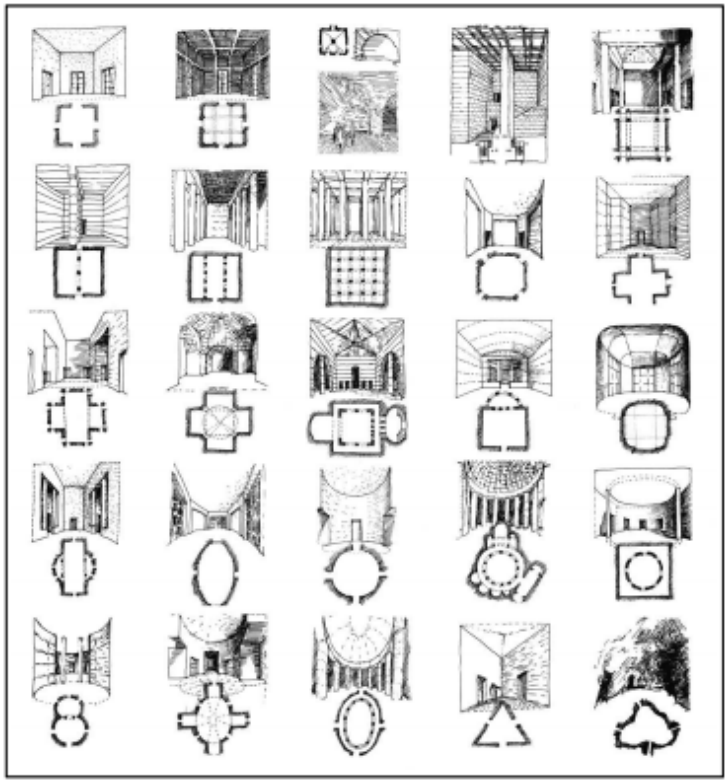


Figura 4. Análises de Rob Krier.
Fonte: Krier, Rob. Architectual Composition, Londres, 2010. Consultado em 18/06/2018. (Disponível em http://www.axelmenges.de/buch/Krier,%20Architectural.pdf)

Entre os estudiosos mais recente da análise gráfica podemos citar Geoffrey Baker, Simon Unwin, Francis D. K. Ching, Roger Clark e Michel Pause. Os métodos diagramáticos de análise utilizados por Baker, como o descrito no livro *Le Corbusier: uma análise da forma* (1998), por exemplo, no qual examina a forma com o objetivo de demonstrar como os elementos se relacionam entre si e com as condições particulares do lugar. Sua metodologia analítica, baseada no desenho e diagramas tridimensionais, busca revelar a organização subjacente dos edifícios. O interesse de Simon Unwin também se circunscreve à arquitetura. Na obra *Análise da Arquitetura* (2013), desenvolveu um método de análise com o objetivo de promover uma organização conceitual da obra e de identificação do lugar. Unwin fez amplo uso de desenhos e croquis como ferramentas de análise. Seu propósito foi demonstrar o processo intelectual implícito ao objeto arquitetônico.

A contribuição de Unwin reside na leitura fenomenológica dos elementos básicos e mais primitivos da arquitetura, como o chão, por exemplo. Um terceiro autor a utilizar a análise

gráfica em suas pesquisas é Francis D. K. Ching. No livro *Arquitetura: Forma, Espaço e Ordem* (2013), Ching compreende a arquitetura por meio do olhar sistêmico/estrutural, ou seja, observa a arquitetura como a resposta de um agrupamento de condições intrínsecas de cunho funcional, social, político e econômico. Uma das obras analisadas por Ching foi a Villa Savoye de Le Corbusier conforme Figura 5.

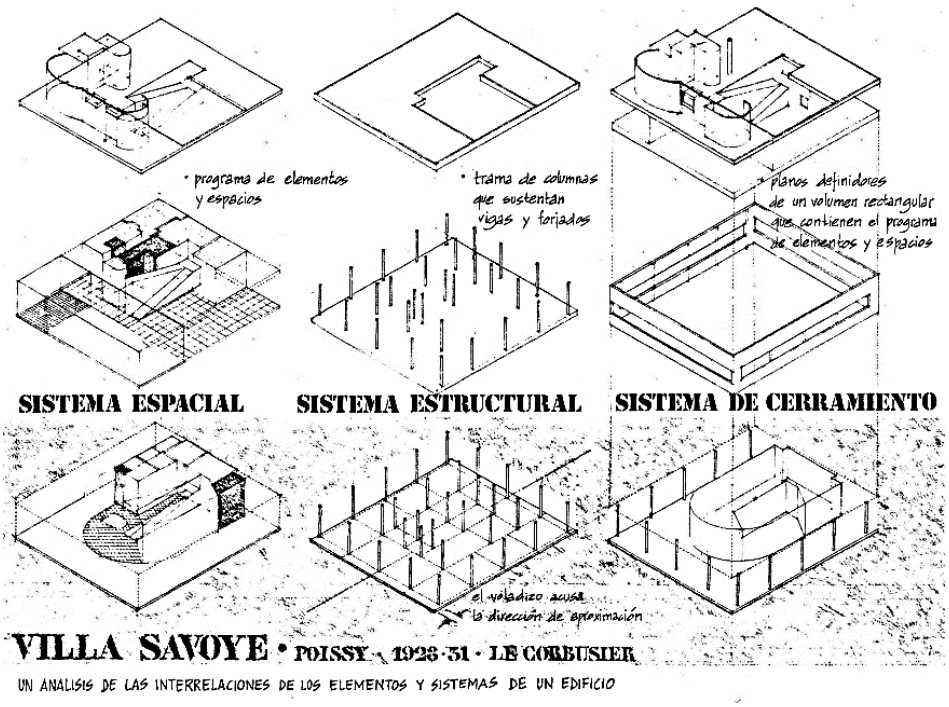


Figura 5. Sistemas de Ching para a Villa Savoye de Le Corbusier.
Fonte: Ching, Francis. Arquitetura: Forma, Espaço e Ordem, Porto Alegre, 2013, p. XIV.

Um método recorrente em análise gráfica, criado pelos arquitetos Roger Clark e Michel Pause (1997), tem como objetivo unificar a percepção e a categorização de projetos e obras por meio de uma linguagem única de representação. Os autores criaram um tipo de legenda diagramática, que ilustra uma série de critérios analíticos que podem ser aplicados a qualquer obra arquitetônica.

Para a composição do método, descrito no livro *Arquitectura: temas de composición* (1997), foram eleitos onze elementos formadores do espaço arquitetônicos como estrutura, iluminação natural, massa, etc. A inovação da proposta de análise gráfica, concebida por Clark e Pause, fundamenta-se no cruzamento de todos estes elementos para que, ao final, emerja um diagrama com a síntese gráfica da ideia dominante do projeto, uma espécie de diagrama-partido, conforme Figura 6.

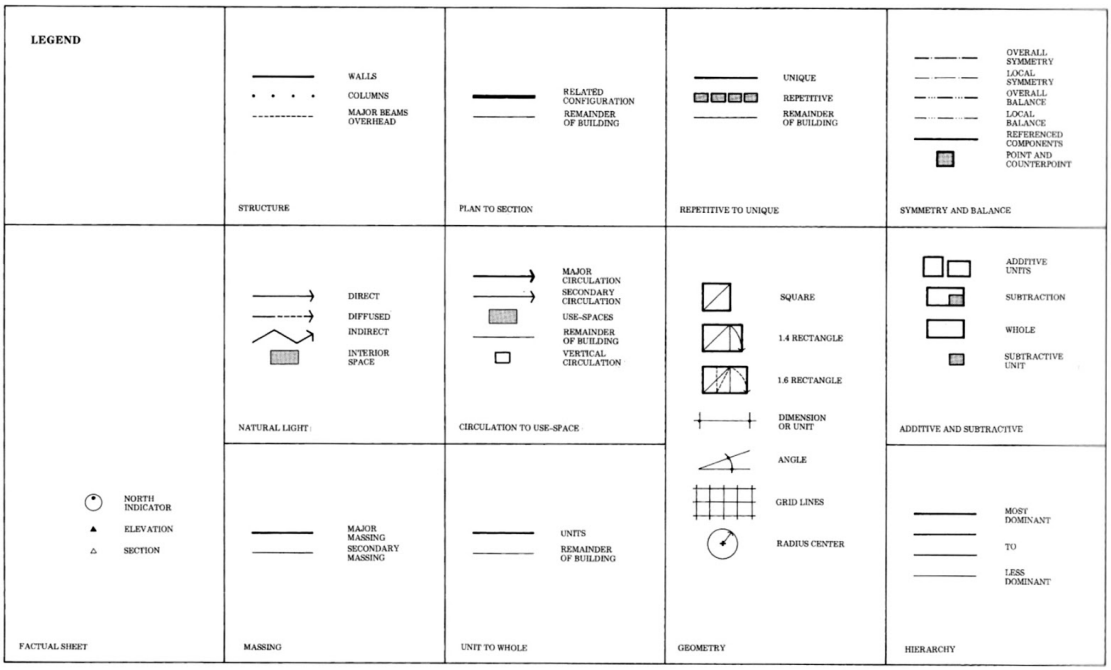


Figura 6. Legenda gráfica de elementos essenciais de análise - Clark e Pause.
Fonte: Clark, Roger H.; Pause, Michael. Arquitectura: temas de composición, México, 1997, p. XI.

A obra de Peter Eisenman diverge do caminho traçado por Colin Rowe. Se para Rowe o fator-chave era a continuidade entre a arquitetura clássica e a moderna, para Eisenman a disciplina é estabelecida por rupturas e contradições, chamada de modernismo (Eisenman, 2013).

O modernismo, principal expressão estética do século XX, trouxe novas ferramentas de leitura e geração de formas arquitetônicas. Ao mesmo tempo, mudanças nos padrões sociais e tecnológicos foram responsáveis pelo crescimento da quantidade de diagramas na representação de projetos na arquitetura contemporânea.

Embora utilizado anteriormente por Clark e Pause e outros teóricos em seus respectivos estudos, o diagrama passou por nova reformulação a partir do surgimento de computadores em meados da década de 1980, uma vez que a nova tecnologia possibilitou o uso de maior quantidade de dados na representação e leitura de projetos.

Eisenman, em seu livro *Diagram Diaries* (1999), sustenta que há dois tipos de diagramas: um como ferramenta analítica e outro como ferramenta geradora de forma a partir da computação gráfica. O primeiro tipo de diagrama, analítico, corresponde ao instrumento de leitura dos fenômenos arquitetônicos. O segundo, por sua vez, é propositivo, consistindo em uma ferramenta utilizada para propor e projetar soluções arquitetônicas a partir de processos geométricos.

Montaner descreve de forma sucinta essa dualidade dos diagramas:

> E aqui encontramos a primeira característica importante dos diagramas: sua radical dualidade. Os diagramas servem tanto para registrar ou mapear quanto para projetar e traçar trajetórias, uma característica que eles compartilham com o conceito de tipologia. (MONTANER, 2014 p. 10).

Portanto, como o estudo das ferramentas de análise gráfica sugere, a finalidade geral de qualquer desenho arquitetônico é atuar como uma “linguagem visual”, isto é, um meio entre

pensamentos e realidade (CHAPLIN, 2014). Assim como o desenho em épocas anteriores, o diagrama vem sendo utilizado na contemporaneidade como ferramenta de estudo apta a traduzir a crescente complexidade dos fenômenos sociais em linguagem gráfica.

3 Conclusão

Desde o século XVIII, o desenho de diagrama foi utilizado como ferramenta essencial de representação e leitura de obras arquitetônicas. E embora também tenha estado presente em outros períodos da história da arquitetura, foi sobretudo a partir do século XX, com os estudos de Arby Warburg, que a análise gráfica emergiu como uma importante ferramenta analítica. Desde então ela vem sendo utilizada por dezenas de arquitetos, teóricos e críticos para a leitura de exemplares arquitetônicos, independentemente da tipologia. Ademais, é importante ressaltar que a análise gráfica também acompanha as mudanças sociais e tecnológicas.

Nesse sentido, o presente trabalho, ao assinalar a linha de desenvolvimento histórico, demonstra primeiramente o desenho como principal alicerce desses estudos, passando pelos diagramas-sínteses/diagrama-partido, culminando, por último, no uso dos diagramas computacionais. Observa-se, assim, relevante deslocamento do uso de desenho para o uso de diagramas, na medida em que os processos gráficos acompanharam a revolução tecnológica. Como conclusão, este artigo reafirma a relevância do tema de análise gráfica, tendo em vista que o estudo desses recursos visuais permanece útil para os pesquisadores em suas lides acadêmicas.

Agradecimentos

Mestrado Arquitetura e Cidade da Universidade Vila Velha
Grupo de Pesquisa SCP - Sistemas Contemporâneos de Projeto

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação - citações em documentos. Rio de Janeiro, 2002. 7p.

____ . **NBR 6023**: informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

BAKER, Geoffrey H. **Le Corbusier**: uma análise da forma. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

BENELLI, Francesco. **Rudolf Wittkower versus Le Corbusier**: A Matter of Proportion. Architectural Histories, Art. 8 (2015). Disponível em: <http://doi.org/10.5334/ah.ck>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

CALADO, M.; SILVA, J. H. Pais da. **Dicionário de Termos de Arte e Arquitetura**. Lisboa: Editorial Presença. 2005.

CHAPLIN, A. **The Architecture of Diagrams**. 2014. Disponível em: <https://issuu.com/andrew-chaplin/docs/architecture_of_diagrams>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

CHING, Francis D. K. **Arquitetura**: Forma, Espaço e Ordem. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2013.

CLARK, Roger H.; Pause, Michael. **Arquitectura**: temas de composición. 3ª ed. México: Gustavo Gili, 1997.

DURAND, Jean-Nicolas-Louis. **Nouveau précis des leçons d'architecture** : données à l'École impériale polytechnique (1813), ed. Fantin. Disponível em: <https://archive.org/details/gri_000133125012233678> Acesso em: 12 de novembro de 2018.

EISENMAN, Peter. **Diagram Diaries**. New York: Universe Publishing, 1999.

EISENMAN, Peter; KOOLHAAS, Rem. **Supercrítico**. São Paulo: Cosac Naify, 2013.

GOUDEAU, Jeroen. **The Matrix Regained**: Reflections on the Use of the Grid in the Architectural Theories of Nicolaus Goldmann and Jean-Nicolas-Louis Durand. Architectural Histories, Art. 9 (2015). Disponível em: <http://doi.org/10.5334/ah.cl>. Acesso em: 05 de outubro de 2018.

KRIER, Rob. **Architectural Composition**. Londres: Edition Axel Menges, 2010.

MONTANER, J. M. **Del diagram a las experiencias, hacia una arquitectura de la acción**. 2014.

ROWE, Colin. **The Mathematics of the Ideal Villa and Other Essays**. London, England: The MIT Press, 1982.

UNWIN, Simon. **A análise da arquitetura**. 3ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2013.

VENTURI, Robert. **Complexidade e contradição em arquitetura**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

WITTKOWER, Rudolf. **Los fundamentos de la arquitectura en la edad del humanismo**. Buenos Aires: Nueva Vision, 1958.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESIGN PARAMÉTRICO E MODELAGEM ALGORÍTMICA: OS EFEITOS DE SEUS CONCEITOS E TÉCNICAS PARA O ESTUDANTE DE ARQUITETURA

PUPO, Regiane[1],
VOLTOLINI, Giovani[2].

Resumo

Este trabalho apresenta conceitos e definições dos principais termos relacionados a dois distintos e promissores processos de concepção projetual – Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica – e sua aplicação em forma de oficina em acadêmicos de Arquitetura e Urbanismo. Frente ao modelo projetivo já vigente, neste trabalho denominado de “processo tradicional de projeto”, a aplicação visa exercícios orientados com os novos processos e sua execução. Ao final são apresentados os resultados obtidos referente ao parecer e aproveitamentos dos participantes e as considerações finais referentes a ação realizada na prática.

Palavras-chave: Design paramétrico; Modelagem Algorítmica; Acadêmicos de Arquitetura.

Abstract

This paper presents concepts and definitions around two different and promising design process terms - Parametric Design and Algorithmic Modelling – and its application in a workshop for architecture students. Facing the current design process, here called as “traditional design process”, the workshop aims oriented exercises using new processes and their application. The results are presented at the end referring to the feedback and achieved progress by the students and their final considerations.

Keywords: parametric design; algorithmic modelling; Architecture students.

[1] UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina - regipupo@gmail.com
[2] UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina - voltolini1978@gmail.com

1 Introdução

A expansão de novas tecnologias utilizadas em processos projetuais sugere novos modos de conceber a arquitetura e o design. Desta forma, entende-se que as fases iniciais da concepção projetual, tanto na arquitetura como no design, são afetadas por esses adventos tecnológicos, aqui relacionadas aos aspectos formais. A busca por formas mais complexas, fez com que desenvolvedores aperfeiçoassem ferramentas computacionais mais elaboradas e adaptadas às práticas projetivas, ocasionando um novo paradigma projetual. Neste contexto, o Design Paramétrico e a Modelagem Algorítmica estão emergindo. Nutridos por pesquisadores de arquitetura e computação, estas metodologias vêm ganhando aceitação profissional e acadêmica generalizada (LEACH, 2014).

As metodologias de Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica estão relacionadas à geração de formas por meio de programação e pensamento algorítmico (NOME, 2015), ou àquelas que implicam na utilização de parâmetros para definir uma forma através de relações que as geram (MONEDERO, 2000). Ou seja, o projetista deve prever quais as variações a serem exploradas, a fim de determinar os tipos de transformações do modelo paramétrico (HERNANDEZ, 2006). Um modelo paramétrico é uma representação computacional de um modelo construído com entidades geométricas que possuem atributos (propriedades), fixos ou variáveis. Os atributos fixos são chamados de “restrições” e os variáveis são chamados de “parâmetros” (HERNANDEZ, 2006). Desta maneira, o projetista não desenha, mas sim, interliga relações entre variáveis e elementos do projeto. A alteração destas variáveis é denominada “parâmetros” e irá gerar a forma do modelo paramétrico.

Os termos podem, porém, sugerir outros conceitos e definições, além de se apresentarem com outras nomenclaturas na língua portuguesa, tais como: modelagem paramétrica (FLORIO, 2011) ou design algorítmico (NOME, 2015). Também, em algumas situações, são utilizados termos como ‘parametrizar’ e ‘parametrização’ para referir-se à Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica. Pode-se constatar que estes métodos, por possuírem propriedades e rotinas de geração de formas não convencionais, mas ao mesmo tempo controladas, aumentam significativamente as possibilidades de conceber estruturas com características mais complexas, se comparados às elaboradas pelo “método tradicional”.

Neste contexto, a problemática está centrada no questionamento se esses conhecimentos irão alterar o processo de elaboração nos estágios iniciais de projeto, principalmente referente à expressão formal. Também está na análise de até qual complexidade de forma é viável utilizar o “método tradicional de projeto” e na verificação, se em algum momento, Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica serão imprescindíveis. Conforme Rêgo (2008, p. 97), “houve certo consenso de que a introdução das ferramentas digitais na prática arquitetônica atingiu um estágio no qual a adaptação dos antigos paradigmas não responde adequadamente às demandas e especificidades do processo projetual em ambiente computacional”. Assim, esta pesquisa visa investigar as ferramentas de Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica, ao serem inseridas para um grupo de acadêmicos de Arquitetura e Urbanismo, frente o modelo de concepção já dominado pelo grupo, que nesta pesquisa é denominado de “processo tradicional de projeto”.

A pesquisa teve como objetivo geral propor um processo de elaboração de formas, por meio de técnicas de Modelagem Paramétrica e Algorítmica, para acadêmicos de um curso de Arquitetura e Urbanismo, a fim de investigar os efeitos desta dinâmica nas fases iniciais da projetação.

2 Revisão Bibliográfica

Acredita-se que Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica têm grandes potenciais a oferecer ao ensino de Arquitetura e Design, porém são enormes os desafios para a implementação dessas metodologias nos currículos dos cursos. É importante notar que a consolidação destes novos modos de projetar é uma situação vigente e que necessita ser estudada para que haja um aproveitamento satisfatório no uso da tecnologia. Há a urgência de se agregar itens importantes quanto ao tempo de concepção, elaboração de alternativas e treinamento operacional. E, ainda, apresentar-se de forma a ficar claro que não se trata apenas de uma tecnologia, mas de um novo processo de elaboração projetual.

2.1 Aplicações Paramétricas (Paramétrico)

O emprego de superfícies e curvas NURBS (*Non Uniform Rational Basis Spline*) em projetos, trouxe por consequência a curva paramétrica. Conforme Minetto (2003), superfícies ou curvas deste tipo possuem a propriedade de se ajustar de modo autônomo quando alterada a posição de um ponto de controle dentro de um ambiente de coordenadas x, y e z. Neste caso, a curva paramétrica se redesenhará conforme o novo *input*, ou seja, qualquer tipo de inserção de dados, seja ele via teclado ou mouse. Porém, em se tratando do termo paramétrico, este é apenas um dos modos da parametrização. Em contraste com os pacotes de software padrão com base na referência de objeto geométrico, "o software paramétrico liga dimensões e parâmetros de geometria, permitindo assim o ajuste incremental de uma parte que, então, afeta todo o contexto" (LEACH, 2014, p. 34) (Tradução nossa).

De maneira simples, pode-se dizer que "toda curva NURBS é uma equação paramétrica usada para definir, matematicamente, superfícies geométricas" (LEE, SACKS e EASTMAN, 2006, p. 760). É importante ressaltar que o termo "paramétrico" pode gerar um grupo de interpretações. No entanto, em específico no campo do design contemporâneo, refere-se genericamente à utilização de software de Modelagem 3D Paramétrica (LEACH, 2014). Contudo, ao se pesquisar sobre a definição da Modelagem Paramétrica, é comum se deparar com diferentes ênfases e visões sobre a expressão.

2.2 Paramétrico e Parametrização

Os termos "Paramétrico" e "Parametrização", apesar de possuírem correlações, são distintos quanto às suas atribuições. "Paramétrico" refere-se a um adjetivo, podendo estar relacionado a uma aplicação ou comando de software paramétrico. "Parametrização" faz referência a uma ação, o ato de parametrizar um modelo por meio da Modelagem Paramétrica. Neste sentido, na parametrização, o projetista liga e define os parâmetros que serão utilizados no projeto. Esta ação ou modelo de elaboração projetual vem sendo denominada por alguns autores de Modelagem Paramétrica (FLORIO, 2011) ou *Parametric Design* (LEACH, 2014).

Diferentemente do comando paramétrico em que o projetista edita variáveis disponibilizadas em rotinas ou aplicações dentro de um determinado software, na modelagem paramétrica os parâmetros (variáveis e inter-relações) são programados pelo projetista para posteriormente serem editados. Na maior parte dos casos, os softwares que permitem a parametrização (programação de parâmetros) se dão por meio de linguagem de programação textuais, denominadas de *script* ou *scripting;* um modo de representação, de médio nível de abstração, para dar instruções ou comandos a serem realizados por um computador. Mais especificamente, é um roteiro que contém uma sequência de passos que orientam a realização de um conjunto de instruções. Geralmente, esse roteiro é representado por uma interface em forma de texto, mediante uso de linhas de comando, diferentemente do uso de representações gráficas (HENDERSON, 2009). Nesse procedimento, o usuário ou programador "cria uma rotina (script) que contém uma sequência de passos de tarefas repetitivas ou procedimentos simples que podem ser usados para construir uma modelagem de objeto" (HERNANDEZ, 2006, p. 52).

2.3 Programação em Modelagem Paramétrica (Modelagem Algorítmica)

É entendido que a parametrização necessita de programação ou, ao menos, de um modelo matemático para idealizar a concepção baseada na conexão de elementos e suas inter-relações. Este tipo de resolução se dá por meio da criação de algoritmos, que são um conjunto das regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos que levam à solução de um problema em um número finito de etapas. Os algoritmos são tecnicamente uma 'simples' instrução e podem referir-se aos processos de design analógicos padrão ou aos processos digitais de projeto (LEACH, 2014).

A Modelagem por Meio de Programação de Algoritmos – *Algorithmic Modeling* (AM) ou *Algorithmic Design* (AD) – é um campo que se refere ao uso de técnicas processuais na resolução de problemas de projeto. Dentro do campo digital, no entanto, refere-se especificamente ao uso de linguagens de script que permitem ao projetista ir para uma etapa além das limitações da interface do usuário, e ainda projetar através da manipulação direta não na forma, mas por meio de um código (LEACH, 2014). Normalmente, o projeto algorítmico seria realizado com uso de linguagens de programação do tipo *script*. Assim, as linguagens visuais, por terem uma interface gráfica mais adaptada, podem facilitar a curva de aprendizagem de projetistas que não programam em linguagens textuais (CELANI e VAZ, 2011), no caso a maioria dos arquitetos.

Visando estabelecer uma comparação entre exemplos de programação algorítmica no modo textual (*script*) e visual (interligação entre pilhas), que resultarão em um mesmo objeto, as figuras 01 e 02 ilustram com melhor clareza as duas formas de *input*.

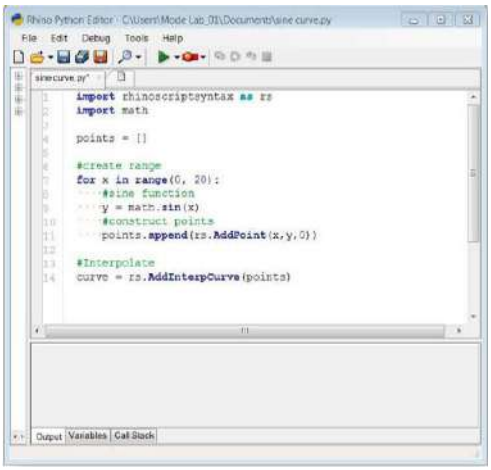


Figura 01 – Textual (*script* de comando em forma textual).
Fonte: (JAMISON, REITZ, et al., 2014).

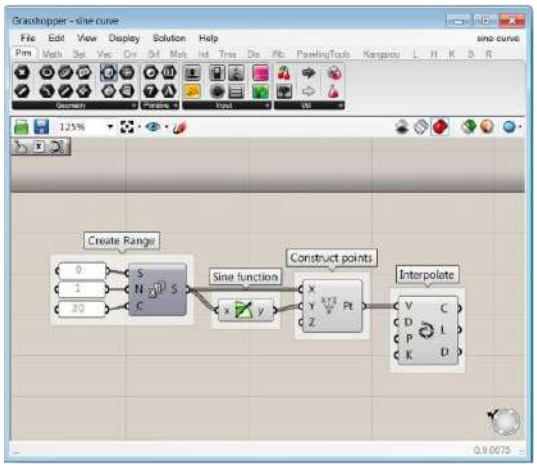


Figura 02 – Visual (interligação de pilhas de informação).
Fonte: (JAMISON, REITZ, et al., 2014).

2.4 Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica

Apesar das metodologias serem distintas, Leach (2014) considera que exista uma condição generalizada, por parte de profissionais da área de design e arquitetura, estabelecendo uma fusão entre Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica. Isto ocorre, em parte, devido ao fato das duas técnicas poderem produzir formas semelhantes.

A Modelagem Algorítmica trabalha com objetos gerados usando, por exemplo, *script* (textual) ou Grasshopper (visual), que possuem, muitas vezes, formas complexas e que são aparentemente semelhantes ao trabalho produzido por ferramentas paramétricas. Já o Design Paramétrico, torna-se um caminho que, até certo ponto, dá um significativo suporte ao design digital de formas curvilíneas quanto à estética (SCHUMACHER, 2009).

Ao mesmo tempo, técnicas de Modelagem Algorítmica são, muitas vezes, usadas em associação com técnicas de Design Paramétrico. Por exemplo, a utilização de determinadas técnicas de Modelagem Algorítmica para gerar a forma inicial é, subsequentemente, manipulada usando técnicas de Design Paramétrico. Como exemplo, na análise comparativa das figuras 03 e 04, nota-se que a modelagem algorítmica (lado direto da figura) que gerou a forma (lado esquerdo da figura) permanece a mesma em ambas. O que se alteram são as linhas guias parametrizadas e, por consequência, a forma da treliça.

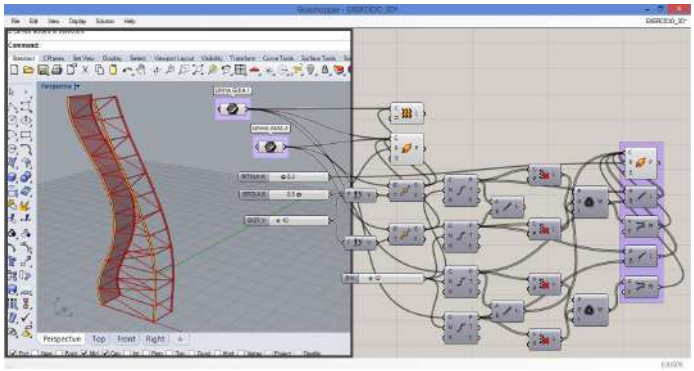


Figura 03 – Modelo de pilar curvilíneo em treliça (Variação “A”), gerado através de Modelagem Algorítmica em Grasshopper e parametrizado por curvas concebidas em Rhinoceros.
Fonte: os autores

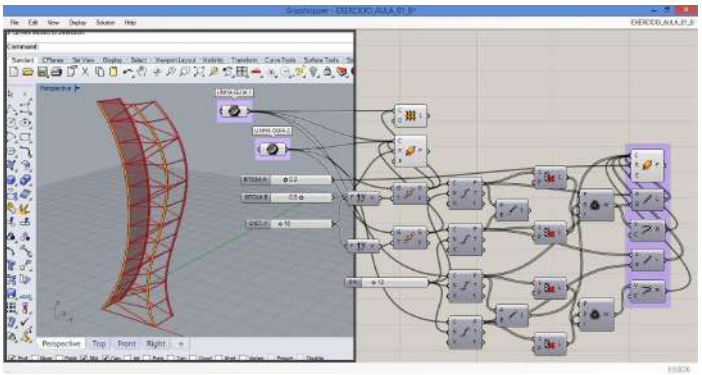


Figura 04 – Modelo de pilar curvilíneo em treliça (Variação “B”), gerado através de Modelagem Algorítmica em Grasshopper e parametrizado por curvas concebidas em Rhinoceros.
Fonte: autores

As técnicas de Modelagem Algorítmica podem, também, ser utilizadas para a otimização e em diversas operações na outra extremidade do processo de concepção, uma vez que a forma gerada inicialmente foi modelada por meio de técnicas de Design Paramétrico. Pode-se perceber que, mesmo sendo termos que representam finalidades distintas, a parametrização depende da programação e vice-versa. “Todo desenho paramétrico depende obrigatoriamente do código” (LEACH, 2014, p. 34). Assim sendo, entende-se que o Design Paramétrico está mais vinculado em como as inter-relações dos elementos e suas variações irão modificar a forma do projeto, enquanto Modelagem Algorítmica em como a elaboração do código irá gerar os elementos e, por consequência, conceber a forma.

Em Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica não combinam entidades gráficas, mas interligam componentes e elementos dos projetos com seus respectivos parâmetros e restrições. Diferentemente da Modelagem Geométrica, a forma é consequência das interligações e a sua complexidade está nas propriedades, nos números de interligações e nas variáveis do modelo ou projeto parametrizado. O processo deixa de ser uma abstração e o projetista passa a trabalhar diretamente na programação dessas interligações.

Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica requerem o pensamento algorítmico (NOME, 2015) a fim de construir estruturas geométricas lógicas e flexíveis para viabilizar variações. Segundo Hernandez (2006), o projetista deve prever que tipos de variações quer explorar, a fim de determinar quais tipos de transformações do modelo digital deve fazer, sendo esta uma tarefa difícil devido à natureza imprevisível do processo de projeto.

Nota-se que a linguagem de projeto não é a representação em desenho, mas ligações de entidades e parâmetros de forma lógica. É essa programação algorítmica que irá gerar a forma ou o projeto. Quanto ao paramétrico, à medida que se alteram as coordenadas (parâmetros), a forma se ajustará respectivamente. Neste sentido, o projetista precisa desenvolver o pensamento algorítmico.

A abordagem paramétrica e algorítmica possibilita a associação do modelo a outros parâmetros; por isso é importante a clareza do projetista/programador quanto ao processo desejado. Uma vez estabelecido o processo algorítmico, a parametrização permite gerar uma diversidade de soluções segundo configurações estabelecidas pelo projetista.

3 Metodologia

O método aplicado na presente pesquisa é de caráter experimental, que "consiste essencialmente em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto" (GIL, 2002, p. 34-35).

Para Tripp (2005, p. 445-446), a "pesquisa-ação", como um dos inúmeros tipos de investigação-ação, "é um termo genérico para qualquer processo que siga um ciclo no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela". A pesquisa-ação se desenvolveu de maneira diferente para diferentes aplicações. Para o ensino – caso da pesquisa realizada – a pesquisa-ação produz muito conhecimento baseado na prática, o que devia ser incorporado ao conteúdo acadêmico de disciplinas 'vocacionais', tais como ensino.

4 Aplicação

A aplicação da ação foi no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), em Balneário Camboriú, município do Estado de Santa Catarina, para professores (5% do total) e alunos (95%) de diversas fases do curso. A aplicação dos conceitos, de acordo com a metodologia empregada na pesquisa, se deu em forma de oficina, intitulada "*Workshop: Parametric Design e Algorithmic Modeling*". A estratégia de ensino do tipo Workshop, também conhecida como Oficina ou Laboratório, é orientada ao agrupamento de pessoas com interesses em uma determinada situação de ensino. O desenvolvimento das atividades se estabeleceu em quatro exercícios orientados que foram aplicados durante o workshop:

(1) O Exercício Orientado 1 teve seu início apresentando uma forma regular para uma forma não uniforme. Abordou-se os conceitos iniciais de modelagem algorítmica e a geração e modificação da forma por meio de parâmetros. Consistiu em elaborar um padrão de treliça com peças tubulares e fazê-lo percorrer uma 'linha guia' curvilínea não uniforme editável (Figuras 05 e 06). É importante notar que as propriedades paramétricas dos modelos gerados nos exercícios orientados deram condições aos participantes do workshop para que elaborassem variações da concepção formal.

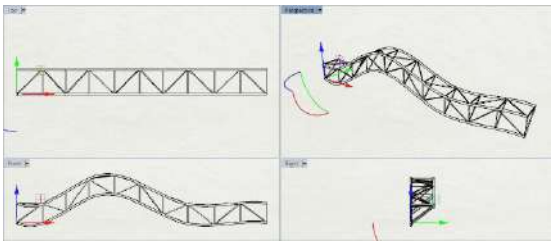


Figura 05 - Exercício Orientado 1.
Fonte: os autores

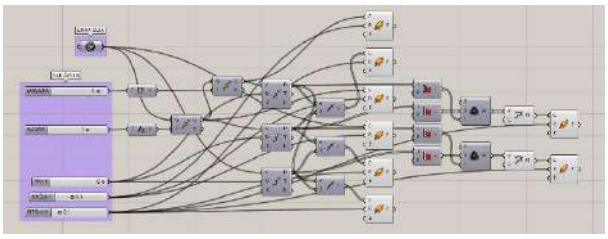


Figura 06 - Algoritmo do Exercício 1.
Fonte: os autores

(2) O Exercício Orientado 2 apresentou a característica curvilínea similar ao explanado pelo Exercício Orientado 1, no entanto a ênfase neste caso foi a modelagem algorítmica. Consistiu em elaborar uma estrutura com segmentos tubulares, que ajusta a sua curvatura de acordo com parâmetros ligados por uma linha pré-definida da estrutura. A propriedade algorítmica está no fato de que essa curvatura vai se intensificando de acordo com a distância entre as linhas que compõem a estrutura, conforme figuras 07 e 08.

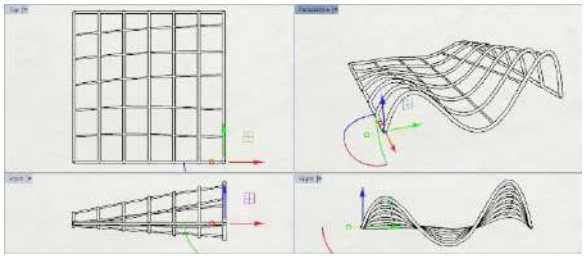


Figura 07 - Exercício Orientado 2.
Fonte: os autores

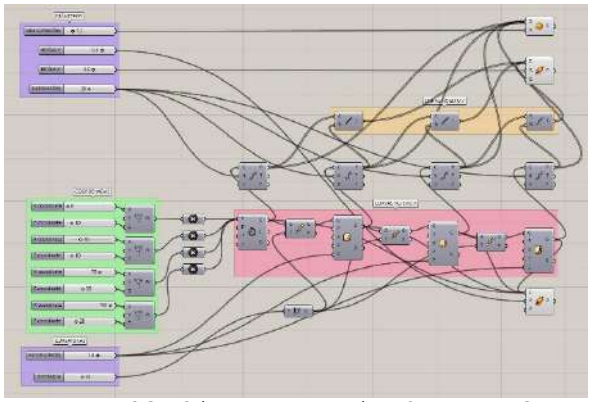


Figura 08 - Código do Exercício Orientado 2.
Fonte: os autores

(3) O Exercício Orientado 3 teve início com uma figura geométrica regular que gerou a forma a partir dela. Abordou-se o pensamento algorítmico como meio para se chegar à forma. Consiste em elaborar um painel com elementos dispostos em uma matriz, em um plano "xy", sendo tais elementos polígonos regulares de 4 ou 6 lados. Também visa elaborar um algoritmo para ajustar o tamanho dos elementos dispostos nas intersecções da grade "xy", de acordo com um "ponto de atração". Quanto mais se aproximar do "ponto de atração" do elemento, mais ampliado ou reduzido o elemento ficará. A ênfase deste exercício foi o pensamento algorítmico, conforme figuras 09 e 10.

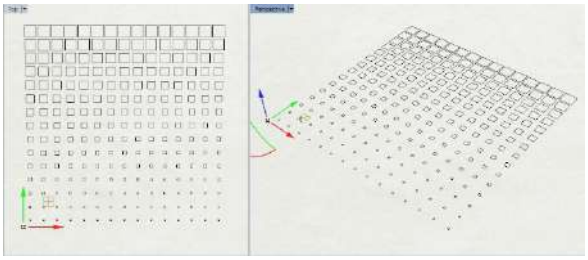


Figura 09 - Exercício Orientado 3.
Fonte: os autores

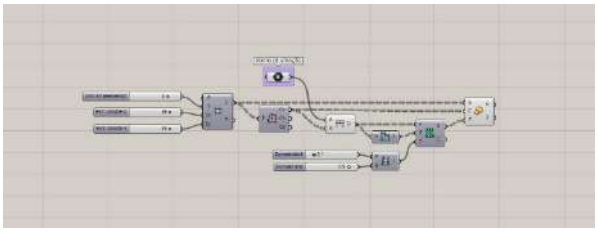


Figura 10 - Código do Exercício Orientado 3.
Fonte: os autores

(4) O Exercício Orientado 4 tratou de um sólido geométrico que, aplicado em outra forma, gerou a estrutura final. Foram abordadas técnicas de modelagem geométrica, algorítmica e parametrização. Consiste em ajustar padrões de um elemento predefinido de acordo com a curvatura da parede parametrizada, sendo a curvatura da parede ajustada através de parâmetros, conforme figuras 11 e 12.

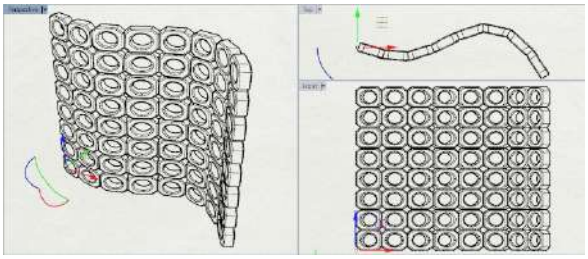


Figura 11 - Exercício Orientado 4.
Fonte: os autores

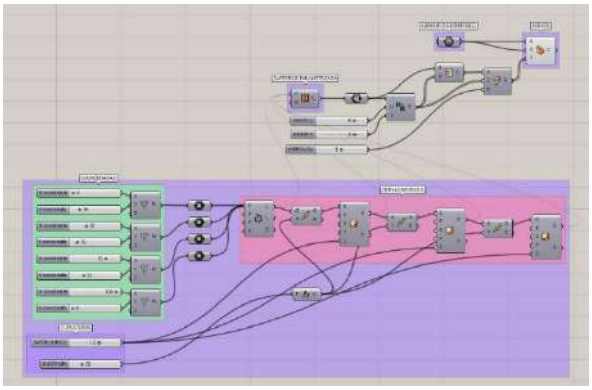


Figura 12 - Código do Exercício Orientado 4.
Fonte: os autores

5 Resultados obtidos

Dos 38 (trinta e oito) cadastrados no workshop, 19 (dezenove) foram participantes efetivos, e participaram de pesquisa de conclusão das atividades que envolveu: a) O entendimento sobre o tema de pesquisa, seus respectivos termos, ferramentas e processos de concepção; (b) O aproveitamento em relação às atividades propostas no workshop; (c) O nível de satisfação dos conhecimentos adquiridos e (d) Os interesses futuros em relação ao tema de pesquisa.

Sobre o entendimento relacionado ao tema de pesquisa, o questionário revelou que 100% dos participantes aumentaram sua compreensão pois possuíam um entendimento bem diferente sobre as técnicas de parametrização e modelagem por meio de programação de algoritmos, antes de serem apresentadas no workshop. Da mesma forma, 100% apontaram a compreensão dos termos apresentados, sanando as dúvidas anteriormente existentes.

A assimilação das ferramentas utilizadas se mostrou coerente, visto que 63% dos participantes revelaram que começaram efetivamente a conhecer as técnicas, conceitos, ferramentas e o pensamento algoritmo durante a aplicação do experimento. Comentou-se, também, sobre a abertura de possibilidades que estes tipos de metodologias podem dar na elaboração das formas e exaltaram ao fato de poder testar outras técnicas de modelagem paramétrica e algorítmica.

Quando o conceito sobre o processo de elaboração de forma (Concepção Formal), em comparação ao modo de concepção de forma em um “processo tradicional”, é testado, há, muitas vezes, uma resistência frente à quebra de paradigma de uso de novos métodos. Os participantes que apontaram que sua percepção frente aos novos conceitos mudou significativamente totalizou 47%; os que indicaram que seu entendimento apenas havia sido alterado totalizou 37% e os restantes 16% não perceberam nenhuma alteração em sua percepção. Quanto às atividades propostas e seu aproveitamento, a tabela 1 ilustra um panorama dos resultados obtidos, com os pareceres dos alunos sobre os exercícios propostos e seu respectivo aproveitamento.

Tabela 1 – Parecer dos alunos e aproveitamento

		Exercício 1 Treliça Parametrizada	Exercício 2 Estrutura Parametrizada	Exercício 3 Painel Parametrizado	Exercício 4 Parede Parametrizada
Parecer dos alunos sobre os exercícios	Baixa complexidade	42%	26%	31%	16%
	Média	53%	63%	53%	32%
	Alta	5%	11%	16%	52%
Aproveitamento dos alunos nos exercícios propostos	Execução integral	58%	53%	68%	53%
	Execução parcial	26%	31%	16%	10%
	Execução com ressalvas	16%	16%	10%	16%
	Não executou	--	--	6%	16%

Fonte: Autores

Sendo assim, em relação à satisfação geral da experiência, 90 % dos participantes consideraram as práticas abordadas interessantes e que possivelmente adotariam em seus projetos. Em relação ao interesse futuro e à continuação dos estudos relacionados ao tema, 95% relataram possuir interesse. Quanto à inserção de conteúdos relacionados ao tema nas grades curriculares de cursos superiores de Arquitetura e Urbanismo, 100% demonstraram interesse.

6 Conclusão

O desafio da aplicação da ação proposta esteve em parte no paradigma projetual já estabelecido nos cursos superiores de Arquitetura e Urbanismo, principalmente no que diz respeito à concepção e à elaboração de forma. Neste sentido, a inserção de novas metodologias, como Design Paramétrico e Modelagem Algorítmica se mostrou bastante rica.

Percebeu-se, durante o processo de investigação, implicações de concepção por meio das novas metodologias propostas em relação ao “método tradicional”, tal como a maneira que os procedimentos são ordenados para se chegar à forma. Este ato processual da concepção, denominado por alguns autores de “pensamento algorítmico”, foi considerado pelos participantes do workshop como a principal alteração no processo de elaboração de modelagens para Arquitetura. De acordo com os participantes, os efeitos da aplicação de conceitos e técnicas de modelagem paramétrica e algorítmica nas fases iniciais da concepção projetual alterou-se significativamente.

O processo de ensino de novas técnicas e conceitos é essencial para o aperfeiçoamento continuado dos futuros projetistas. Para isso, os esforços de pesquisadores em torno de novos modelos projetivos estarão em demonstrar suas aplicações e as possibilidades de gerar resultados cada vez mais ousados, algo que seria demasiadamente sofrível com as ferramentas e métodos tradicionais.

Esta articulação do professor-pesquisador é necessária, pois quando se trata das novas metodologias de projeto, conforme Schön (2000, p. 79), “o estudante não pode inicialmente entender o que precisa aprender. Necessita aprendê-lo fazendo na prática e aprender uma competência nova”. Mesmo que seja complexo para o acadêmico, é essencial para o seu aper-

feiçoamento. Contudo, o mais importante deste processo de investigação foi o fato de perceber que somente a tecnologia não pode gerar forma, é preciso que haja uma integração com o projetista, assim como a propensão do projetista ao novo modo de pensar algoritmicamente.

Referências

CELANI, M. G. C.; VAZ, C. E. V. **Scripts Em CAD e Ambientes de Programação Visual para Modelagem Paramétrica: Uma Comparação do Ponto de vista Pedagógico**. V TIC. Salvador: [s.n.]. Agosto 2011.

EASTMAN, C.; ET AL. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 2ª. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 264 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HERNANDEZ, C. R. B. **Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi**. Design Studies, Cambridge, v. 27, n. 3, p. 309-324, 2006. Disponivel em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X05000876 >. Acesso em: 15 Janeiro 2016.

LEACH, N. **Parametrics explained**. Next Generation Building, Delft, v. I, n. 1, p. 33-41, JAN 2014.

LEE, G.; SACKS, R.; EASTMAN, C. M. **Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system**. Automation in Construction, Oxford, v. 15, n. 6, p. 758-776, Novembro 2006.

MINETTO, C. F. **Um Estudo sobre Curvas NURBS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 111 f. 2003.

NOME, N. Q. **Artefatos Geradores de Microclima: Biomimética, Parametrização e Prototipagem Rápida na Busca por Soluções bioclimáticas para Clima Quente e Úmido**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 137 f. 2015.

RÊGO, R. M. **Educação Gráfica para o Processo Criativo Projetual Arquitetônico: as relações entre a capacidade visiográfica-tridimensional e a utilização de instrumentos gráficos digitais para a modelagem geométrica**. Universidade Federal da Bahia. Salvador, p. 320 f. 2008.

SCHÖN, D. A. **Educando o Profissional Reflexivo: Um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SCHUMACHER, P. **Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design**. Digital Cities, v. 79, n. 4, JUL/AGO 2009.

SILVA, E. **Uma introdução ao projeto arquitetônico**. Porto Alegre: UFRG, 1984. Disponivel em: <https://www.academia.edu/9074715/SILVA_Elvan_-_Uma_Introducao_ao_Projeto_Arquitetonico>. Acesso em: 10 Fevereiro 2016.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, Set/Dez 2005. Disponivel em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>. Acesso em: 15 Janeiro 2016. Tradução de Lólio Lourenço de Oliveira.

RIO 2019
GRAPHICA

ARTIGOS

PESQUISA:
Investigações na área de representação gráfica

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A LEITURA DA IMAGEM LINEAR NO LIVRO ÀGRAFO

ALENCAR, José Salmo Dansa de[1],

Resumo

Este artigo discorre sobre os principais aspectos da estética do desenho na qualidade específica de imagem e conteúdo de livros ágrafos, exemplificados aqui por uma amostragem de obras do maior acervo de livros de artista da Europa. Nessas análises, tratamos de relações entre processo criativo, leitura da imagem linear e suas interações formais e narrativas em livros infantis e HQs, abordando, ainda, a grafia como elemento estético que aproxima a palavra à imagem.

Palavras-chave: desenho; livro ágrafo; narrativa visual; imagem.

Abstract

This paper discusses the main aesthetic aspects of the drawing in the specific quality of image and contents of textless books, exemplified here by a sampling of works from the largest collection of artist books in Europe. In these analyses we deal with relations between creative process, reading of the linear image and its formal and narrative relations on children's books and comics, approaching, also, the aesthetic of the graphic elements that brings the word closer to the image.

Keywords: drawing; textless book; visual narrative, picture.

[1] Instituto Interdisciplinar de Leitura - iiLer / PUC-Rio (salmo.dansa@gmail.com)

1 Introdução

O presente artigo tem origem na tese de doutorado intitulada "Estudo das dimensões do livro ágrafo", defendida em 2018 no Departamento de Arte e Design - DAD, da PUC-Rio, que apresenta uma metodologia de análise específica para o livro ágrafo baseada nas quatro dimensões do espaço/tempo. A pesquisa tomou como objeto livros de conteúdo exclusivamente imagético nas tipologias de maior incidência: os livros de imagem, da Literatura Infantil, e os livros de artista, das Artes Visuais. Em nossa abordagem, nosso foco é a leitura e análise do livro ágrafo, tomando a primeira das quatro dimensões espaciotemporais, em um grupo de obras baseadas no desenho.

A metodologia foi proposta como uma contribuição às análises preexistentes, trazendo fundamentos da Arte e Design para dialogar com os estudos da Literatura e da Pedagogia, campos em que as imagens são primordialmente abordadas em sua relação com o texto. A pesquisa estruturou-se sobre fontes primárias coletadas em três acervos: a coleção de livros históricos da maior biblioteca especializada em Literatura infantil do mundo, a *International Youth Library - IYL*, Munique (2008); o acervo da Biblioteca de Leitura e Literatura Infantil e Juvenil - BLLIJ, constante na Cátedra UNESCO de Leitura, PUC-Rio(2014/2018), que foi laboratório da pesquisa de doutorado supracitada; e a amostragem que, apresentada a seguir, resulta do estágio de doutorado sanduíche realizado no *Research Centre for Artists' Publications* - Weserburg, Bremen, (2017) que detém o maior acervo de livros de artista da Europa.

A partir da apresentação do objeto de estudo nesta breve introdução, o segundo item descreve a constituição de nossa metodologia de análise, baseada na estética aplicada aos livros ágrafos [KANDINSKY, 1996; CARRION, 2011 e FLUSSER, 2005, 2012], especificando cada dimensão que os constitui. Esse segundo item é desenvolvido em três subitens: o primeiro, subitem (2.1), discorre sobre a linha como signo entre a criação e a leitura, apresentando relações entre a produção da imagem e sua leitura, com analogias entre as linguagens verbal e visual [DONDIS, 2015]. O segundo, subitem (2.2), trata da narrativa por imagens recorrendo ao trabalho de autores ligados à Linguística [FAVERO & KOCH, 1983]; à Semiótica [SANTAELLA, 2005; SANTAELLA e NÖTH, 2010]; assim como, à narrativa visual nos livros infantis e histórias em quadrinhos - HQs [NIKOLAJEVA, 2011; Mc CLOUD, 2005, 2007]. O terceiro, subitem (2.3), aborda a grafia como elemento comum à relação entre palavra e imagem, com referências à Poesia Concreta [DONGUY, in THURMANN-JAJES, 2012].O terceiro item apresenta o desenho como imagem poética em livros de artista, abordando a leitura das imagens como parte da análise estética dos livros ágrafos[BACHELARD, 2008, 2009; DARRAS, 1996].

2 As quatro dimensões do livro ágrafo

Um dos aspectos inseridos na composição da narrativa visual é a suspensão que se instaura no fluxo de informações com a passagem da página, funcionando como uma interrupção à sequência entre a página anterior e a posterior. Outro vazio vem das páginas em branco que antecedem o início da narrativa, folhas em branco que têm como função silenciar, preparar o leitor para o início do livro, funcionando como elemento intersticial entre o exterior e o interior do livro. Portanto, assim como os espaços vazios entre palavras, outros vazios atuam com a mesma discrição e pertinência, como uma respiração, evidenciando seus elementos.

Vilém Flusser (2012, p. 105) compara a leitura das palavras e das imagens afirmando que “Essa é, então, a diferença entre a linha de uma só dimensão e a superfície de duas dimensões: uma almeja chegar a algum lugar e a outra já está lá, mas pode mostrar como lá chegou”. Essa demonstração do percurso de uma imagem se concretiza verbalmente, mas, diferentemente do livro escrito, em que o leitor percorre as linhas de texto, convertendo os segmentos dessa linha em sons, passando as páginas uma a uma, o livro ágrafo se abre em duplicidade, mostrando a imagem inteira. Do mesmo modo que a clareza do “pensamento-em-linha”, de uma dimensão [escrita], almeja a completude do “pensamento-em-superfície”, de duas dimensões [imagem], podemos considerar a limitação da imagem quando a comparamos com a integridade do livro.

O artefato livro, em sua forma imagética e material, tem papel fundamental no primeiro contato do leitor com a obra, pela identidade das capas, encadernação e materiais, podendo chegar a uma forma radical, como uma escultura baseada na forma do livro. A narrativa visual, por sua vez, também está atrelada ao artefato, levando em conta a percepção dos elementos estéticos pelos sentidos da visão e do tato, através do olhar e do manuseio da obra.

A imagem é a essência do livro ágrafo, e esse protagonismo é compartilhado por duas dimensões. A segunda é a dimensão da arte final, incluindo cor, volume, texturas e a relação com a página, enquanto a primeira é a dimensão do processo criativo, da linha e suas semelhanças entre o desenho e a escrita. Nesse sentido, ao olharmos para o desenho devemos considerar também o desenho como projeto do livro, considerando o processo de pensamento, mesmo quando a linha do desenho inicial não está presente.

Em sua constituição, nossa metodologia resulta da percepção das quatro dimensões do espaço-tempo e sua aplicação como dimensões estéticas: linha, plano, artefato e narrativa, e as reconhecendo como desdobramentos dos fundamentos trazidos a campo por Wassily Kandinsky no livro: *Ponto, Linha, Plano* (1996). Esses fundamentos foram reelaborados tendo-se em conta o pensamento de Ulisses Carrión (2011, p. 12), que, em seu manifesto, considera o livro como “uma sequência de espaço/tempo”. O protagonismo da imagem e sua pertinência à estrutura espaciotemporal ganham sentido epistemológico no conceito de Vilém Flusser (2002, p. 7) que a entende como “resultado do esforço de se abstraírem duas das quatro dimensões de espaço-tempo, para que se conservem apenas as dimensões do plano”.

2.1 A narrativa por imagens

O estudo das relações entre palavra e imagem tem ampliado o conceito de leitura e a possibilidade de compreensão humana nas relações sociais através das narrativas por imagens e das referências ali engendradas. Por exemplo, Maria Nikolajeva (2011, p. 104) aponta que a compreensão das expressões faciais alheias desenvolve-se na primeira infância, iniciando-se “com o reconhecimento das cinco emoções básicas: tristeza, alegria, medo, raiva e nojo”. Scott McCloud (2007, p. 84) acrescenta “satisfação” a essa lista e, ainda, outras dezoito expressões intermediárias; e, de fato, há uma estreita relação entre a expressão facial e a leitura do livro de imagem, uma vez que a maior parte dessas narrativas é figurativa.

Pode-se dizer que os livros ágrafos exigem mais atenção do leitor letrado do que os livros escritos, demandando olhar minucioso e envolvimento do pensamento em um tipo de imer-

são reflexiva nos elementos da obra. Essa distinção parte das próprias características que diferenciam o ícone e o símbolo na semiótica peirceana, uma vez que, segundo Lucia Santaella e Winfred Nöth (2010, p. 143), o símbolo é "um signo que resulta de hábitos e, consequentemente, de processos de aprendizagem", resultando em uma identificação imediata. O ícone, por sua vez, é sempre uma imagem de representação e, nos livros ágrafos, força o leitor à interpretação e à busca de conexões, sem o apoio imediato da palavra, ampliando, assim, seu vocabulário visual.

Esse vocabulário instrumentaliza a mediação entre o sujeito e o mundo. O leitor tem ao seu dispor a interação entre causa e efeito nas relações entre personagens, páginas e tonalidades cromáticas da história, no desenvolvimento dos temas; e no fluxo narrativo proposto. Essa noção expandiu as fronteiras da Literatura na abordagem das imagens fazendo com que que Favero & Koch (1983) reconsiderassem o que poderia ser chamado de texto, incluindo imagens, como a pintura, o cinema e a arquitetura.

Neste sentido, o entendimento ampliado do termo leitura deve abranger uma série de relações em que o significado será resultado de um processo de mediação visual no qual a palavra tem lugar de referência: sempre como uma ausência silenciosa, nunca uma inexistência. A ideia de leitura de imagens pressupõe algumas relações diretas ou indiretas com as palavras e a narrativa verbal, como nos dois grandes grupos de narrativas visuais que chamamos aqui, por livre associação às definições de Lucia Santella (2005, p. 387), de narrativa espacial, narrativa causal e narrativa sucessiva.

A narrativa espacial tem o encadeamento de sua sequência circunscrito ao espaço interno e à plasticidade do artefato livro, em geral, em uma estrutura circular, aproximando a estrutura material da estrutura narrativa e adequando-se especialmente aos livros ágrafos destinados à infância. As narrativas causais seguem determinada ordem de disposição das imagens e uma tendência para a organização dos fatos em formato de roteiro, possibilitando analogias com outros tipos de narrativa, como o cinema, por exemplo. Nas HQs, ela é associada a uma forma de transição "entre distâncias significativas de tempo e/ou espaço", chamada por McCloud (2005, p. 15) de "cena a cena". As narrativas sucessivas seguem indicações de uma referência cronológica, ou seja, a passagem do tempo é o fator predominante, com uma forma de transição em que "uma única ação é retratada em uma série de momentos", chamada, pelo mesmo autor, de "momento a momento" (Idem, p. 16).

2.2 A linha como signo entre a criação e a leitura

Uma semelhança entre os processos criativos do desenho livre e da ilustração é que ambos necessariamente suscitam imagens mentais que vão se configurando por meio de esboços, tentativas que levam a novas imagens. Essa característica do desenho ligado à imaginação contínua, ou seja, o formular das imagens mentalmente, sem dissociá-las da ação desenho - essa concomitância entre o pensamento e o traço - é o que permite que o desenho seja tanto uma ferramenta para conceber quanto para expressar ideias. No entanto, quando se comparam os processos do desenho livre e da ilustração, uma distinção primordial deve ser estabelecida: a ilustração consiste em uma imagem que se refere sempre a um texto, enquanto o desenho livre, como modalidade artística, deve se sustentar como linguagem autônoma.

Os desenhos lineares, assim como a escrita, trazem em si a identidade do autor, um tipo de caligrafia que os aproxima das imagens poéticas, expondo o mundo interno do artista e o contexto de emergência da obra como partes fundamentais dos processos criativos. Do mesmo modo, as circunstâncias substantivas do ato de desenhar tendem a se tornar índices dessa expressão e da própria poética da imagem gráfica. A imagem que é registrada no papel, a partir da sua função única de construir um discurso, está intimamente ligada ao material com o qual e sobre o qual está inscrita, podendo expor, no universo metonímico de uma folha, o universo pretendido de um livro.

Em um processo idealizado, o impulso das ideias pode ser instrumentalizado, inicialmente, apenas por uma caneta, um papel e o rastro deixado ali, considerando a essência do trabalho. Essa ideia materializada está sempre subjugada pelo caminho intelectual que a produz, assim como, a sua leitura pode seguir um processo inverso: começando da matéria para alcançar um percurso de descrição verbal, uma narrativa. Se existem vários desenhos sobre uma folha, a relação entre eles pode ser entendida nos termos do que Donis Dondis chamou de icono-sintaxe (2015), compreendendo os princípios básicos de organização das imagens e de suas características relevantes para a configuração e posterior decodificação.

Por exemplo, sempre que um ideograma segue uma organização linear horizontal, ele se aproxima da expressão verbal; e essa disposição de desenhos no espaço de uma página de livro pode constituir uma analogia com essa origem, seja na sua invenção, seja na edição da obra. Do mesmo modo, podemos encontrar indicações para a leitura das imagens nas relações de afinidade e semelhança com a leitura verbal a partir da numeração das páginas do livro, indicando o sentido para sua leitura. Mas esse sentido não é necessariamente o tradicional no Ocidente, da esquerda para a direita, podendo fazer referência à tradição oriental a partir de uma simples inversão e, ainda, tomar a forma de uma escrita arcaica, como o antigo *boustrophedon* grego, como uma referência à história do livro.

Essas formas arcaicas refletem-se também na leitura das HQs, de forma que, não só o sentido, mas a própria direção da leitura pode ser subvertida para criar ou negar hierarquias na ordem da leitura. Em livros que trazem uma narrativa espacial, por sua vez, o percurso do olhar tende a penetrar por simulações de espaços internos ao livro, desfazendo também a ideia de continuidade linear e horizontal na narrativa por imagens. Neste sentido, consideramos que, se a leitura é importante para compreendermos o mundo, é importante ter em conta, também, que “compreender algo é compreender a estrutura de que faz parte e/ou os elementos que formam a estrutura” (Carrión, Op. Cit., p. 61).

2.3 A grafia como elemento comum à relação entre palavra e imagem

Vivemos em uma cultura da escrita e, ainda assim, os processos de leitura tendem a excluir os aspectos gráficos e a ignorar a visualidade das palavras, considerando a grafia como elemento acessório. Podemos notar ainda que, a leitura que aprendemos na escola privilegia algarismos e letras no nível da fala, uma vez que, ainda que precisemos dos registros escritos, a fala é reconhecida como a forma essencial do texto poético, sendo o texto manuscrito ou digitado considerados secundários.

Essa ideia decorre do fato de que, para produzir e decifrar o texto escrito, usamos sempre uma estrutura retirada do eixo fonológico [fala], transpondo-a para a forma gráfica. No entanto, esse modo de pensar desconsidera trabalhos sobre a ontologia da expressão humana, como os de Jean Piaget (1968) e Leroi-Gourhan (1965), que indicam a simultaneidade do surgimento da fala e da escrita na evolução humana.

Essa simultaneidade entre o verbal e o visual foi também o cerne da Poesia Concreta, em poemas estruturados a partir dos caracteres ou da pontuação. Jacques Donguy inicia seu artigo intitulado *From Concrete Poetry and Its Origins to Digital Poetry, or Toward an Expansion of Language* (in: Thurmann-Jajes, 2012, p. 46-50) lembrando a figura e o pioneirismo de Haroldo de Campos, e descreve como Pierre Garnier elaborou sua analogia ao silêncio a partir do ponto final: “um ponto que, em sua própria essência, é silencioso”. Nesse sentido, um dos aspectos mais prolíficos da aproximação entre poesia e imagem engendrada pelos poetas concretos foi justamente a possibilidade da inversão da função entre ícone e símbolo gráfico.

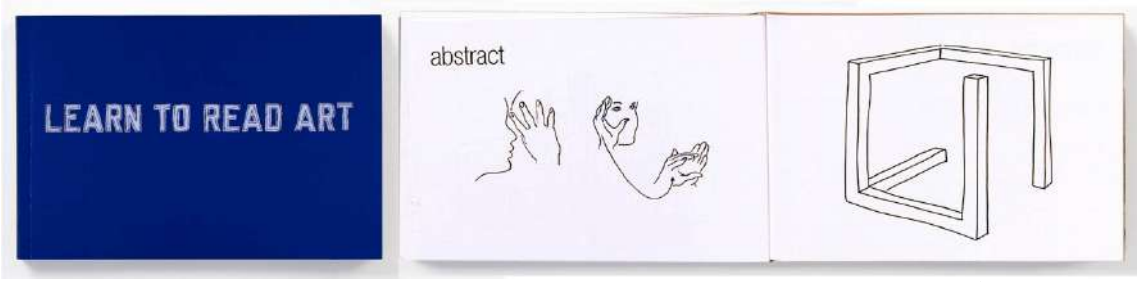


Figura 1 - Capa e trecho interno do livro *LearntoReadArt*, de Amir Brito Cadôr.
Fonte: Research Centre for Artists’ Publications - Weserburg, Bremen.

Uma abordagem da visualidade que une palavras e imagens é o livro *Learn to Read Art* (Belo Horizonte: Andante, 2013), de Amir Brito Cadôr (Figura 1), que traz uma série de 71 temas apresentados simultaneamente em três formas de linguagem: escrita, libras e uma referência da Arte Visual. O que liga essas linguagens em uma unidade gráfica é a configuração em desenhos e tipografia lineares, da mesma espessura e cor, estabelecendo um tipo de metalinguagem gráfica baseada na linha.

O texto escrito é a realização do discurso na primeira dimensão do espaço/tempo, mas as dinâmicas da linha são usadas por poetas e artistas visuais de tantas maneiras que a leitura de um livro de artista contemporâneo exige uma ruptura quase completa com nossos hábitos de leitura. Ou seja, a realidade literária dos nossos dias já não pode dar conta de uma distinção entre a escrita e o desenho do artista. Assim, um pré-requisito para a produção e leitura de livros de artista contemporâneos é a interação entre o escrever e o desenhar nos dias de hoje, tendo em conta seus antecedentes históricos.

Essa transição e interação contínua entre a escrita e o desenho equivale a dizer que a escrita pode tomar forma de um desenho e que o próprio desenho pode ser visto como uma forma de escrita. Encontramos, deste modo, apenas uma expressão gráfica única e indivisível, e isso pode aparecer algumas vezes como uma escrita alfabética e, outras vezes, como uma distinção dela e das grafias simbólicas ou hieroglíficas. Portanto, quando falamos da categoria “livro de artista contemporâneo”, incluindo as aproximações com os livros infantis, devemos referir-nos ao documento ou registro gráfico de um conceito no sentido da convergência de elementos que evocam uma identidade.

3 O desenho como imagem poética em livros de artista

Na teoria renascentista, o desenho é visto como origem do pensamento criativo, tendo precedência sobre a pintura, a escultura e a arquitetura. Por outro lado, as linguagens gráficas baseadas na linha demonstram simplicidade e liberdade no uso de elementos representacionais; semelhança com relação à escrita; um tipo de imediatismo na sua expressão e a busca de sua equivalência na recepção do público. Neste sentido, o desenho pode combinar elementos aparentemente díspares e, ainda assim, preservar uma intimidade visual, intelectual e comunicativa entre artista e espectador, de tal modo que, inseridos na estrutura do livro, essa intimidade é potencializada ao máximo.

A análise dos livros ágrafos a seguir se dá como uma forma de analogia entre as imagens impressas e imagens poéticas e decorre da relação entre texto e imagem em âmbitos aparentemente remotos como os estudos do imaginário, o desenvolvimento do desenho infantil e os estudos da leitura do livro ilustrado. Como forma de aproximar as expressões do desenho e da escrita, tomamos apenas imagens configuradas artesanalmente, privilegiando desenhos mais caligráficos, nos quais se pode perceber o traço do autor.

Interessa-nos, nessas imagens, o aspecto criativo que carregam, evidenciado tanto porque poderiam ganhar complexidade, se acrescentadas cores ou preenchimentos, quanto por constituir a primeira das dimensões espaciotemporais, carregando características criativas análogas aos desenhos de crianças, chamadas por Bernard Darras (1996, p. 22) de “imagens iniciais”.

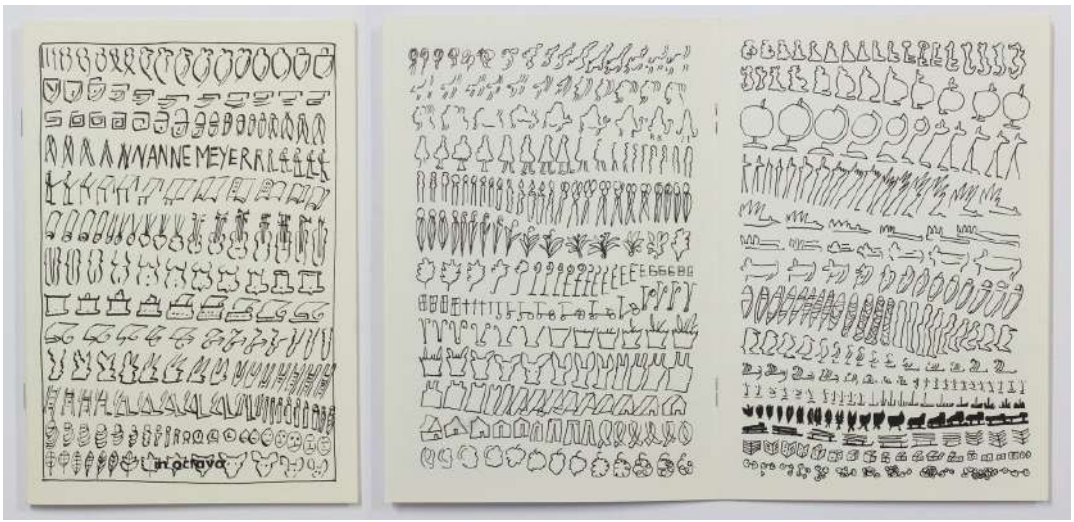


Figura 2: Capa e trecho interno do livro *In octavo 12*, de Nanne Meyer.
Fonte: *Research Centre for Artists’ Publications* - Weserburg, Bremen.

O livro *In octavo 12* (Figura 2) tem formato vertical, encadernação grampeada, tipo brochura, capa simples, no mesmo papel do miolo, trazendo desenhos em conformidade e continuidade com o conteúdo interno da obra, e, ainda, título e autor em desenho caligráfico e impressão offset preto e branco. O miolo traz desenhos lineares, caligráficos, em sequência de transformação gradativa de um para o outro em aproximadamente doze linhas e ocupando toda a extensão das doze páginas. A obra é uma abordagem radical da relação entre os signos lineares da escrita e do desenho, um mergulho lúdico nas afinidades entre as duas linguagens, levando essa afinidade a tal ponto que as palavras constantes na capa confundem-se com as imagens.

Os desenhos são organizados horizontalmente e reforçam o sentido da leitura da escrita aplicada à fruição nos desenhos, assim como a montagem das páginas assemelha-se a uma diagramação, organizando as imagens em sequência, com gradativa transformação de uma para outra. A metamorfose representada aumenta a ligação entre as partes, como a mistura de sons que a fala produz, fundindo inícios e finais das palavras. A obra traz consigo uma poética essencial e impulsiva que decorre da imaginação e dela não se distingue totalmente.

A diversidade de tipos de imagem em livros ágrafos inclui analogias aos recursos de outras categorias, como as HQs e os livros ilustrados, obras em que a leitura se dá pela visão e o tato, enfatizando aspectos da imagem e da própria encadernação. Algumas dessas obras apresentam certo experimentalismo e, nesse sentido, muitos artistas preferem converter, de forma direta, registros de seus processos em conteúdo do livro. Deste modo, e frequentemente, esse experimentalismo se dá na subversão às regras da ilustração, reafirmando que é no jogo dessas linguagens que o trabalho encontra força estética.

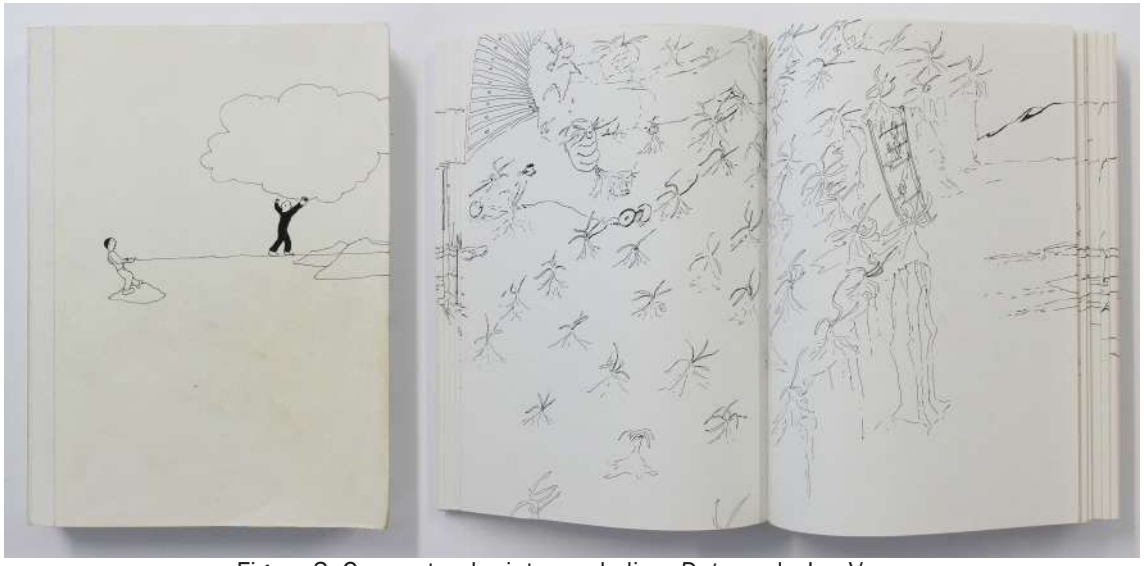


Figura 3: Capa e trecho interno do livro *Detour*, de Jan Voss.
Fonte: *Research Centre for Artists' Publications* - Weserburg, Bremen.

O livro *Detour* (Figura 3) tem formato vertical, encadernação que combina dobradura (sanfonada) e costura, capas em papel semelhante ao miolo e sem informações escritas, integradas à narrativa visual. A obra é configurada por meio de um desenho linear que ocupa todas as páginas, indo, ininterruptamente, do começo ao fim do livro, adequando-se à forma do objeto. Deste modo, mesmo com as folhas fixadas pela costura do lado esquerdo, as dobras são mantidas no lado direito do livro. O início e o final do livro têm, cada qual, uma figura segurando uma linha sobre a qual um equilibrista caminha, linha esta que percorre toda a parte interna do livro.

As imagens trazem afinidades com os desenhos de livros infantis, ainda que atenuadas pela ausência de cor e descaracterização proposital das capas tradicionais, deixando a imagem em seu estado inicial, evitando, assim, que elementos decorativos desviem a atenção do conceito que rege a obra. O tipo de encadernação atribui materialidade diferenciada a obra, instaurando um diálogo fundamental com o sentido de infinitude da narrativa presente nos desenhos, uma vez que a cena que percorre todo o livro acontece no espaço que é uma representação do "céu".

Nesse sentido, o livro é um artefato constituído de um número limitado de páginas, superfícies que, somadas, constituem o volume; portanto, o acesso ao seu valor estético decorre do diálogo entre as imagens no seu interior e o volume exterior do artefato, na simultaneidade dos sentidos visual e tátil. A fruição estética constitui-se de aspectos predominantemente individuais e intimistas que só se realizam com sua abertura e o adentrar as páginas. Tomando a relação entre o interior e o exterior, engendrada por Bachelard (2008, p. 98), podemos dizer que no momento em que o livro se abre não há mais dialética, tudo é novidade. “E até, supremo paradoxo, as dimensões do volume não têm mais sentido porque uma nova dimensão acaba de se abrir: a dimensão da intimidade”.

A leitura dessas imagens abrange, então, essa relação do leitor com a página e com o artefato. Nessa passagem, a estrutura física dialoga com a estrutura narrativa por um fio condutor que é representado pelo desenho. Numa visão global da narrativa, as imagens ganham significado pela sequencialidade e complementaridade dentro do conjunto de páginas; e, nesse sentido, um importante aspecto dessa narrativa é a qualidade de conexão entre as páginas, estabelecida em sua formulação.

Alguns códigos da imagem foram cunhados no universo das HQs, como o deslocamento de uma figura da esquerda para a direita em determinado enquadramento podendo ser lido como um movimento de progressão. Linhas verticais traçadas acima de uma figura posicionada no espaço vazio do papel significam que a figura está em queda livre. Ainda neste sentido, a repetição de uma personagem numa sequência de quadros e em diferentes posições são índices de uma narrativa visual que pode ter diferentes significados de acordo com o leitor, sua cultura, sua experiência com as imagens.

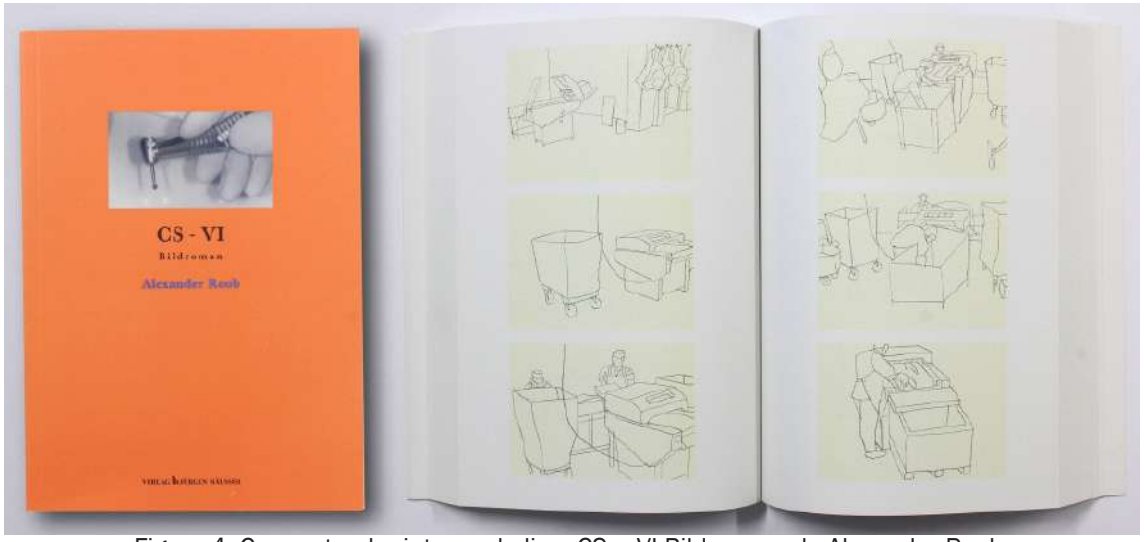


Figura 4: Capa e trecho interno do livro CS – VI Bildroman, de Alexander Roob.
Fonte: *Research Centre for Artists’ Publications* - Weserburg, Bremen.

A ideia de uma gradação de abrangências é, de certo modo, análoga às formas de representar o movimento na narrativa visual como recursos para representar deslocamentos, aproximações e modificações por acréscimo ou subtração gradativa de elementos ou partes da imagem. Esse repertório da linguagem gráfica resulta diretamente da intensa produção das HQs e sua influência como estratégias de construção de narrativas visuais em outros meios, como nos desenhos do livro *CS - VI Bildroman*. A obra tem formato vertical, enca-

dernação costurada e colada, capa simples de cartão, com imagem fotográfica em preto e branco, e trazendo título, autor e editor sobre um fundo de cor laranja.

O miolo traz uma sequência de desenhos organizados em colunas verticais que parecem resultar de um processo de desenho de observação. As cenas ganham forte aspecto narrativo pelos deslocamentos e sequencialidade atribuída por acréscimo ou subtração gradativa de elementos dos desenhos. A influência das HQs está presente na utilização das de imagens lineares, por estarem compartimentadas em quadros que as destacam do papel e seguir uma sequência lógica ao longo das 520 páginas. Essa extensão e a ausência de elementos fundamentais da caracterização de personagem e da sua expressão fazem com que a obra em questão se mantenha à margem da linguagem das HQs, aproveitando mais seus elementos narrativos.

Essas formas de narrativa gráfica tomam o desenho como meio expressivo, mas também como um tema em si, ao abordar o lado lúdico das HQs e da Literatura Infantil. A *Pop art* ampliou caminhos para hibridizações com esse universo nos anos 1960, abrindo novos caminhos para a fantasia e a criatividade das representações ligadas à infância. Por essa via de ludicidade, concordamos com Bachelard (2009, p. 96), quando afirma que "o mundo do devaneio da infância é grande, maior que o mundo oferecido ao devaneio de hoje". As imagens miniaturizadas ou agigantadas de Gulliver, Alice, Narizinho são imagens simples que enfatizam imensidades; esses saltos da imaginação também estão impregnados em alguns desses livros de artista.

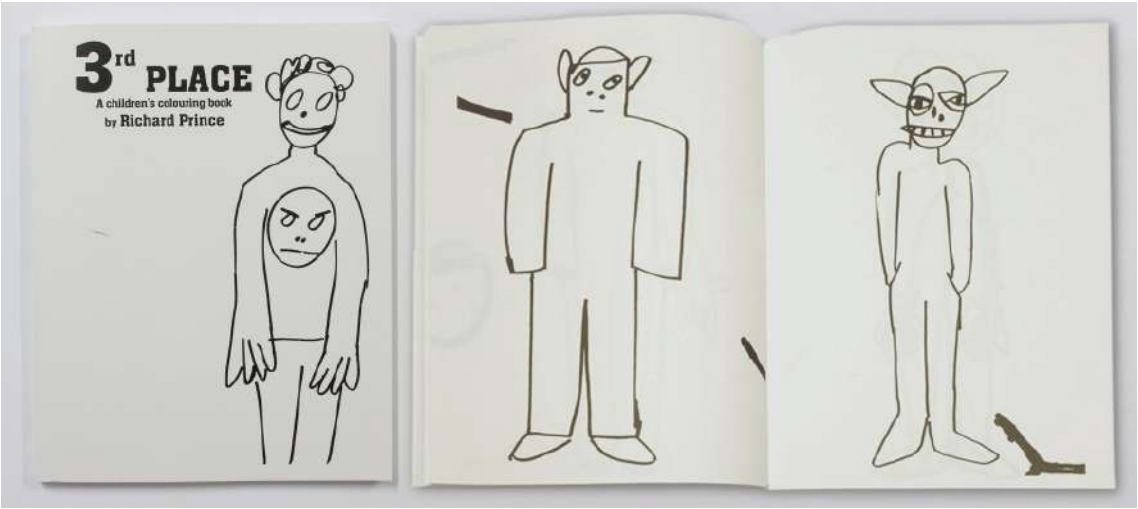


Figura 5: Capa e trecho interno do livro *3rd place*, de Richard Prince.
Fonte*: Research Centre for Artists' Publications* - Weserburg, Bremen.

O livro *3rd place* é também um exemplo de paródia sobre um tipo específico de livro infantil, os 'livros para pintar'. A obra tem formato vertical, encadernação colada, capa em cartão plastificado, trazendo desenho semelhante aos do miolo e informações como título e autor. O miolo traz oitenta páginas com desenhos lineares, semelhantes aos desenhos de criança, e o conceito que rege a obra é justamente a inversão que está no uso de traço caligráfico de aparência infantil feita por um artista adulto em analogia aos livros para pintar. Essa inversão de papéis entre autor/desenhista e leitor/pintor evoca a abrangência da imaginação sobre a representação, traduzida pelas palavras de Bachelard (Op. Cit., p. 159)

quando afirma que, “na linha de uma filosofia que aceita a imaginação como faculdade básica, pode-se dizer, como Schopenhauer: ‘o mundo é minha imaginação’”.

Numa relação imaginada entre o livro de Prince com a infância é possível imaginar cores; cada um pode imaginar suas próprias cores sobre os desenhos do livro. Quando o artista produz desenhos que parecem desenhos de criança, ele evoca a imaginação do leitor, relativizando o aspecto autoral, subjugando-o à poética do livro. Assim, estabelece-se um contato entre as imagens de infância do livro e a memória afetiva do leitor. “A infância vê o mundo ilustrado, o mundo com suas cores primeiras, suas cores verdadeiras. O grande outrora que revivemos ao sonhar nossas lembranças de infância é o mundo da primeira vez. Todos os verões da nossa infância testemunham o eterno verão” (Idem, p. 112).

4 Conclusão

Em resumo, pode-se dizer que a leitura de um livro ágrafo resulta do estabelecimento de uma relação de intimidade e abertura recíproca entre o leitor e o artefato. Nesse encontro, atributos estéticos da imagem linear são pontos de atração e condução do olhar pela narrativa visual em interação com outras linguagens visuais e suas poéticas de imaginação, expressividade, infinitude e diálogo com a palavra. Neste sentido, apontamos a importância dos processos de produção e fruição estética para entendemos as interações entre o escrever e o desenhar nos dias de hoje como premissas para a produção e leitura de livros de artista contemporâneos. Essas qualidades da forma gráfica comuns à escrita e ao desenho podem ser consideradas hoje como uma expressão única e indivisível, entendida aqui como essência criativa e documental que repercute na compreensão de todas as dimensões espaciotemporais do livro ágrafo.

Referências

BACHELARD, G. **Poética do espaço**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

_____. **Poética do devaneio**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

CARRIÓN, U. **A nova arte de fazer livros**. Belo Horizonte: C/Arte, 2011.

DARRAS, B. **Au commencement était l’image. Du dessin de l’enfant à la communication de l’adulte**. Paris: ESF, 1996.

DONDIS, D. **Sintaxe da Linguagem Visual**. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

FLUSSER, V. **Filosofia da caixa preta**. São Paulo: Relume Dumará, 2005.

_____. **O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

McCLOUD, S. **Desvendando os quadrinhos**. São Paulo, M. Books, 2005.

_____. **Desenhando quadrinhos**. São Paulo, M. Books, 2007.

NIKOLAJEVA, M. **Atribuição de estados mentais através da palavra e imagem**. Leitura em Revista, Cátedra Unesco de Leitura, PUC-Rio, nº 3, out. 2011.

SANTELLA, L. **Matrizes da linguagem e pensamento**: sonora, visual, verbal: Aplicações na hipermídia. São Paulo: Iluminuras: Fapesp, 2005.

_____; NÖTH, W. **Estratégias semióticas da publicidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

DONGUY, J. **From Concrete Poetry and Its Origins to Digital Poetry, or Toward an Expansion of Language**. In: THURMANN-JAJES, A. (Org.) Poesie – Konkret / Poetry – Concrete: (Schriften reihe für Künstlerpublikationen. Volume 7. German/English). Cologne: Salon Verlag, 2012.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A NATUREZA DA FORMA E AS FORMAS DA NATUREZA: O DESENHAR COMO MEIO DE APREENSÃO E ENTENDIMENTO FORMAL

ARAÚJO, Dorcas[1],
GALDINO, Yara[2],
SANTOS, Lucas Luan dos [3]

Resumo

Este artigo apresenta a experiência realizada em projeto de pesquisa desenvolvido com alunos de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFMT. Na experiência que apresentamos o desenho foi utilizado como meio de entendimento das formas de elementos da natureza, com o objetivo de conhecer seus princípios estruturantes, e desta forma auxiliar os alunos a construírem uma compreensão e percepção mais intuitiva dos sistemas estruturais utilizados em arquitetura. Neste artigo enfatizaremos a utilização do desenho a mão livre como instrumento de construção de conhecimento. As discussões que embasam esta experiência procuram fazer um diálogo com o pensamento de autores da arquitetura, antropologia e filosofia, que respaldam o entendimento do movimento das mãos como uma extensão da atividade cerebral. O desenho se mostrou adequado para o entendimento dos princípios estruturantes das formas da natureza, pois o ato de desenhar além da observação, inclui conhecimento oriundo da memória (repertório) e também produz novos conhecimentos que realimentam esta memória. Um processo que é desenvolvido a partir da relação entre o movimento das mãos e o pensamento.

Palavras-chave: desenho, princípios estruturantes, arquitetura, forma.

Abstract

This article presents the experiment made in a research project developed with UFMT's architecture graduation students. On this experience, the drawing was used as a way of nature's elements shape understanding, with the goal of cognizing its structural principles, helping thus the students to build an intuitive comprehension and perception of the structuring principles used in architecture. In this article we'll emphasize the using of hand drawing as an instrument of construction of knowledge. The discussions that underpin this experience seek to make a dialogue with the thoughts of architecture, Anthropology and philosophy authors, who support the understanding of hand movement as an extension of cerebral activity. The drawing showed to be appropriate for the understanding of nature's shapes structural principles, because the act of draw, besides observation, includes knowledge native from memory and also produces new insights that feed the memory. A process that is developed from the relation between hands movement and thought.

Keywords: Drawing, Structuring principles, Architecture, Shape.

[1] Professora Drª do Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Mato Grosso – dorcasaraujo@gmail.com
[2] Professora Drª do Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Mato Grosso – yayanog@hotmail.com
[3] Discente do curso de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal do Mato Grosso – lukasboreal1@gmail.com

1 Introdução

Este artigo vem apresentar a experiência vivenciada no Projeto de Pesquisa ***A Natureza da Forma e as Formas da Natureza*** desenvolvido no âmbito do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso, com alunos do 4º e 5º semestre. A pesquisa foi pensada no sentido de melhorar o entendimento de sistemas estruturais por alunos de arquitetura e urbanismo de maneira a se pensar em formas que se estruturam para o projeto de arquitetura, ao invés de se pensar em lançamento de estruturas após definições formais do projeto arquitetônico. Tivemos como hipótese que o estudo minucioso das formas da natureza utilizando o desenho de observação e posterior análise pode contribuir para uma compreensão mais intuitiva dos princípios estruturantes das formas. Assim, o projeto de pesquisa se propôs a estudar as formas de elementos da natureza, com o objetivo de enriquecer e ampliar o entendimento formal desses elementos e os seus princípios estruturantes. Este artigo enfatiza o uso do desenho de observação como instrumento de investigação, com respaldo na bibliografia de base e na experiência obtida na fase de levantamento de dados da referida pesquisa acadêmico-científica.

Desenhar é um antigo código de linguagem (LOPES e VASCONCELOS, 2017) usado como forma de expressão e comunicação em diversos campos de estudo, permeando grande parte do processo criativo em arquitetura, design e artes. Nos cursos de arquitetura, o desenho a mão livre tem sido usado principalmente como instrumento de treinamento do olhar, de observação e de representação. Havendo um esforço direcionado em aperfeiçoar a própria técnica de desenho, buscando apurar a representação e a fidelidade do que está sendo observado. Este treinamento se faz necessário porque o desenho a mão livre é uma importante técnica de representação em arquitetura, capaz de expressar tanto elementos existentes quanto elementos imaginados (projetados).

Além dessas funções de representação e imaginação o desenho também pode ser usado como um instrumento de apreensão e de aquisição de conhecimento (ARRUDA e CASTRAL, 2018). Neste artigo apresentamos parte da pesquisa, em que o desenho foi utilizado como meio de apreensão e entendimento das formas de elementos da natureza e desta forma permitir que os alunos construam uma compreensão e percepção mais intuitiva das estruturas arquitetônicas.

Nesse processo de aproximação com o objeto de estudo, nos propusemos a identificar no meio natural, elementos que despertassem interesse, seja pela simplicidade ou pela excentricidade da solução formal apresentada. Cabe ressaltar que a escolha dos elementos para levantamento e análise teve respaldo em estudos teóricos sobre sistemas estruturais em que a função e a forma são princípios indissociáveis.

Cada elemento da natureza observado foi estudado a partir de desenhos a mão livre, englobando desenhos da constituição geral de sua morfologia, acrescidos de representações próprias do desenho técnico, como seções transversais, longitudinais, e detalhamentos que buscaram compreender a constituição da forma estudada, procurando encontrar sua ordem, sua organização e sua estrutura. Uma vez que a pesquisa envolveu elementos da natureza, que por sua vez se comportam de formas distintas, foi preciso direcionar o olhar de modo a selecionar a melhor maneira de explicar graficamente elementos e informações relevantes a pesquisa.

Neste processo estimulamos questionamentos a respeito do "*porquê da forma".* Utilizou-se um diálogo com a biologia para compreender as funções dos elementos estudados, bem como as demandas de seu *habitat*. Em cada elemento da natureza estudado foi feita a observação e análise através do desenho, procurando responder *quais as suas funções* e quais soluções foram encontradas pela natureza para se adaptar as condições do meio. Sempre tendo como objetivo, construir uma analogia entre as soluções formais e estruturais encontradas na natureza, com as soluções utilizadas ou possíveis de utilização na arquitetura.

Compreendendo o desenho como articulador e aglutinador de ideias, podemos dizer que estamos interessados no ato de *desenhar* e não apenas em seu desfecho, o *desenho* em si. Não diminuindo a importância do desenho como instrumento de comunicação, mas estamos interessados pelo percurso que cada aluno membro da pesquisa trilhou para perceber, compreender e transmitir seus entendimentos formais.

As discussões que embasam as reflexões feitas no artigo, procuram fazer um diálogo interdisciplinar com a arquitetura, antropologia e filosofia, buscando ampliar a compreensão a respeito do uso do desenho como instrumento de apreensão das formas, e a relação que se estabelece entre objeto e observador através do desenho. O próprio ato de desenhar se constituiu um meio de interação com o objeto, sendo indissociáveis nesse processo a percepção, a memória e a imaginação daquele que desenhava (MERLEAU-PONTY, 1971, INGOLD, 2011, LOPES E VASCONCELOS,2017).

2 Compreensão da forma através do desenho à mão livre

Na compreensão da relação entre aquele que desenha e o desenho foi essencial o pensamento do antropólogo inglês Tim Ingold. Ingold (2011) propõem pensar a arquitetura como uma disciplina que partilha com a arte e a antropologia o interesse em explorar os processos pelos quais percebemos e nos relacionamos com o mundo e sua materialidade.

Para INGOLD (2011) as propriedades dos materiais, não podem ser identificadas como atributos essenciais e fixos, seriam ao contrário, propriedades processuais e relacionais. Estes atributos não seriam objetivamente determinados, nem subjetivamente imaginados, e sim experienciados através do *fazer,* da interação corporificada com os materiais.

O pensamento de Ingold se alinha com o pensamento do arquiteto finlandês Juhani Pallasmaa, quando este destaca o papel do corpo na apreensão em arquitetura. Ambos acreditam que as mãos são agentes de percepção da essência dos materiais e da matéria sendo um importante instrumento de interação com o mundo externo, entendidas como uma ligação direta à atividade cerebral.

Nesse sentido, Pallasma (2017) traz o entendimento de que as mãos possuem papel ativo na construção da representação do que está no plano do imaginário. Nessa interação o movimento das mãos é parte do raciocínio e não uma resposta a ele.

A realização de desenhos de elementos da natureza nos permitiu concordar com Ingold quando ele diz que descrever as propriedades dos materiais, é contar as histórias do que acontece com eles enquanto fluem, se misturam e se modificam (INGOLD, 2011). A pesquisa nos permitiu observar que o desenho é capaz de fazer uma síntese dessa relação entre o movimento das mãos, a observação, a memória e a imaginação, pois esses desenhos

incluíam não apenas o que estava sendo visto, mas também o entendimento dos alunos a respeito dos princípios estruturantes que estavam sendo percebidos através do desenho.

3 Natureza da forma

A natureza é parte integrante da arquitetura, pois é ela quem rege as forças aos quais os elementos arquitetônicos estão submetidos e aos quais devem resistir. Forças que de mesmo modo, atuam sobre os demais corpos e elementos, incluindo os que compõem a própria natureza. Plantas, animais, minerais e os próprios seres humanos possuem, assim como as edificações um sistema estruturante. Salvadori (2006) defende que o entendimento intuitivo do comportamento estrutural, deriva tanto de nossa experiência física pessoal como de nossa percepção das formas estruturantes da natureza.

Para construir um repertório de entendimento formal, realizamos estudos específicos em sistemas estruturais de edificações, utilizando autores como Yopanan Rebello (2017), Salvadori (2006) e Engel (1981). Estudos que permitiram uma percepção direcionada e qualificada dos elementos em análise. Os desenhos de observação realizados nesta pesquisa foram construídos buscando enfocar características específicas desses elementos.

Segundo Arnhein (2005, pg. 146) toda reprodução através do desenho é uma interpretação visual. Desenhos com objetivos técnicos ou científicos preveem um conhecimento prévio do desenhista, que procura evidenciar proporções, relação entre as partes, texturas, ângulos, escolhendo características reveladoras, e fatos relevantes que interessam ser comunicados (ARNHEIN, 2005).

Neste sentido foram realizados estudos buscando conhecer uma diversidade de formas, englobando elementos de diferentes portes e morfologia, como espécies arbóreas, arbustivas, fungos, teias, colmeias e até mesmo o corpo humano. Neste artigo apresentaremos o estudo de dois desses elementos, procurando demonstrar a relação do desenho a mão livre com a percepção do objeto e seu entendimento formal.

Uma das espécies arbóreas estudadas foi o mamoeiro (*Carica papaya L.*). Uma espécie popularmente conhecida, mas que no levamento apresentou informações que ainda não eram explícitas. Por exemplo, o ato de desenhar a nervura das folhas, permitiu um melhor entendimento da função dessas nervuras, de proporcionar equilíbrio, aumento de área para absorção de luz, escoamento de água e principalmente a relação destas funções com a sua morfologia .

Foi observado que a folha possui pequenas estruturas que lhe conferem uma forma constantemente aberta para aproveitar o máximo da luminosidade solar, atendendo à necessidade biológica de fotossíntese. As reentrâncias formais da folha do mamoeiro permitem o rápido escoamento de água, evitando o seu acumulo e consequente excesso de carga em sua estrutura (Figura 01).

A compreensão obtida a partir do desenho do mamoeiro trouxe informações sobre princípios estruturantes utilizados nas formas da arquitetura, como o *balanço*, que para possuir equilíbrio requer uma seção mais espessa próxima ao apoio e mais esbelta nas extremidades. Podemos observar que a haste da folha do mamoeiro possui maior secção na parte em que se apoia no tronco e se afina à medida que se distancia do apoio.

Na arquitetura o *balanço* ocorre quando parte da forma fica afastada do apoio principal, onde uma ou mais extremidades não possuem apoio, levando a uma percepção de estarem suspensas no ar. Este é um princípio estruturante típico das espécies arbóreas, onde há um apoio principal (tronco), de onde partem diversos sistemas em balanço (galhos). O espessamento da seção próximo ao apoio é uma solução encontrada tanto na natureza, quanto na arquitetura (Figura 02).

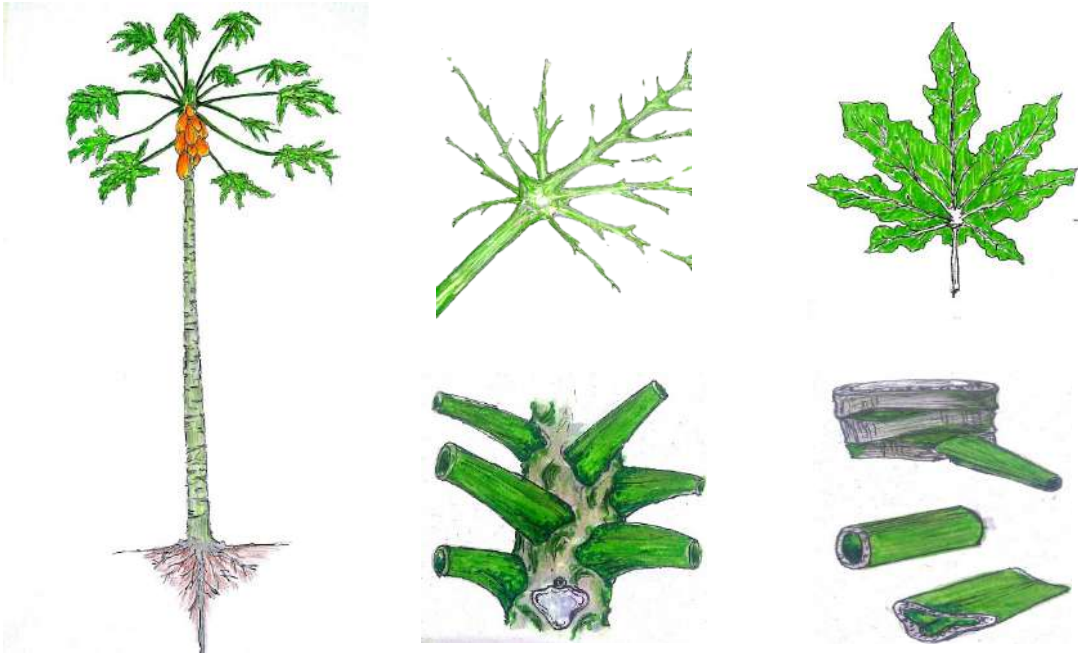


Figura 1 – Desenhos de estudo a mão livre – Mamoeiro (*Carica papaya L.*).
Fonte: acervo da pesquisa. Desenho: Lucas Luan dos Santos, set. 2018.

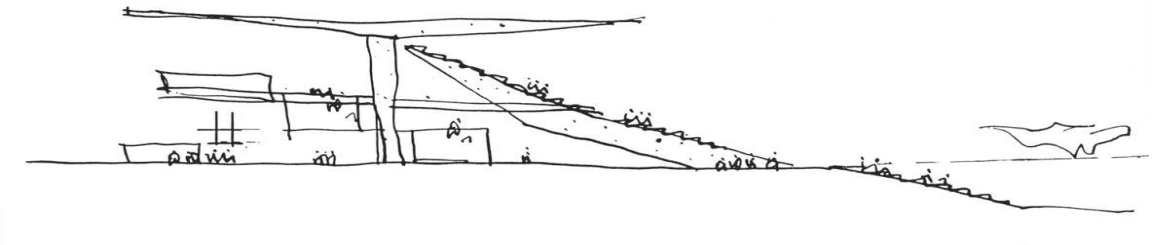


Figura 2 – Croqui de Paulo Mendes Rocha – Estádio Serra Dourada – Goiânia GO.
Fonte**:** Fracalossi, I. Lições Instantâneas, 2012. (Disponível em https://www.archdaily.com.br/br/01-21796/licoes-instantaneas-3-5-joao-diniz?ad_medium=gallery)

Ainda sobre os estudos com espécies da flora, enquanto algumas se mostraram significativas por seu comportamento estrutural, outras se descavam pela maneira como se adaptaram ao meio e como suas formas amenizam as adversidades, principalmente do clima, garantindo a sua sobrevivência, como é o caso do mandacaru (Figura 3).

O mandacaru, espécie nativa da caatinga brasileira, é uma cactácea resistente ao clima semiárido do nordeste do país, com a grande incidência solar em todo o período do ano, além de temperaturas elevadas combinadas a longos períodos de secas. Seu desenvolvimento depende da otimização da pouca água que tem acesso, ou seja, ele precisa armazenar, consumir pouco e evitar a perda de água. Ao mesmo tempo em que precisa se proteger da intensa radiação que lhe desidrata, e se estabilizar no solo seco.

Figura 3 – Desenhos de estudo a mão livre – Mandacaru (Cereus jamacaru).
Fonte: acervo da pesquisa. Desenho: Lucas Luan dos Santos, set. 2018.

Todas essas condicionantes enfrentadas pela espécie, geraram adaptações que podem ser observadas na sua composição formal ao mesmo tempo que nos instigaram sobre a possibilidade da cactácea ser uma referência para uma arquitetura voltada a eficiência bioclimática, em um cenário cada vez mais preocupado com a sustentabilidade das edificações.

Dentre as estratégias observadas no mandacaru podemos citar o sombreamento pela própria forma, em que a natureza resolveu o problema do aquecimento dos cactos com "costelas refrescantes" (TRIBUTSCH, 1984), onde estes protegem a superfície dos raios solares, através da sombra gerada pelas nervuras. Os planos alternados de luz e sombra gerado pelas nervuras verticais criam espaços, nos quais ocorre fluxo de ar por convecção gerando o resfriamento da planta.

A estratégia formal do mandacaru nos remete ao sistema de brises utilizados em arquitetura, com a função de sombrear, filtrar ou direcionar a entrada de luz, formando bolsões de circulação de ar nesses vãos sombreados, reduzindo o aquecimento dos ambientes (Figura 4).

Figura 4 – Esquema de auto-sombreamento – Votu Hotel – Bahia, GCP Arquitetura e Urbanismo.
Fonte**:** Aprendendo com a natureza: conheça o projeto do Votu Hotel – 2018 (Disponível em https://www.archdaily.com.br/br/887431/aprendendo-com-a-natureza-conheca-o-projeto-do-votu-hotel)

4 Conclusão

A ação do traçar sobre o papel, expressa o pensamento e o estimula, funcionando como um circuito. No desenho de observação de caráter analítico, a representação se torna a expressão do que está sendo visto, e que irá a cada novo olhar, desencadear camadas de significados alimentadas pelo processo de cognição.

O ato de desenhar instigou perguntas, que permitiram (re)observar o elemento para assim compreender questões pertinentes à pesquisa, como o equilíbrio formal e as proporções entre suas partes. Detalhes que passariam despercebidos em uma observação (mesmo que atenta) se revelaram através do desenho à mão livre, permitindo que as formas fossem percebidas de maneira diferente do que eram apenas quando observadas. Alguns detalhes como proporções e angulações foram percebidos somente enquanto se desenhava. É como se as formas fossem se revelando mais claramente com o movimento das mãos, como se fossem "tateadas" pelo ato de desenhar.

O entendimento da forma estruturante da haste das folhas do mamoeiro e de sua fixação ao tronco com maior espessamento de sua secção proporciona ao estudante de arquitetura o conhecimento de que ao projetar formas em balanço, deve-se prever que a própria forma auxilie na sustentação do seu peso, possuindo maior robustez próximo ao apoio e maior esbeltez à medida que se distancia do apoio.

Foi possível observar também que as formas da natureza além das funções estruturantes, são adaptadas às suas necessidades biológicas, como foi mostrado no Mandacarú, que devido às necessidades de se proteger contra a incidência direta do sol e da perda de água, se protege com o auto sombreamento.

No caso específico deste trabalho o desenho se mostrou adequado para o entendimento dos princípios estruturantes das formas da natureza. Pois o ato de desenhar além da observação, inclui conhecimento oriundo da memória e também produz novos conhecimentos que realimentam a memória. Um processo que é desenvolvido a partir da relação entre o movimento das mãos e o pensamento.

Evidenciando que o desenho é capaz de enriquecer o olhar e o entendimento formal e mais intuitivo dos sistemas estruturais no curso de Arquitetura e Urbanismo, podendo auxiliar os alunos na concepção formal arquitetônica de maneira indissociável da função estrutural e de adaptação ao meio em que será inserida.

Referências

ARHHEIN, R. 2005. **Arte e percepção visual. Uma psicologia da visão criadora**. Nova versão. São Paulo: Pioneira Thonson Learning.

ARRUDA, M. J. A., CASTRAL, P. C. 2018. **Ensino de desenho de observação: estudo do processo perceptivo na formação em arquitetura**. Revista Brasileira de Expressão Gráfica. Vol. 6, Nº. 1, ISSN 2318-7492, 17p.

ENGEL, H. **Sistemas Estruturais**. São Paulo: Editora Hemus, 4º Edição, 1981. 273p.

INGOLD, TIM, 2011. **Estar Vivo: ensaios sobre movimento, conhecimento e descrição.** Coleção Antropologia. Petrópolis RJ: Vozes. 390p.

LOPES e VASCONCELOS, 2017**. "Sentir através de": a produção de imagens multisenssoriais no ensino do desenho.** XII International Conference on Graphics Engineering for arts and design.

PALLASMAA, Juhani. 20017. **Habitar**. Trad, Alexandre Salvaterra. São Paulo: Gustavo Gili.

REBELLO, C.P. YOPANAN, 2017. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Edtora Zigurate, 12º Edição.271p.

SALVADORI, M. 2006. **Por que os edifícios ficam de pé: a força da arquitetura.** São Paulo: Martins Fontes.

TRIBUTSCH, Helmut. **How life learned to live: Adaptation in nature**. Pocket edition. Mit Pr, 1985.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

NORMAS TÉCNICAS X REPRESENTAÇÃO GRÁFICA NA ERA DIGITAL: ADEQUAÇÃO NECESSÁRIA?

COUTINHO, Henrique J. S.[1],
MARAGNO, Gogliardo V.[2],
NUNES, Cristina C.[3].

Resumo

A normatização da representação gráfica em projetos de arquitetura justifica-se para garantir um meio físico preciso de comunicação entre a criação de projetos e a execução de obras ou produtos. Com as transformações sobrevindas da representação digital, as normas técnicas mantém sua importância objetivando a interpretação universal do desenho, mas talvez demandem nova abordagem. A pesquisa propõe investigar aspectos da compatibilidade da representação gráfica na era digital com as normas técnicas vigentes a partir de estudo comparativo de sua aplicação em desenhos técnicos manuais, anteriores e posteriores ao estabelecimento da norma, com a representação gráfica digital. Busca detectar eventuais ausências ou discrepâncias e avaliar necessidade de atualização das normas técnicas diante do advento da representação gráfica digital.

Palavras-chave: representação gráfica, projeto arquitetônico, representação digital, normas técnicas

Abstract

The standardization of graphic representation in architectural projects is justified to guarantee an accurate physical means of communication between the creation of projects and the execution of works or products. With the transformations of digital representation, technical norms maintain their importance aiming at the universal interpretation of the drawing, but may require a new approach. The research proposes to investigate aspects of the compatibility of the graphic representation in the digital age with the current technical standards from a comparative study of its application in manual technical drawings, before and after the establishment of the standard, with digital graphic representation. It seeks to detect possible absences or discrepancies and to evaluate the need to update technical standards in view of the advent of digital graphic representation.

Keywords: graphic representation, architectural design, digital representation, technical standards.

[1] Universidade Federal de Santa Catarina, henrique.coutinho@ufsc.br
[2] Universidade Federal de Santa Catarina, gogliardo.maragno@ufsc.br
[3] Universidade Federal de Santa Catarina, criscnunes@gmail.com

1 Representação gráfica e projeto

Representação gráfica e projeto de arquitetura têm relação unívoca amoldada ao longo da história. O processo projetual ocorre a partir de representações que antecipam principalmente através do meio gráfico uma intensão de transformar um dado ambiente ou lugar. O resultado de um projeto inicialmente concebido por alguém através da formação da imagem precisará ser comunicado de maneira codificada para ser corretamente compreendido e executado por outras pessoas (BARKI, 2000), restando clara a necessidade de domínio dos sistemas e códigos de representação da realidade.

As relações entre percepção, realidade e representação vêm sendo estudadas desde a Antiguidade Clássica através da filosofia e geometria. No período do Renascimento estes estudos se aprofundaram através da aplicação de métodos científicos na expressão gráfico-visual, buscando agregar credibilidade à representação principalmente através das teorias e equipamentos que proporcionaram a técnica da perspectiva linear. A criação da geometria descritiva no século XVIII por Gaspard Monge irá propiciar a representação precisa das formas do espaço sobre o plano, contribuindo para viabilizar o processo industrial ao permitir a produção sistemática de peças mecânicas, além do desenvolvimento de artefatos e fortificações militares, e da arquitetura e edificações em geral. Neste período pode então ser formatado o Desenho Técnico como disciplina científica que embora seja simbólico, ao unir desenho geométrico com geometria projetiva e descritiva, compõe uma linguagem visual de caráter universal. Seu rigor geométrico permite que o idealizador forneça informações necessárias e suficientes àqueles que irão materializar objetos ou construções. (SOARES, 2007)

Foi preciso desenvolver um complexo sistema de convenções que terminaram por gerar as normas técnicas de representação gráfica a serem observadas por todos: projetistas, fabricantes, construtores, etc., propiciando o sucesso de realizações e empreendimentos. Nas últimas décadas, no entanto, o desenvolvimento e emprego crescente de formas de grande complexidade geométrica vêm demandando soluções que não podem ser alcançadas exclusivamente pelo desenho técnico manual, requerendo soluções acolhidas pela computação gráfica e desenho digital.

Assim, a partir dos anos 1980 verifica-se grande avanço na área de informação e representação gerando impactos consideráveis que tem sido chamado de revolução tecno-digital. Revolução que pode ser observada no ensino e na prática profissional de inúmeras áreas, notadamente as que se utilizam da representação gráfica. Em arquitetura e urbanismo o mais evidente tem sido a necessidade de resolução e demonstração com exatidão de soluções projetuais com tecnologias e formas de maior complexidade que exigem o emprego de computadores e processos digitais nos processos de concepção e representação gráfica. O projeto do Museu Guggenheim de Bilbao desenvolvido entre 1991 e 1997 é considerado um marco neste paradigma de incorporação da informação digital na representação gráfica. A transformação é tamanha que Piñon (2009) reconhece a "existência de um momento crucial na história do projeto, em que a referência gráfica à arquitetura deixa de ser mera representação dos aspectos gerais das suas obras para constituir o testemunho visual de um modelo construtivo das mesmas".

Muitos projetos e obras surgidos posteriormente evidenciaram o aumento na complexidade e dinâmica na criação de objetos e artefatos que, requerendo a participação de grupos

multidisciplinares com intenso intercâmbio de ideias e soluções, deram maior relevância ao diálogo entre projetar e construir, e terminaram por gerar significativo acréscimo na exigência quanto à fidelidade, agilidade e universalidade na compreensão da representação. Representação que ainda tem no desenho técnico, mesmo que digital, sua principal forma de comunicação. Em uma via de mão dupla, a crescente complexidade de soluções a serem representadas demandou mais tecnologia aplicada aos meios de representação, e essas mesmas tecnologias, por sua vez, permitiram a geração de soluções mais complexas.

Já se ultrapassou a etapa de discussão de vantagens ou preferências entre desenho tradicional e digital. É perceptível a coexistência dos dois em processos híbridos que incorporam maior tangibilidade ao meio físico, presente no desenho manual, em paralelo a intangibilidade e abstração do meio digital. Por hora, no entanto, ainda se contrastam ao evidenciar que, enquanto as ações sobre objetos físicos são de difícil reversão, algums vezes mesmo irreversíveis, as digitais são facilmente editáveis e corrigíveis contendo, porém, certo grau de efemeridade. (FLORIO, 2005)

Apesar de expectativas ao contrário, no atual estágio de desenvolvimento da área de arquitetura, engenharia e construção ainda se reconhece a necessidade do desenho técnico na representação em duas dimensões das formas do mundo material. Para seu estudo, registro e reconstituição espacial é preciso que além da expressão da informação haja também clara recepção e compreensão por todos os agentes. Compreensão, que vem sendo garantida pelo emprego de normas técnicas específicas, desenvolvidas na maioria das vezes sob o domínio do desenho manual, o que justamente é colocado em questão neste artigo: sua adequabilidade e eventual necessidade de atualização.

2 Do desenho manual ao digital

Até o século XX os avanços na prática de representação gráfica ocorreram pela incorporação de instrumentos técnicos de uso manual. No último quarto do século XX o advento dos sistemas de representação digital trouxe profunda transformação no paradigma do desenho técnico com a introdução da tecnologia CAD - *Computer Aided Design, q*ue chega a ser considerado a inovação mais importante dos últimos 40 anos na área da representação gráfica (SCHERR et al, 2007). Desenvolvida para a engenharia mecânica e design, foi absorvida pelo ambiente AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção e introduzida nos currículos acadêmicos de arquitetura e urbanismo a partir da segunda metade da década de 1990. Três gerações podem ser identificadas na evolução do uso da computação gráfica: 1- CAD 2D, que mantém o procedimento projetual tradicional e transfere para o processo digital (computador) a tarefa de representação; 2- CAD 3D, que emprega a modelagem geométrica tridimensional com visualização do projeto muito próxima ao que deve ser construído e; 3- BIM – *Building Information Modeling*, modelagem que conjuga as informações geométricas das características espaciais com as não-geométricas - atributos, resistência, peso, custo, etc., realizada essencialmente sob processo projetual colaborativo, com compartilhamento desde a concepção e que engloba todo o ciclo da edificação. (SOUZA, AMORIM e LYRIO, 2009)

A introdução do CAD seguramente ofereceu ganhos de eficiência e agilidade aos processos de representação gráfica, sem modificar significativamente, em primeiro momento,

o método de trabalho dos arquitetos, restringindo-se a "computadorizar a prática do desenho anteriormente realizada de maneira manual nas pranchetas" (SOUZA, AMORIM e LYRIO, 2009). Mesmo assim, desde o princípio foi reconhecida sua capacidade de desenvolver modelos precisos, simular objetos reais nos mínimos detalhes e tornar "obsoletas as técnicas tradicionais de projeto e reprodução gráfica" (AMORIM, 1994), o que passou a exigir uma nova metodologia de trabalho.

A modelagem geométrica no chamado CAD 3D, na sequência, supriu a necessidade inicial de visualização da volumetria que, diante dos avanços na renderização de imagens e efeitos de iluminação, passou a aproximar-se do hiper-realismo. Pouco a pouco o 2D foi sendo substituído por "objetos inteligentes" com parâmetros 3D, quando uma parede, por exemplo, deixa de ser composição de linhas e passa a ser objeto com propriedades intrínsecas como altura, material construtivo, revestimentos, etc. Surge o sistema BIM, esses "objetos inteligentes" coexistem em um único modelo, como uma "construção virtual", passando a ser mais que mera representação gráfica do projeto por conter informações de desempenho e planejamento de construção, estimativas de custos, simulações, etc. (FERNANDES, 2015)

Piñon (2009) ao reportar seu entusiasmo pela tecnologia de representação digital distingue as contribuições reais daquilo que considera apenas "vantagens operativas do computador" ou "fator estimulante da fantasia". Dentre as contribuições significativas aponta três fundamentais: 1- possibilidade de conhecer simultaneamente o objeto como ele é, na escala 1:1, e como se vê, nas escalas reais que para ele "aproxima definitivamente as duas dimensões essenciais na arquitetura: essência construtiva da sua constituição e manifestação sensível da mesma"; 2- possibilidade de realização de um projeto entendido como construção, ordenando e unindo elementos e não apenas desenhando linhas e texturas, construindo virtualmente e não apenas desenhando; 3- possibilidade de simulação tridimensional que, quando utilizadas com sensibilidade sem o abuso da "fascinação infantil do hiper-realismo" (PIÑON, 2009), facilitam alcançar o objeto do projeto oferecendo maior consciência visual do que se propõe.

Nem só entusiasmo cerca a adoção da representação gráfica digital. Além das reconhecidas vantagens, Reinghantz (2016) alerta que o abandono da linguagem física, ou analógica, pode ser preocupante implicando em abrir mão de certa subjetividade característica de nossa humanidade, deixando muitas ações e decisões por conta das máquinas. Alerta também da rapidez das mudanças que torna difícil o acompanhamento pelo conjunto dos profissionais e das instituições relacionadas, destacando que nem bem a plataforma CAD se firmou e já passa a ser substituída pela plataforma BIM. Outros destacam que o Sistema BIM caracteriza uma mudança cultural do desenho, passando da dimensão fixa para a chamada paramétrica, "que apresenta consequências na forma e resultado da representação gráfica, em seu ensino e em sua normalização". (CELANI, 2011)

3 Normatização da representação gráfica em arquitetura

São diversas as normas técnicas da ABNT no âmbito da representação gráfica que visam a necessária precisão e eficiência na comunicação entre os profissionais da criação e os responsáveis pela execução. As transformações advindas com a tecnologia digital trazem a elas

ainda mais relevância pela intensificação do trabalho colaborativo, sua internacionalização e a complexidade crescente dos trabalhos.

No entanto, é preciso avaliar se as normas, desenvolvidas no âmbito do desenho técnico predominantemente manual, vêm sendo adequadamente aplicadas na representação gráfica digital e se são suficientes para atender as dinâmicas e características por ela introduzidas. Este trabalho restringe-se a analisar a adequação da NBR 6492, de "Representação de Projetos de Arquitetura". (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994)

Alguns autores têm apontado que na prática projetual nem todos os profissionais vêm aplicando adequadamente as normas de representação gráfica em seus trabalhos digitais, prejudicando ou causando desconforto quanto ao entendimento dos projetos em geral (SILVA; CABRAL, 2012). Três hipóteses preliminares podem ser aventadas para tanto: 1- o desconhecimento das normas; 2- a displicência em sua aplicação; 3- dificuldades operacionais na configuração adequada dos softwares para atendimento das normas. Confirmando essas constatações foi noticiado pela imprensa da área em 2014 que o Comitê Brasileiro da Construção Civil da ABNT, motivado pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, iniciaria um processo de revisão de quatro normas técnicas, consideradas desatualizadas, que tratam de conceitos e requisitos para elaboração e representação de projetos de arquitetura e urbanismo. Os estudos parecem estar ainda inconclusos.

Tanto no meio acadêmico como no profissional aventam-se "problemas de representação gráfica" de projetos por meios digitais, sejam por ausência de informações ou por apresentar discordância com requisitos das normas. Em que pese o uso de avançados softwares é possível observar desenhos técnicos realizados por meio digital que apresentam informações dúbias, fragmentadas ou desestruturadas. Ramos (2015) lamenta que possibilidades de erros em revisões ou alterações em projetos se mantêm por limitação do sistema CAD: "a leitura e modificações continuavam sendo feitas desenho a desenho, que poderiam estar em plantas, *layers*, ou arquivos diferentes" (RAMOS, 2015). Além disto, aventa-se que é possível observar que, por motivos que precisam ser mais bem identificados, estudantes e profissionais nas tarefas de representação digital têm deixado de atentar para algumas normas básicas do desenho técnico, como a diferenciação de espessuras de linhas, a descrição de níveis e ambientes, têm apresentado textos irregulares, cotado de maneira incorreta e não apresentado detalhamento e especificações adequadas e suficientes. São problemas que prejudicam a clara compreensão do projeto podendo levar até a erros na execução das obras, colocar em risco soluções, ocasionar retrabalhos e elevar custos. Tonisse, Goes e Santos (2013) listam em pesquisa uma série de dificuldades verificadas na representação gráfica digital: omissão de informações aparentemente óbvias; simplificação pela dificuldade de representação na escala determinada; problemas de simbolismo determinada pela desconexão formal entre o símbolo e o objeto representado; ambiguidade pelo uso de uma mesma simbologia para mais de um objeto; fragmentação com informação dispersa em desenhos diferentes.

Além disso, Ruggeri (2004) aponta que em pese os avanços em termos de custo, tempo e qualidade dos trabalhos, a difusão do uso da representação gráfica digital vem ocorrendo de forma desorganizada criando uma série de problemas, inclusive de ordem organizacional e gerencial no processo de produção. Segundo ele, antes da adoção da representação digital

os desenhos eram realizados com instrumentos simples e seguindo as técnicas e normas estabelecidas. Cita como exemplo que eram "fixadas espessuras para traçados conforme seus significados na representação gráfica, tamanhos de papel, tipos de linhas a serem usados, tipos de letras, etc." (RUGGERI, 2004). O sistema de trabalho tinha recursos limitados à disposição e com eles não era difícil atender as normas em seus aspectos primordiais. Com os programas gráficos digitais em diferentes formatos e versões, cada usuário passou a criar seus trabalhos com recursos que lhes eram mais convenientes, sem a observância e atendimento das regras ou normas.

O uso crescente e a demanda por mais qualidade levaram entidades a discutir o problema da representação gráfica digital. A ASBEA - Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura, por exemplo, patrocinou pesquisa e publicação de um manual com diretrizes para intercambialidade de projetos em CAD (CAMBIAGHI et al, 2002), propondo padronização inicialmente de *layers*, diretórios, arquivos, além da definição de responsabilidades entre todas as atividades de projetos, baseada, segundo a publicação, em modelos de normas americanas, canadenses e europeias, que possam no futuro serem incorporadas pela ABNT.

Por sua vez, no âmbito da ABNT, algumas normas sobre desenhos técnicos encontram atualmente em processo de revisão pelo Comitê Brasileiro da Construção Civil: a NBR 6492:1994 – Representação de Projetos de Arquitetura - que substituiu anterior de 1985; a NBR 13531:1995 – Elaboração de Projetos de Edificações – Atividades Técnicas e a NBR 13532:1995 – Elaboração de projetos de Edificações – Arquitetura. Está sendo proposta sua unificação sob a denominação: "Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos", que deverá contemplar a fixação de exigências para projetos arquitetônicos e urbanísticos em função das etapas de projeto e definição de documentos pertinentes e conteúdos respectivos de cada uma delas. Além disto, definições, requisitos e condições gerais da apresentação física e a especificação de simbologias para representação gráfica contemplando a realidade do desenho digital, já que a versão atual contempla apenas o desenho manual, seja a grafite ou tinta. Também foi criada uma Comissão Especial de "Modelagem da Informação da Construção", terminologia adotada em substituição a locução correspondente ao acrônimo BIM.

A NBR 6492:1994 vigente estabelece características de formato de pranchas, carimbos, tipos de linhas, letras e números, escalas, norte, linhas de chamadas, acessos, escadas e rampas, inclinação de telhados, cotas, coordenadas, cortes, marcação de detalhes, numeração e título dos desenhos, fachadas e elevações, portas e esquadrias, referência de acabamentos, quadro de áreas e esquadrias e convenção de hachuras de materiais, estudadas neste trabalho.

4 Processo de aproximação comparativa

Este trabalho busca confrontar aspectos da representação gráfica manual tradicional com a digital quanto ao emprego dos requisitos da NBR 6492:1994 avaliando eventuais comprometimentos quanto à legibilidade e precisão da informação representada que pudesse apontar para necessidades de adequação da Norma. Para tanto, efetuou-se análise comparativa entre três períodos: 1º: anterior ao estabelecimento da primeira norma de represen-

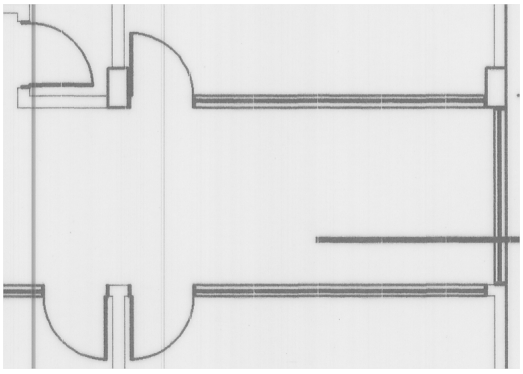
tação gráfica, ou seja, antes de 1985; 2º: início da vigência da Norma, mas anterior a sua difusão mais ampla, de 1986 a 2000 e; 3º: atualidade com ampla difusão da representação digital, de 2001 até o presente. Para analise foram escolhidos três projetos com programas arquitetônicos semelhantes e destinados à mesma instituição, no caso a Universidade Federal de Santa Catarina. Projetos de blocos acadêmicos desenvolvidos nos anos de 1978, 1996 e 2011. O processo de aproximação comparativa foi estruturado a partir da análise gráfica da aplicação de 23 requisitos da norma nos três projetos, que foram caracterizados apenas como exemplos e sem caráter de amostragem. São projetos de diferentes autores que se optou por manter ocultos.

Dos requisitos analisados, alguns não demonstraram serem aplicáveis nos projetos escolhidos, outros apresentaram especificações amplas e genéricas que não permitiam cotejamento objetivo de sua aplicação e, dentre os que permitiam adequado cotejamento ou considerações pertinentes ao objeto da pesquisa, destacaram-se para este artigo:

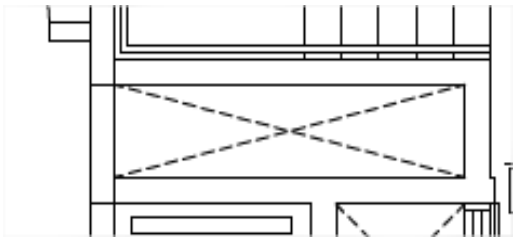
- Quesito “A-1 – Linhas de Representação”. Sem dúvida pode ser considerado o mais sensível pela importância do caráter simbólico do tipo e espessura dos traços aplicados a um desenho. Ao mesmo tempo em que se percebeu o que parece contemplar a maior taxa de inobservância nas representações gráficas digitais quando comparadas as manuais. A indefinição da hierarquia de traços é uma crítica disseminada tanto no ambiente acadêmico quanto profissional, não existindo justificativa por sua inobservância no desenho digital, bastando configuração adequada. Pode ser observado na representação do 3º período no Quadro 1.
- Quesito “A-2 Tipo de Letras e Números”. Estabelece os diversos tamanhos relacionando-os à espessura de traço a ser utilizada. Neste caso de pronto é possível observar necessidade de atualização da norma em alguns aspectos: altura do caractere e espessura do traço, oferecidos em milímetros, mas relacionados a tamanho de régua de normógrafo (80 CL, 100 CL, etc.) e tipo de pena, que são termos e instrumentos que se aplicam adequadamente ao desenho manual, mas não à realidade do desenho digital.
- Quesito “A-9 – Cotas”. O primeiro ponto a destacar é que a Norma especifica que as cotas devem ser indicadas em metro para as dimensões superiores a 1m e em centímetro para as inferiores a 1m, e os milímetros devem ser indicados como expoentes. É um caso detectado de incompatibilidade da norma com as configurações dos programas CAD, pois não é possível atender a especificação de milímetros com expoentes, e mesmo a configuração simultânea em metros e centímetros não é fácil ou plenamente aplicável. Para o atendimento a esse quesito, detectaram-se dois tipos de inobservância nos exemplos: 1- expressão totalmente em centímetros, mesmo para medidas superiores a 1m, por exemplo “160” ao invés de “1,60” e; 2- a expressão totalmente em metros mesmo para medidas menores que 1m, por exemplo “0,60” ao invés de “60”. A configuração simultânea de metros e centímetros requerida é possível ser atendida parcialmente, com uma espécie de artifício no Autocad, o programa mais utilizado. Será preciso configurar que os zeros à esquerda não apareçam, fazendo com que as medidas menores que 1m sejam expressas com a vírgula seguida dos valores em centímetros, por exemplo ao invés de “60” será expresso “,60”. A dificuldade está ilustrada novamente pela demonstração da inobservância no 3º período do Quadro 2.

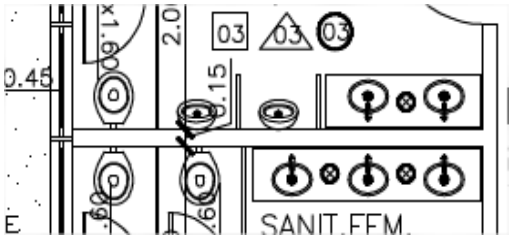
Quadro 1 - Exemplo comparativo na aplicação do tipo de linhas

Requisitos da Norma

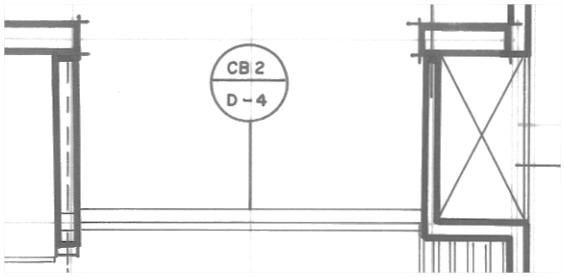


2º Período





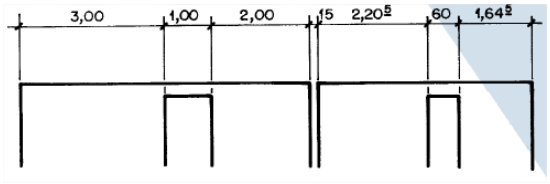
3º Período



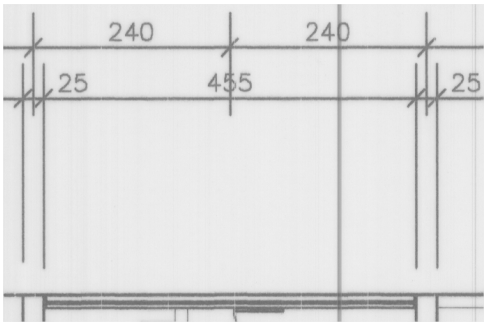
1º Período

Fonte: montagem dos autores (2019) a partir da NBR 6492:1994 e projetos.

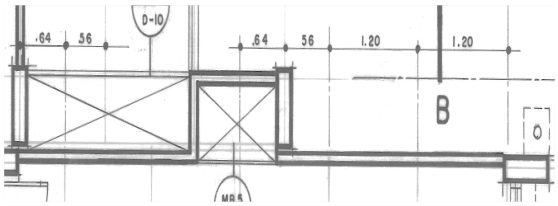
Quadro 2 – Exemplo comparativo na aplicação de cotas



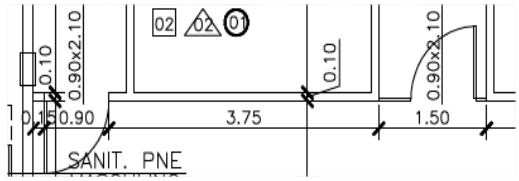
Requisitos da Norma



2º Período



1º Período



3º Período

Fonte: montagem dos autores (2019) a partir da NBR 6492:1994 e projetos.

5 Conclusão

Um dos objetivos da pesquisa era avaliar a necessidade de adequação e atualização das normas técnicas diante do advento da representação gráfica digital, principalmente pelos sistemas CAD, mais difundidos, mas também pelo BIM de utilização ainda incipiente no mercado e instituições de ensino.

A partir de observação geral e aproximação comparativa não se houve evidencias de discrepâncias significativas na aplicação da norma que tivessem relação de causalidade com o emprego da representação digital. Podem-se listar três níveis de dificuldades detectadas: 1- aplicação inexata dos requisitos; 2- inobservância de minúcias dos requisitos e; 3- inobservância generalizada de requisitos. Constituem dificuldades que mesmo não chegando a comprometer significativa ou totalmente a legibilidade dos projetos, comprometem a qualidade por perda de precisão e ausência de padronização.

O adequado atendimento das normas de representação gráfica demonstrou-se menos relacionado ao meio da representação, manual ou digital, e mais com domínio insuficiente de conteúdo e ausência de zelo na aplicação da Norma, motivos que podem ser encontrados eventualmente também em desenhos manuais. No que se refere ao atendimento dos requisitos na representação gráfica digital, percebe-se que parte da dificuldade é resultado de domínio insuficiente quanto à configuração de elementos do desenho, como espessura de traços, tamanho de caracteres, componentes das cotas, etc. É possível conjecturar como causa uma cômoda e exagerada confiança em aplicação automática pelos programas de computação gráfica, ou seja, eles por si só atenderiam aos requisitos das normas de representação gráfica, o que não se verifica ao menos para o caso brasileiro. Ainda que essa possibilidade possa estar disponível em futuro próximo, ela ainda não está presente atualmente nos programas de CAD mais utilizados, pois todos ainda requerem procedimentos pessoais

de configuração. Na plataforma BIM, onde a representação gráfica de desenhos projetivos não é produto único a ser obtido, os procedimentos de configuração dos elementos componentes do programa estão mais facilitados.

Outra análise possível dos resultados da pesquisa relaciona-se ao processo de ensino adotado em muitos cursos de Arquitetura e Urbanismo no contexto brasileiro em que há uma indesejada desvinculação entre o ensino da representação gráfica manual, digital e projeto. Abordam-se as questões inerentes a aplicação da norma de representação gráfica nas fases iniciais, sua importância e necessidade de atendimento não são reforçadas ou as vezes nem exigidas nas fases seguintes, ocupando-se algumas vezes restritivamente ao ensino da lógica e mecânica dos softwares, ou puramente da resolução projetual. Parece considerar-se que o conteúdo da norma já esteja assimilado e incorporado pelos alunos, o que nem sempre é real e tende a se prolongar na vida profissional.

Conclui-se que, ainda que a Norma não demonstre grau de obsolescência a ponto de comprometer o atendimento predominante de seus requisitos, é desejável que seja adequada e atualizada a realidade dos sistemas digitais para evidenciar sua importância e necessidade. Essa adequação deve considerar as diferentes plataformas, CAD e BIM, e ocorrer em conjunto às normas com definições de características de uso dos programas para facilitar o trabalho colaborativo e a intercambialidade dos projetos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-6492**: Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro: 1994.

AMORIM, A. L. **A Gráfica computacional como ação didática e projetual**. Anais do 13º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico – GRAPHICA 94, pp. 104-117.

BARKI, **José. Representação Digital e o Projeto de Arquitetura**. In: IV Congresso ibero americano de gráfica digital SIGRADI, 2000, Rio de Janeiro. Construindo no espaço digital / Anais do IV Congresso ibero americano de gráfica digital SIGRADI. Rio de Janeiro: SIGRADI, 2000. v. 1. p. 120-123.

CAMBIAGHI, H. et al. **Diretrizes Gerais para Intercambialidade de Projetos CAD**: integração entre projetistas, construtores e clientes. São Paulo: Pini, 2002.

CELANI, Gabriela. **Fato & Opinião**. Revista Arquitetura e Urbanismo, n. 208, p. 17, jul. 2011.

FERNANDES, I. P. **Teoria e prática – comparativo entre a tecnologia BIM e CAD no projeto arquitetônico de instituição educacional**. Revista Especialize online IPOG. Goiânia, v. 01, n. 10, dez. 2015.

FLORIO, Wilson. **O Uso de Ferramentas de Modelagem Vetorial na Concepção de uma Arquitetura de Formas Complexas**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2005

PIÑON, Hélio. **Representação Gráfica do edifício e construção visual da arquitetura**. Arquitextos, São Paulo, ano 09, n. 104.02, Vitruvius, jan. 2009 <http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.104/81/pt>.

RAMOS, M. E. S. **Representação Gráfica em Projetos de Arquitetura**; um novo paradigma. In: XI Seminário do Programa de Pós-Graduação em Desenho, Cultura e Interatividade, 2015, Feira de Santana.

RHEINGANTZ, P. A. **Projeto de arquitetura: processo analógico ou digital**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 95-102, jan./jun. 2016. http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.98382

RUGGERI, Rene. 2004. **Sistema de Organização de Informações de Projetos** – SOIP. Disponível em: http://www.reneruggeri.com/artigos. Acessado em: 20/11/2016.

SCHEER, S., ITO, A., AYRES FILHO, C. A., AZUMA, F., BEBER, M**. Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura**. VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. Curitiba: UFPR, 2007.

SILVA, L. F. G. da; CABRAL, Y. O. **Normas da ABNT para Representação Gráfica de Projetos de Construção Civil**; aplicabilidade x prática de projetistas. In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, Palmas, 2012. Anais.

SOARES, Claudio Cesar Pinto. **Uma Abordagem Histórica e Científica das Técnicas de Representação Gráfica**. In: 18º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 2007, Curitiba. Graphica 2007. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007. v.1. p.13-23.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. de M. **Impactos do Uso do Bim em Escritórios de Arquitetura**: oportunidades no mercado imobiliário. Revista Gestão & Tecnologia de Projetos. São Paulo, v.8, n. 2, nov. 2009.

TONISSE, R. H.; GOES, B.; SANTOS, E. T. **Compatibilização de projetos: comparação entre o BIM e o CAD 2D**. In: SCHEER, S.; SANTOS, E. T.; AMORIM, S.; AMORIM, A. (Org.). Modelagem da informação da construção: uma experiência brasileira em BIM. 1.ed. Curitiba: UFPR, 2013. p.109-126.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

O USO DE TABLETS NO ENSINO DE DESENHO: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA

FELIN, Pauline Fonini[1],
STUMPP, Monika Maria[2],

Resumo

Este artigo apresenta uma experiência didática desenvolvida em uma disciplina de Representação Gráfica em um curso de Arquitetura e Urbanismo de uma Universidade do sul do Brasil. Propõe-se a discussão sobre o desenho à mão livre no contexto das tecnologias digitais interativas. Atualiza práticas e procedimentos oferecidos pelos *tablets*, os quais podem simular métodos análogos ao desenho tradicional. Dentre os aspectos positivos, observou-se a preservação das qualidades expressivas e a facilidade de manipulação e modificação dos desenhos digitais, usando-se aplicativos da internet. Com uma ferramenta amigável e uma interface rápida, *tablets* podem encorajar os alunos a explorar novas possibilidades para a interação entre técnicas convencionais e digitais.

Palavras-chave: desenho à mão livre, *tablets*, representação híbrida.

Abstract

This article presents a didactic experience developed in a discipline of Graphic Representation, of the Architecture course of a university in the south of Brazil. It discusses the importance of the hand drawing in the context of interactive digital technologies. Updates practices and procedures offered by tablets that can aid analog methods. Among the positive points, the maintenance of the qualities of the free-hand drawings and the ease in manipulating and modifying the digital drawings using apps stand out. With a user-friendly and fast interface, tablets encourage students to explore new possibilities for interaction between digital and conventional techniques.

Keywords: Sketches; Tablets; Hybrid Representation.

[1] Universidade de Caxias do Sul (UCS), pauli.felin@gmail.com
[2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), monistumpp@hotmail.com

1 Introdução

Desde que a computação gráfica trouxe à tona o debate sobre os novos meios de representação da arquitetura há um esforço pedagógico para investigar novas maneiras de relacionar os meios tradicionais com os meios eletrônicos. Esse esforço aponta cada vez mais para a necessidade de interações complementares entre os vários meios disponíveis para a comunicação de ideias arquitetônicas.

Apesar do meio informatizado apontar para a substituição de técnicas tradicionais pelas computacionais, surgem alternativas de representação que conciliam as duas técnicas. O caminho para a prática contemporânea é o diálogo entre os vários suportes, que tende a gerar a hibridização entre os processos tradicional e digital. (DUARTE, 2003).

A utilização de um ferramental que incorpore os meios tradicionais com os meios digitais ainda é, de certo modo, embrionária nas escolas de Arquitetura brasileiras. Na formatação das disciplinas de representação gráfica e atelier ainda predominam, de modo isolado, o sistema manual ou digital de desenho (CARVALHO e SAVIGNON, 2012; STUMPP, 2007). Poucas são as escolas que disponibilizam disciplinas preparadas para uma aula integrada, onde os alunos possam utilizar tanto sistemas analógicos quanto digitais (BERMUDEZ, 1998; CARVALHO e SAVIGNON, 2012). Tal condição é evidente quando se observa pouco ou quase nenhum ensinamento dos procedimentos e conceitos necessários para trabalhar com a interface dos meios analógicos e digitais.

Esse cenário evidencia a necessidade de uma atualização das disciplinas de representação gráfica, com a inserção de metodologias que ensinam o uso destas tecnologias. (CASTRAL e VIZIOLI, 2011; FIGUEIREDO e VIZIOLI, 2013). O ensino de desenho, suas práticas e procedimentos, "podem ser revistos no sentido de incorporar as novas ferramentas digitais, sem que se percam suas virtudes seculares". (VIZIOLI e SILVA, 2013).

Nesse contexto, encontra-se o desafio: como articular ferramentas convencionais e digitais em sala de aula? Qual a metodologia adequada a ser adotada? Com base nesses questionamentos o presente artigo apresenta uma experiência didática desenvolvida na disciplina de Representação Gráfica V, do terceiro semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo de uma universidade da região sul do Brasil. Propõe-se a discutir a importância do desenho à mão na conjuntura das tecnologias digitais interativas, a partir de uma experiência didática que compreende o tratamento digital de desenhos realizados no papel (com o uso do aplicativo "*Tayasui Sketches*", versão gratuita).

A relevância consiste em atualizar práticas e procedimentos ofertados pelos *tablets* que possam auxiliar os métodos analógicos. Atualmente, os *tablets* vêm ganhando espaço na representação de projetos arquitetônicos. Através do toque, essa interface estimula a criatividade por meio de ferramentas que simulam as convencionais.

2 Sobre o desenho híbrido

O emprego das ferramentas de trabalho pelo arquiteto, os chamados meios ou sistemas de produção, podem ser distinguidos em duas categorias: sistemas analógicos e sistemas digitais. Os sistemas analógicos, chamados também de manuais e os sistemas digitais, chamados de eletrônicos, virtuais, assistidos por computador etc. Os sistemas híbridos, por sua vez, fazem uso desses dois sistemas (BERMUDEZ, 1998).

As características de cada meio os tornam mais adequados a determinadas tarefas. Como combinar os meios passa a ser uma decisão de cada arquiteto em função do seu próprio processo projetual. No desenho com sistema manual, é o desenhista quem dirige a ponta do lápis, demonstrando com seu traço sua perícia. Já no desenho digital, a perícia não está relacionada ao traço, mas é associada à maneira de organizar sequências de comandos e ao planejamento de uma estratégia prévia ao próprio ato de desenhar. (MENEGOTTO e ARAUJO, 2000).

Estudos apontam que desenhos inicialmente feitos a mão livre, com posterior desenho no CAD, "tendem a perder sua espontaneidade original, transformando-se em formas geometrizadas". (RIGHI e CELANI, 2007). Durante o processo de "parametrização das soluções em sistemas CAD pode ocorrer uma simplificação digital da proposta inicial, isto é, perde-se parte da imprecisão dos croquis, dos estudos, que permitem a flexibilização das ações dos arquitetos". (SILVA e VIZIOLI, 2011).

Righi e Celani (2007) colocam que uma estratégia para superar esse problema tem sido a digitalização de croquis feitos inicialmente a mão livre, e sua utilização como base para o desenho eletrônico.

Neste contexto, as superfícies *touch*, como os *tablet*, junto com outros aplicativos que permitem a criação e modificação de imagens, surgem como ferramentas que permitem esboços sem perda do traçado. Utilizam uma caneta digital que capta a pressão exercida por quem desenha e transmite para o computador. (SILVA e VIZIOLI, 2011).

As tecnologias com telas sensíveis ao toque expandiram as fronteiras do desenho convencional, principalmente para os profissionais que trabalham com a representação gráfica. *Tablets* são eficientes pois captam a pressão das canetas digitais, modificando o uso tradicional das ferramentas de desenho. O arsenal de lápis, canetas, pincéis e marcadores digitais, junto com as diversas espessuras de traços possibilitam a praticidade e otimização do tempo para os usuários. O rápido compartilhamento de dados e possibilidades de compatibilização com outros programas, estabelece uma mudança significativa nos meios de comunicação digital.

Muitos "arquitetos ao redor do mundo estão limpando suas mesas", e utilizando essas ferramentas *touchscreen"* (KENOFF, 2017). Tais ferramentas "permitem o reconhecimento das sensações de tato, isto é, a força empregada na caneta digital e a ligeireza do traço, imprimem resultados personalizados nos croquis". (SILVA e VIZIOLI, 2011)

3 Metodologia

Para fins de experimentação, foi escolhida a disciplina de Representação Gráfica V, a qual previa o estudo da representação gráfica do projeto de arquitetura desde a etapa de concepção até a etapa de detalhamento da edificação, contemplando técnicas manuais e digitais.

Nesse caso, foi a primeira etapa da disciplina que serviu como laboratório para o presente artigo. Apesar de não ser requisitada a elaboração de um projeto, exercitaram-se croquis de observação de um artefato arquitetônico. Acredita-se que o traço individual possa ser desenvolvido através do redesenho de arquiteturas exemplares.

Esse exercício serviu como estudo piloto, e teve como objetivo o levantamento de alternativas para o uso de tablets, com foco na expressividade que estas ferramentas podem

oferecer (RIGHI, 2008). A experiência didática compreendia em tratar digitalmente desenhos realizados no papel, através do uso de ferramentas que simulam as tradicionais.

Para tanto, foi escolhido o projeto do Refúgio em Finca Aguy no Uruguai, do escritório MAPA Arquitetos. Esta escolha foi realizada devido à baixa complexidade do projeto, tendo em vista o curto período de tempo da disciplina. A pesquisa iniciou com uma pesquisa bibliográfica sobre o uso do *tablet*, em estudos como os de Righi (2008, 2009, 2011), Righi e Celani (2007), Botasso e Vizioli (2016), Silva e Vizioli (2011), Castral e Vizioli (2011), Vizioni et all (2017).

Posteriormente foi realizada uma pesquisa documental, procurando por desenhos híbridos na produção de escritórios de Arquitetura consagrados. Levantou-se material em revistas como AV Proyectos (Espanha), Plot (Argentina) e sites de acervo digital como Pinterest, Archidaily e Plataforma Arquitetura (2018).

Simultaneamente a estas pesquisas, foi iniciada a parte prática da pesquisa, desenvolvida na disciplina acima citada, que contou com quinze alunos, um monitor e um professor. Os equipamentos adotados foram dois *tablets* (*ipads*), *webcam* portátil e projetor frontal. O experimento teve como premissa o fato de que o mestre deveria demonstrar suas habilidades em aula, tornando-se incentivador do uso das tecnologias.

A instalação de webcam, focado no desenho analógico do professor, permitiu a observação dos traços analógicos em tempo real pelo grande grupo na tela de projeção frontal. Em seguida, com o desenho analógico escaneado no tablet, apresentou-se as ferramentas de

desenho virtuais de alguns aplicativos. Essa explanação foi essencial para tornar o a interface menos hostil, incentivando a interação entre os alunos e o mestre (Figuras 1 a 3).

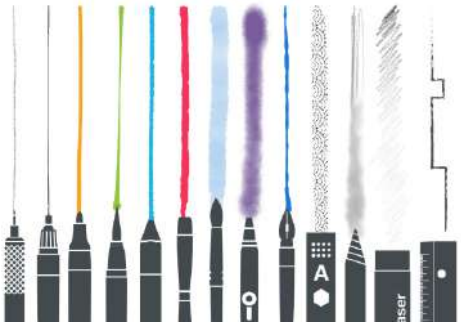


Figura 1 - Exemplo de ferramentas digitais no aplicativo “Tayasui Sketches” (2018).
Fonte: Tayasui Sketches (2018)

Figura 2 - Exemplo de desenho para ser tratado no aplicativo “Tayasui Sketches”. Março, 2018.
Fonte: Desenho Raquel Dinarte. Fotografia Pauline Fonini Felin (2018)

Figura 3 - Professora apresentando ferramentas virtuais com *tablet* e projetor frontal. Março, 2018.
Fonte: Foto Raquel Dinarte

4 Resultados

O estudo demonstrou alguns benefícios proporcionados pela utilização dos *tablets*, como a otimização do tempo, a possibilidade de uso em camadas, bem como o compartilhamento de informações na plataforma digital.

Aplicativos como *Morpholio* e *Tayasui Sketches* surgiram com o objetivo de expandir as possibilidades criativas dos usuários. Essa inteligência veio para oferecer velocidade e conveniência para os arquitetos. Logo, podem vir a contribuir no meio acadêmico, como forma de resgate das técnicas manuais e expressivas nas disciplinas de representação gráfica (Figura 4).

Neste estudo de caso, buscou-se explorar as possibilidades de novas interfaces entre o desenho manual e o digital. Surgiram dois tipos de técnicas, apresentadas a seguir.

4.1 Tratamento digital sobre croquis

Primeiramente foram elaborados croquis à caneta e em seguida digitalizados em modo preto e branco, que, segundo Pruna (2009), é a forma mais adequada para armazenar imagens de desenhos e croquis no computador.

Após digitalizar a imagem, foram utilizadas ferramentas de pintura que permitem traçar diretamente sobre a imagem. Essas ferramentas digitais nada mais são do que adaptações das ferramentas tradicionais aplicadas ao grafismo digital, denominadas até com os mesmos nomes das primeiras. Existe uma variedade delas, e as mais utilizadas foram os pincéis, as aquarelas e os carimbos.

Figura 4 - Exemplo de desenho híbrido no aplicativo “Tayasui Sketches”.
Fonte: Desenho da aluna Rudiane Zacaria . Março, 2018.

A ferramenta pincel permite criar traçados à mão livre e dispõe de diversas opções através de parâmetros como tipo, espessura, forma do traço, cor e grau de opacidade. A seguir são apresentados os testes de cor com a ferramenta aquarela. O objetivo era testar as possibilidades de sobreposição de cor, simulando menor ou maior uso de água sobre o papel (Figura 5).

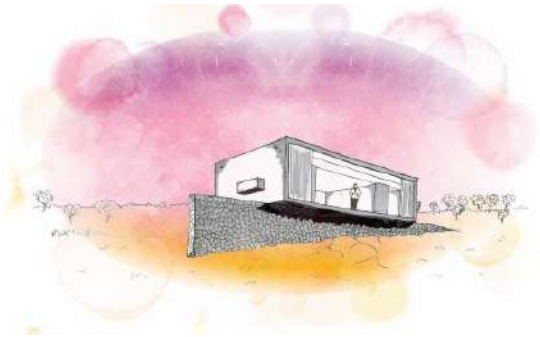


Figura 5 - Exemplo de desenho híbrido no aplicativo “Tayasui Sketches”.
Fonte: Desenho da aluna Roberta Lorandi. Março, 2018.

O aplicativo *Morpholio* (2018) lançou a ferramenta “stêncil”, que permite utilizar moldes de vegetação nos croquis. As árvores do desenho abaixo foram realizadas desta forma, junto com a inserção de pássaros e uso de aquarela virtual (Figura 6).

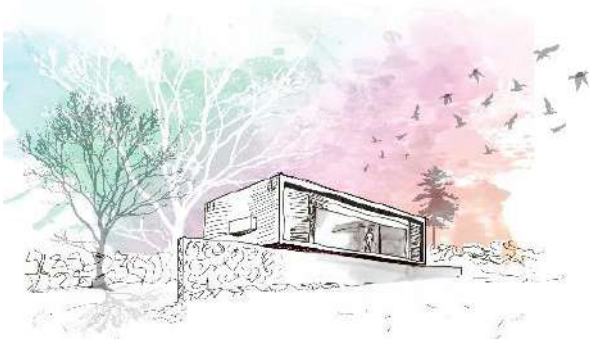


Figura 6 - Exemplo de desenho híbrido no aplicativo “Tayasui Sketches”.
Fonte: Desenho de aluna Thaís Mezadri. Março, 2018.

4.2 Fotomontagem

Cattani (2006) aborda o termo “fotomontagem” em arquitetura apoiando-se no conceito de foto-inserção, que nada mais é do que a inserção de fotos e maquetes ou desenhos numa imagem fotográfica da realidade.

Como os atuais aplicativos permitem trabalhar por camadas, foi possível explorar a técnica de fotomontagem. Nesta técnica, o projetista geralmente escolhe a vista mais atraente de uma proposta, buscando apresentar a imagem que melhor representa um determinado conceito. (FARELLY, 2014).

Com o surgimento da fotografia digital, desenvolveram-se programas de edição de imagens que, segundo Canal (2009), permitem trabalhar com camadas com transparências e outros efeitos de montagem. Os objetos de ambientação, como pessoas e vegetação podem ser adicionados na etapa final. Estes objetos, uma vez inseridos na fotomontagem, podem ser editados como qualquer outra camada. Podem ser relocados, redimensionados ou tratados com transparência. Além de adequar –se à escala do objeto ao plano de fundo, é importante obter a sensação de que a figura “descansa” e não “flutua” sobre o plano horizontal.

Isso é possível através da inserção de sombras projetadas, ajustadas às condições de luz da fotografia (CANAL, 2009).

A composição do projeto facilitou a inserção de imagens no plano de fundo e plano de base, contextualizando o objeto de estudo no local. Essa possibilidade permitiu elaborar estudos de foto-inserção, que explicitam a ideia central do objeto no sítio implantado (Figuras 7 e 8).

Figura 7 - Exemplo de fotomontagem.
Fonte: Desenho da Raquel Dinarte. Março, 2018.

Figura 8 - Exemplo de fotomontagem.
Fonte: Desenho da aluna Rudiane Zacaria. Março, 2018.

Durante o estudo piloto, houveram dificuldades de revezamento dos *tablets*, tendo em vista o curto período de aula. Nesse momento, a professora sugeriu que os alunos explorassem outros programas, como a forma de incentivar diferentes combinações entre os softwares do computador e os aplicativos nos tablets.

Estes alunos que não conseguiram acesso na primeira aula, contaram com o auxílio de programas como *Adobe Photoshop* (CS6) e *Corel Draw* (X7). O objetivo era elaborar planos de fundo irregulares, explorando possibilidades expressivas do meio digital.

Figura 9 - Exemplo de fotomontagem.
Fonte: Desenho da aluna Roberta Lorandi. Março, 2018.

O uso de elementos que ultrapassam os limites do formato tradicional (retangular), podem contribuir no aspecto expressivo de imagens, remetendo a imprecisão do desenho à mão livre.

Após os alunos terem realizado desenhos com testes de cor e formatos de céu no computador, os mesmos foram inseridos nos aplicativos do *tablet*, compondo com os desenhos manuais. Ali foram inseridos carimbos de vegetação/pessoas, sombras e tratamento com aquarela virtual (Figuras 9 e 10).

Figura 10 - Exemplo de fotomontagem.
Fonte: Desenho da aluna Lara Faggion. Março, 2018.

5 Análise dos resultados

Como a turma não visitou o local da edificação (Uruguai), os desenhos de observação foram baseados em imagens disponíveis na internet (*Archdaily* e site do fotógrafo Leonardo Finotti - http://www.leonardofinotti.com). O foco era no exercício das técnicas híbridas, uma vez que o ensino do desenho analógico já havia sido ministrado em outra disciplina.

Mesmo que a escolha do ângulo de visão dos desenhos tenha sido baseada nas fotografias, evidenciou-se a necessidade de reenquadramento como exercício de composição. Os critérios de avalição foram baseados em Ching (2017), o qual apresenta sobre a composição nos desenhos de observação. O autor aborda os seguintes aspectos: diferença entre primeiro e segundo planos; detalhamento dos elementos conforme a distância do observador em relação ao objeto, a proporção horizontal X vertical e a regra dos terços. Foram acrescentados ainda critérios como: equilíbrio dos elementos de imagem, espessura dos traços de definição/ detalhe; construção correta do desenho de acordo com o ponto de fuga, uso de sombras, escala humana, vegetação e aplicação correta das características dos materiais (reflexo, opacidade e transparência).

Após elaborar os critérios avaliativos em conjunto com a turma, a professora propôs aos alunos que fosse realizada uma avaliação entre pares. Nesta ocasião, os estudantes tiveram a oportunidade de compartilhar conhecimentos adquiridos durante o exercício. Ao final, ocorreu uma conversa coletiva, na qual foram expostas as contribuições e dificuldades na construção do conhecimento sobre as técnicas híbridas.

Dentre os comentários, registrou-se a liberdade de expressão que as canetas *touch* podem vir a acrescentar no cotidiano do arquiteto e urbanista. O movimento do traço sobre a fotografia serve como estratégia rápida para apresentação de projetos. Os alunos que não tiveram acesso ao *tablet* e utilizaram o software *Adobe Photoshop* perceberam que houve

uma perda na expressividade do “traço virtual”. Ou seja, apesar deste software apresentar uma infinidade de ferramentas, não possibilita a mesma liberdade e rapidez de apresentação que o desenho gerado no dispositivo móvel.

6 Considerações Finais

Entre os pontos positivos na utilização dos *tablets* na disciplina proposta, destaca-se a manutenção das qualidades do desenho feito à mão livre e a facilidade em manipular e modificar os desenhos digitais utilizando aplicativos. Favoreceram o processo do desenho, a precisão, possibilidade de edição, duplicação e espelhamento.

Essa agilidade e rapidez vieram para revolucionar as disciplinas de representação gráfica no meio acadêmico. Com uma interface amigável e rápida, os *tablets* instigam os estudantes a buscarem novas hipóteses de interação entre técnicas digitais e convencionais. Essa atividade enriquece o processo criativo, favorecendo a utilização de diferentes ferramentas, até então não conhecidas.

A tela *touchscreen* permite resgatar a expressividade do desenho à mão, encorajando as novas gerações ao tradicional hábito de desenhar, ofício dos arquitetos. A experiência teve grande aceitação e receptividade dos alunos, pois a possibilidade de inúmeras edições fez com que eles experimentassem diferentes estratégias compositivas.

A técnica que teve maior produção foi a fotomontagem. Através do uso de fotografias de paisagem, foi possível explorar o conceito de foto-inserção. Rabiscar em cima das fotos de um determinado terreno fez com que os alunos visualizassem na prática o que é o trabalho do Arquiteto e Urbanista. Nesse sentido, ressalta-se que as técnicas aqui apreendidas também poderiam ser aplicadas na etapa de concepção do projeto.

Dessa forma, pode-se dizer que foi possível contribuir para a disseminação e qualificação de técnicas atuais de expressão e representação gráfica no campo acadêmico, estimulando a investigação de alternativas que promovam eficiência e produtividade no processo projetual. Através dos testes realizados, produziu-se material que aprimora a integração das diferentes técnicas. Essas alternativas podem vir a incentivar a investigação de outras e novas tendências na graficação de projetos de Arquitetura e Urbanismo. Como salientam Silva e Vizioli (2011) “não se trata de uma simples alteração de suporte, do papel à tela da *tablet,* mas a possibilidade de uma sinergia entre duas lógicas de grafias.”

Além disso, relatou-se que apesar de as ferramentas computacionais terem se estabelecido no meio acadêmico, ainda há lugar para as técnicas convencionais. “As características de abstração, imprecisão e ambiguidade dos desenhos analógicos são incrementadas pelos meios digitais, criando novas possibilidades de representação.” (Silva e Vizioli, 2011).

Cada indivíduo possui modo de expressão único, e o uso das tecnologias não deve debilitar essa marca pessoal. Dessa forma, espera-se que este experimento possa contribuir para investigação de novas técnicas, bem como estimule a criação de políticas de implantação de tecnologias nas universidades.

Agradecimentos

Agradecemos aos alunos que disponibilizaram as imagens.

Referências

BERMUDEZ, Julio. Producción Arquitectonica Hibrida: Entre el Medio Digital y el Análogo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2., 1998, Mar del Plata. **Anais**... Mar del Plata: SIGraDI, 1998, p. 57-65

BOTASSO, G.B., VIZIOLI, S.H.T. Drawing in Digital Platforms: A study about the buildings of Eduardo Souto de Moura and Eduardo de Almeida. In: BCS: THE CHARTERED INSTITUTE FOR IT, in the series: Electronic Workshops in Computing (eWiC) Electronic Visualisation and the Arts (EVA), 22., 2016, Londres. Anais... Londres: BCS, 2016. p. 85-86

CANAL, M. F. (dir. editorial), BERASATEGUI, M.; DIRKMAAT, R.; PRUNA, C. C. et al. **Rendering para arquitectos.** 1. Ed. Barcelona: Parramón, 2009.

CARVALHO, R.S; SAVIGNON, A.P. (2012). O Professor de Arquitetura na Era Digital: Desafios e Perspectivas. In: GESTÃO E TECNOLOGIA DE PROJETOS, v. 6., n. 2, 2012, São Carlos. **Anais**... São Carlos: GTP, 2012, p. 4-13

CASTRAL, P C., VIZIOLI, S.H. T. O desenho à mão-livre mediado pela tablet. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 15., 2011, Santa Fé. **Anais**... Santa Fé: FADU-UNL, 2011, p. 1-5

CATTANI, A. **Sistemas de Representação em Arquitetura e Urbanismo**. Porto Alegre, RS. Seminário do programa de pós-graduação em Arquitetura, UFRGS, set/out 2006. 18p.

CHING, Francis D. K. **Representação Gráfica em Arquitetura**. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2017.

DUARTE, R. B. Uma investigação sobre as diversas aproximações entre o computador e o processo de ensino/aprendizado do projeto arquitetônico. In: PROJETAR: Congresso Nacional sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura, 2003, Natal. **Anais**... Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003, p. 4

FIGUEIREDO, R. T.; VIZIOLI, S. T. Estudo comparativo entre as novas ferramentas digitais utilizadas no desenho à mão livre**.** In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 17., 2013, Valparaíso. **Anais**... Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2014. p. 87-91

KENOFF, A. Décadas depois do surgimento do CAD, a arquitetura está se livrando do papel — desta vez é sério. Archidaily Brasil, 21 Jul 2017. (Trad. Santiago Pedrotti, Gabriel). Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/875901/decadas-depois-do-surgimento-do-cad-a-arquitetura-esta-se-livrando-do-papel-desta-vez-e-serio> Acesso em: 20 Jun 2018.

MENEGOTTO, J.L.; ARAUJO, T.C. **O desenho digital: técnica e arte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

PRUNA, C. C. Procedimientos para desarrolar El modelo. In: BEST, Kathryn. **Rendering para arquitectos,** ed. 1. Barcelona: Parramón, 2009.

RIGHI, T. A. F; CELANI, Gabriela. Esboços na era digital – Uma discussão sobre mudanças na metodologia de projeto arquitetônico. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 12., 2008, Cuba. **Anais**... Cuba: Ministerio de Educación Superior, 2008.

RIGHI, T. A. F. **Displays Interativos como ferramentas de comunicação no processo de projeto de arquitetura.** 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

RIGHI, T. A. F. Displays interativos. In: KOWALTOWSKI, Doris C. C. K; et al (orgs.). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia.** São Paulo: Oficina de textos, 2011.

RIGHI, T. A. F.; Celani, G. Displays Interativos como Ferramenta de Comunicação no Processo de Projeto de Arquitetura. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 7., 2007, Curitiba. **Anais**... Curitiba: UFPR, 2007.

SILVA, I. M. M. Da; VIZIOLI, S. H. T. O uso da tablet no ensino de Arquitetura: primeiras impressões. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 15., Santa Fé, 2011. **Anais**... Santa Fé: FADU-UNL, 2011, p. 43- 46

STUMPP, M.M. Laboratório de Expressão e Representação Gráfica: Relato de uma experiência. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 12., Cidade do México, 2007. **Anais**... Cidade do México: Universidad de La Salle, 2007.

VIZIOLI, S. H. T.; SILVA, I. M. M. da. Ensino de Arquitetura e Urbanismo com auxilio de ferramentas digitais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 16., Fortaleza, 2012. **Anais**... Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2012.

VIZIOLI, S. H. T.; CASTRAL, P. C.; Lancha, J. J. Oficina digital: Experiência projetual para a Tulha da Fazenda do Pinhal. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 21., Concepción, 2017. **Anais**... Concepción: Universidad de Concepción, 2017, p. 1-5.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

GESTÃO DA INFORMAÇÃO GRÁFICA DIGITAL: UM ESTUDO EM CONSTRUTORAS DE RECIFE/PE

CARVALHO, Gisele Lopes de[1],
FULGÊNCIO, Vinicius Albuquerque[2],
PUTTINI, Carolina[3]

Resumo

A organização dos dados de um projeto é fundamental para uma melhor comunicação entre os profissionais. Devido a isso, muitos escritórios costumam desenvolver seus próprios procedimentos metodológicos de organização da informação eletrônica. Nesse sentido, a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) desenvolveu um conjunto de normas, baseadas em padrões internacionais, que visam estandardizar essa documentação digital. Essas indicações constam em um manual de livre acesso e disponível online. No entanto, trata-se ainda de uma recomendação, gerando mudanças nos processos de trabalho. Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo investigar de que maneira a informação gráfica no mercado da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) em Recife está sendo gerenciada e, mais especificamente, se utilizam a padronização da AsBEA. A pesquisa assume como objeto de estudo as informações gráficas digitais (desenvolvidas em tecnologia CAD) das construtoras,entre os anos 2006 e 2016, com sede em Recife. Vale salientar que a mesma se encontra em fase de desenvolvimento e, portanto, os resultados são iniciais.

Palavras-chave: gestão da informação; processo projetual; representação gráfica; desenho arquitetônico; AsBEA.

Abstract

The data organization of a project is fundamental for a better communication between professionals. Because of this, many offices often develop their own methodological procedures for organizing electronic information. In this sense, the Brazilian Association of Architectural Offices (AsBEA) has developed a set of rules, based on international standards, that aim to standardize this digital documentation. These indications are set out in a freely accessible manual available online. However, this is still a recommendation, generating changes in work processes. In view of the above, this paper considers the following question as a research problem: how the AEC is (Architecture, Engineering and Construction) market in Recife has being managed, and more specifically, the standardization of AsBEA is used. The research takes as its object the digital graphic information (developed in CAD technology) of the constructors, developed between the years 2006 to 2016, based in Recife. It is worth mentioning that it is in the development phase and, therefore, the results are initial.

Keywords: information management; design process; graphic representation; architectural design; AsBEA.

[1] Universidade Federal de Pernambuco; giseledecarvalho@gmail.com
[2] Universidade Federal de Pernambuco; vinicius.fulgencio@ufpe.br
[3] Universidade Federal de Pernambuco; puttini.carolina@gmail.com

1 Introdução

A organização dos dados de um projeto é fundamental para uma melhor comunicação entre os profissionais da área. Trata-se de um aspecto da própria natureza do projeto: a complexidade que envolve a visualização simultânea dos elementos construtivos. Se por um lado é necessária, ao mesmo tempo, a exibição em totalidade dificulta esse processo (GIACAGLIA, 2001).

No intuito de organizar essas ideias, muitos escritórios costumam desenvolver seus próprios procedimentos metodológicos de organização da informação eletrônica (GIACAGLIA, 2001). Nesse sentido, a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) desenvolveu um conjunto de normas, baseadas em padrões internacionais, entre eles a ISO13567, que visam padronizar essa documentação digital (RUSCHEL; BIZELLO, 2011). Essas normas constam em um manual que foi desenvolvido pela mesma associação, sendo de livre acesso e disponível online[4]. Ainda segundo Ruschel e Bizello (2011), esse manual foi desenvolvido pela necessidade do compartilhamento entre escritórios diferentes que devem atender uma padronização executada em sistemas CAD, além de seguir uma série de documentos e planilhas compatíveis e estandardizadas. Além dessa padronização na documentação há uma mudança nos processos de trabalho a partir das recomendações do manual como, por exemplo, documentos para a obra ou cliente devem ser enviados nos formatos impressos ou arquivos fechados.

Diante do exposto, o trabalho toma como problema de pesquisa a seguinte questão: de que maneira o mercado da AEC em Recife está gerindo as informações gráficas digitais dos seus projetos? A pesquisa assume como objeto de estudo as informações gráficas digitais (desenvolvidas em tecnologia CAD) das construtoras, com sede em Recife, para investigar de que maneira está sendo realizada a gestão dessas informações.

Ao tratarmos da gestão da informação do projeto podemos destacar os seguintes trabalhos: Giacaglia (2001), Panizza (2004), Pontes e Malard (2006), Ruschel e Bizello (2011) e Andrade (2012). No entanto, apenas Panizza (2004) e Andrade (2012) investigaram diretamente essa gestão da informação em escritórios, a partir de um projeto específico como estudo de caso ou por meio das questões didáticas, enquanto os outros se detiveram ao campo teórico. Nesse sentido, o trabalho se justifica pela necessidade de investigar em profundidade a gestão da informação digital de projetos arquitetônicos em construtoras, especificamente na cidade de Recife, considerando que boa parte das pesquisas dessa temática são desenvolvidas no eixo sul-sudeste do Brasil.

A hipótese defendida é que as construtoras adotam processos de trabalho específicos baseados nos manuais da AsBEA e ISO 9000/9001, uma vez que a informação precisa ser partilhada entre vários parceiros de projeto.

2 Fundamentação Teórica

A computação gráfica na arquitetura sugere um novo paradigma na maneira de representar e, consequentemente, na maneira de projetar, indo além das novas possibilidades de ambientes de representação ou otimização nos desenhos técnicos e executivos (TSUKUMO, 2009). Dentre os diversos sistemas de computação gráfica, o Computer Aided Design/Drawing (CADD) é um dos mais utilizados em escritórios da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), principalmente após a fase conceptiva (RUSCHEL ; BIZELLO, 2011).

[4] Disponível em http://www.asbea.org.br/manuais

A tecnologia CAD (Computer Aided Drawing) surgiu inicialmente aplicada a softwares baseados nas relações geométricas euclidianas e mongeanas. Também conhecidos como CAD geométricos, essa tecnologia foi a que melhor se adaptou ao mercado por ser mais genérica, possibilitando sua utilização em diversas áreas de projeto (RUSCHEL ; BIZELLO, 2011).

A informação gerada ao longo do processo de projeto constitui-se no elo entre os participantes (internos e externos) e permite que seja possível verificar as metas, propostas e soluções do projeto (ANDRADE, 2012). A troca de informação eficiente atua diretamente na qualidade do projeto em todas as suas fases, desde as soluções projetuais, passando pela apresentação, até a fase de execução (OLIVERIA; MELHADO, 2006 apud ITO, 2007).

As mensagens, ao longo do processo projetual, podem ocorrer de forma oral, escrita, numérica ou gráfica com qualquer tipo de mídia e originária a partir de qualquer um dos envolvidos no projeto (MELHADO; CAMBIAGHI, 2006 apud ITO, 2007). Para esta pesquisa, nos interessam aquelas de natureza gráfica pois, segundo Andrade (2012), estas são informações que, a partir de símbolos e códigos, possibilitam a comunicação de uma ideia. Elas são usadas em todas as fases do processo de projeto e podem ser feitas por meio de desenhos, modelos, perspectivas, etc.

Ao longo do século XX e XXI a computação gráfica foi se desenvolvendo e hoje é possível dizer que ela passou por três principais momentos: a prancheta eletrônica, modelo de construção digital e realidade virtual. É importante salientar que atualmente esses momentos coexistem.

No primeiro, a computação gráfica ficou restrita a uma melhoria dos desenhos tradicionais, utilizando-se das mesmas representações ortográficas e perspectiva (FERNANDES; PEREIRA; ISHIDA, 2007). Ayres e Scheer (2007) caracterizam esses softwares como pranchetas eletrônicas, exatamente por ainda estarem ligados às relações gráficas do desenho à mão. Sem dúvida essa ferramenta contribuiu para uma otimização dos processos de trabalho, mas ficou restrito a isso.

No segundo momento, Fernandes et al (2007) caracterizam a computação gráfica pela sua capacidade de conversão tridimensional dos parâmetros construtivos e a possibilidade de modelar em ambiente digital. O edifício agora passa a ser construído no espaço virtual, utilizando-se de parâmetros e elementos construtivos do projeto. Já no terceiro momento, temos a presença do ciberespaço, em conjunto com técnicas de realidade virtual, na concepção dos projetos.

O termo CAD pode remeter a dois conceitos: o de projeto auxiliado por computador ou desenho assistido por computador. Quando falamos de tecnologias voltadas para a simulação, avaliação e desenvolvimento da edificação estamos nos referindo a CAD (Computer Aided Design).

Por sua vez, quando nos referimos às tecnologias voltadas a otimização das representações gráficas estamos falando de sistemas CAD (Computer Aided Drawing). A partir de um resgate na literatura utiliza-se, no intuito de uma melhor conceituação, o termo CAAD (Computer Aided Architetural Design) para o projeto auxiliado por computador (RUSCHEL; BIZELLO, 2011).

Os softwares dessa tecnologia produzem informações a partir de entidades geométricas primitivas (linhas, pontos, arcos, etc.) e, atualmente, poucos são os escritórios que não se utilizam desses softwares (RUSCHEL; BIZELLO, 2011). Embora o ambiente de projetação tenha sido modificado, os princípios dos sistemas projetivos da representação tradicional permanecem.

No segundo momento dos softwares CAD (Computer Aided Drawing), temos a terceira dimensão inserida. Foi um grande avanço em relação ao CAD geométrico, pois naquele momento era possível modelar o edifício em três dimensões, possibilitando agregar mais informações que àquelas bidimensionais da prancheta eletrônica. No entanto, ainda há uma série de fragmentações da informação, pois esses softwares são carentes de ferramentas que permitam a seleção parcial do objeto 3D (AYRES; SCHEER, 2007).

Diante da rápida evolução tecnológica, a gestão da informação parece não ter acompanhado o mesmo ritmo. Fruet e Formoso (1993), a partir de pesquisa junto a gerentes técnicos de empresas, afirmam que a difusão da informação é um dos itens que precisa ser melhorado nas organizações, pois a deficiência de integração, e mesmo de comunicação entre os envolvidos em determinado empreendimento, é uma das principais causas para o retrabalho durante a execução da obra.

Além da evolução tecnológica, podemos ainda observar que houve uma evolução na representação e informação dos projetos pois, além da parte gráfica, existem documentos escritos que complementam esta primeira informação. Tais documentos podem ser: atas de reunião, caderno de obras, caderno de encargos, entre outros. Devido ao grande volume de documentação gerado durante o processo, novas funções dentro do nicho da arquitetura e engenharia surgiram, como é o caso da compatibilização de projetos. Nesse sentido, aponta o SEBRAE (1995) que:

> A compatibilização é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando ao perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção de padrões de controle de qualidade total de determinada obra , cujos objetivo são eliminar ou minimizar conflitos entre os projetos inerentes à determinada obra, simplificando a execução e otimizando a utilização de materiais mão-de-obra, bem como a subsequente manutenção (SEBRAE, 1995 p.17 e 19).

Desta forma as empresas precisaram recriar seus produtos e processos de modo a poder inovar e garantir produtividade com qualidade. Um dos pontos importantes a ser fortalecido é a necessidade de criação de uma cultura da “colaboração”, não só entre os profissionais, mas também entre profissionais e clientes.

Assim a Tecnologia da Informação (TI) auxilia o processo de projeto por permitir que um número maior de informações, mais detalhadas e completas, tanto internas quanto externas à empresa, seja acessado e analisado em menos tempo. De acordo com Nascimento e Santos (2003 apud Brígitte e Ruschel, 2016), a informação deve ser compartilhada por todos os agentes, e para isso devem ser utilizados mecanismos de comunicação com ferramentas para acesso às informações por toda a equipe. A principal utilização da informação é para a tomada de decisão. Por isso, a qualidade da informação pode determinar o acerto das decisões tomadas.

A questão central é, antes de tudo, não apenas saber usar a melhor tecnologia do mercado, mas fazer dela uma ferramenta de auxílio para quem a utiliza, enriquecendo seu trabalho. Neste contexto, devemos colocar os futuros e atuais profissionais atuando de forma mais ativa e participativa, apresentando soluções cada vez mais rápidas e mais precisas. Para tanto, as informações e, principalmente, o uso que se faz delas, passam a ser recursos

valiosos a serem utilizados pelos profissionais (atuais e futuros) e, consequentemente, pelas empresas. (NUNES, R. 2003 p.23)

Apesar da reconhecida importância, Guimarães e Amorim (2006) apontam que o mercado ainda precisa investir na melhoria das práticas organizacionais quanto à gestão da informação. Todavia Ruschel e Bisello (2011) ressalvam que já existe uma incorporação, ainda que lenta, na indústria da construção civil, dos manuais, cartilhas e processos de trabalho desenvolvidos pelas diversas entidades da área.

É a partir dessa perspectiva que este trabalho irá investigar de que maneira as empresas da AEC estão incorporando os processos de trabalho relativos à gestão da informação, no intuito de verificar os atuais desafios, limites e potencialidades, bem como compreender em maior profundidade as especificidades do mercado de Recife.

3 Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho configura-se como uma análise documental a partir dos registros gráficos de construtoras de médio e grande porte da cidade de Recife. Esses registros correspondem a projetos executivos de edificações multifamiliares em plataforma CAD (Computer Aided Design).

Em termos metodológicos a pesquisa é de caráter qualitativo e hipotético dedutivo, pois parte de uma ideia geral para um objeto específico. Utiliza-se de documentação indireta (informação coletada), secundária (produzida por terceiros) e não escrita (natureza gráfica). Quanto aos procedimentos metodológicos a pesquisa estrutura-se através dos seguintes passos: 1) análise dos documentos gráficos digitais, produzidos em sistema CAD 2D, coletados nas construtoras investigadas; 2) análise comparativa entre os documentos gráficos digitais; 3) aplicação de questionário em construtoras para verificar como a gestão da informação do projeto é realizada.

Por se tratar de uma pesquisa em andamento, os questionários ainda estão em fase de coleta. Deste modo, o presente trabalho fará uso dos documentos gráficos digitais em suas análises, referentes às etapas iniciais de pesquisa.

3.1 Sistematização dos dados

A partir da análise documental do manual AsBEA (Diretrizes Gerais para Intercambialidade de Projetos em CAD), foi elaborada uma tabela síntese dos elementos julgados relevantes neste momento da pesquisa para a análise dos registros gráficos obtidos juntos às construtoras.

O referido documento está dividido em 03 seções que contemplam a organização da informação e 01 seção referente à parte gráfica, nomeadas respectivamente: 1) Sistema de Nomenclatura de Diretórios de Projetos; 2) Sistema de Nomenclatura de Arquivos; 3) Sistema de Nomenclatura de *Layers* e 4) Sistema de Espessura de Penas. Para cada seção, a AsBEA apresenta uma tabela onde indica campos de abreviações recomendadas (obrigatórias) e de recomendações sugeridas (não obrigatório). Para fins de pesquisa, foram analisadas somente as recomendações recomendadas, ou seja, as obrigatórias.

Na primeira seção, temos como itens obrigatórios: a) agente; b) fase; c) objeto; d) revisão. O agente reflete a origem da informação, ou seja, um campo específico de conhecimento como arquitetura, engenharia elétrica, estrutural, entre outras; a fase determina em que

etapa de elaboração o projeto se encontra; o objeto refere-se ao tipo de documentação que pode ser uma base, detalhe ou imagem e, por fim, a revisão indica o número das alterações de arquivos, ou seja, a versão atualizada do projeto.

Na segunda seção, sobre nomenclatura de arquivos, os itens obrigatórios são: a) agente; b) fase; c) plano de projeção; d) localização; e) revisão. Os itens agente, fase e revisão seguem a mesma definição da seção anterior. O item plano de projeção refere-se ao tipo de representação gráfica produzida que vai desde uma isometria a um detalhamento geral. Já a localização indica o nível do pavimento representado como o térreo, mezanino ou algum outro específico.

A terceira seção, que trata da nomenclatura de *Layers*, recomenda dois itens obrigatórios: a) agente; b) objeto; c) anotações e representações gráficas. Os itens agente e objeto possuem as mesmas características das seções anteriores. A categoria anotações e representações gráficas indicam os itens explicativos de um projeto como por exemplo: textos gerais, tabelas, cotas, entre outros.

A quarta seção que trata do Sistema de Representação, mais especificamente do sistema de espessura de penas, a AsBEA sugere cores e espessuras para dois softwares registrados: AutoCAD® e µStation®. Tal informação deve ser alimentada pelo desenhista baseado na norma brasileira para Representação de projetos de arquitetura (NBR-6492).

Diante destas informações, foi gerada uma tabela síntese (Tabela 1) com os elementos obrigatórios das seções 02 a 04.

Tabela 1 – Itens de Análise de Gestão da Informação

TABELA ASBEA - NOME DA EMPRESA						
			SIM	NÃO	NOME USADO	SUGESTÃO ASBEA
NOMENCLATURA ARQUIVO	CÓDIGO PROJETO					
	AGENTE					
	FASE					
	OBJETO					
	QUALIFICATIVO					
	Nº REVISÃO					
LAYERS	LEVANTAMENTO	AGENTE				
		OBJETO				
		ANOTAÇÕES/REPRES. GRÁFICAS				
	ARQUITETURA	AGENTE				
		OBJETO				
		ANOTAÇÕES/REPRES. GRÁFICAS				
	PAISAGISMO	AGENTE				
		OBJETO				
		ANOTAÇÕES/REPRES. GRÁFICAS				
	ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES	AGENTE				
		OBJETO				
		ANOTAÇÕES/REPRES. GRÁFICAS				
	ELÉTRICA	AGENTE				
		OBJETO				
		ANOTAÇÕES/REPRES. GRÁFICAS				
	HIDRÁULICA	AGENTE				
		OBJETO				
		ANOTAÇÕES/REPRES. GRÁFICAS				
	INSTALAÇÕES DE AR-CONDICONADO	AGENTE				
		OBJETO				
		ANOTAÇÕES/REPRES. GRÁFICAS				
PLOTAGEM	AMBIENTE	MODEL			LAYOUT	
	CONFIGURAÇÃO DE PENA	CTB			MONOCROMÁTICO	

Fonte: autores.

A seção 01 não foi contemplada, pois é uma nomenclatura de diretório e para tal análise precisaríamos acessar os servidores das empresas analisadas na pesquisa. Sobre a seção 04, não foram analisadas as espessuras usadas para cada tipo de representação, pois não é este o objetivo da pesquisa. Nesta seção verificamos somente a gestão da formatação de pranchas e plotagem: ambiente de plotagem (*model* ou *layout*) e configuração das penas (arquivo tipo ctb ou configuração no próprio *layer*).

3.2 Sobre os documentos gráficos

O material gráfico trabalhado na pesquisa é composto, até o momento, por 08 conjuntos de projetos, produzidos entre os anos de 2006 e 2016 de 05 construtoras diferentes, totalizando 33 documentos conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Lista de Documentos

Construtora	Projeto	Documentos	Construtora	Projeto	Documentos
CA (2015)	CA-01	CA-01-un	**PE (2014)**	PE-03	PE-03-arq
DL (2016)	DL-01	DL-01-ac			PE-03-aut
		DL-01-arq			PE-03-ac
		DL-01-ele			PE-03-ele
		DL-01-hid			PE-03-est
GB (2006)	GB-01	GB-01-arq			PE-03-hid
		GB-01-inst			PE-03-inc
	GB-02	GB-02-arq			PE-03-tel
		GB-02-est	**QG (2012)**	QG-01	QG-01-arq
		GB-02-ele			QG-01-ac
		GB-02-tel			QG-01-ele
PE (2014, 2016)	PE-01	PE-01-arq			QG-01-hid
		PE-01-ele			QG-01-po
		PE-01-hid			
		PE-01-tel			
	PE-02	PE-02-arq			
		PE-02-ac			
		PE-02-aut			
		PE-02-ele			
		PE-02-hid			

Fonte: autores

4 Análise e Discussão

Diante dos dados levantados (Tabela 3), em referência à primeira seção (nomenclatura de arquivos), a AsBEA recomenda que a mesmo possua, no mínimo, 06 itens na seguinte ordem: CÓDIGO DO PROJETO - AGENTE – FASE – OBJETO – QUALIFICATIVO – REVISÃO.

Considerando que dos 33 documentos, nenhum apresenta a nomenclatura de acordo com a recomendação AsBEA, podemos afirmar que os projetos analisados demonstram ter uma lógica organizacional, mas que é restrita à empresa. Dos 06 itens sugeridos para compor a nomenclatura, nenhum arquivo indica objeto e qualificativo. Já os itens agente e fase aparecem, respectivamente, com 6% e 15% de concordância com o manual da AsBEA. Por usa vez, os itens código do projeto e revisão aparecem com expressivos 42% cada, o que nos indica uma proximidade com o modelo de gestão da informação da AsBEA. Embora nãos seja possível indicar a razão desse fato, podemos suscitar que seja porque essas nomenclaturas referem-se a versão mais atual do projeto, bem como a identificação do cliente.

Tabela 3 – Levantamento: itens de nomenclatura de arquivos

Itens	Conforme padrão AsBEA		Não Conformidade	
	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem
CÓDIGO DO PROJETO	14	42%	33	58%
AGENTE	02	6%	31	94%
FASE	05	15%	28	85%
OBJETO	00	0%	33	100%
QUALIFICATIVO	00	0%	33	100%
REVISÃO	14	42%	19	58%

Fonte: autores

Em relação à organização da informação dentro do arquivo, mais especificamente o que se refere à segunda seção (*layers*), analisamos os seguintes campos recomendados pela AsBEA: 1) agente; 2) objeto e 3) anotações e representações gráficas.

Diante dos 441 *layers* levantados (Tabela 4), constatamos que em sua grande maioria, cada empresa já possui e utiliza um padrão próprio de organização das camadas. Algumas assemelham-se bastante com as recomendações da cartilha, mas não seguem em sua totalidade.

Tabela 4 – Levantamento: sistema de nomenclatura de *layers*

Itens	Conforme padrão AsBEA		Não Conformidade	
	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem
AGENTE	11	2%	430	98%
OBJETO	26	6%	415	94%
ANOTAÇÕES E REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS	16	4%	425	96%

Fonte: autores

No que diz respeito ao ambiente de plotagem (Tabela 4), verificamos se a prancha de projeto é elaborada no ambiente *model* ou *layout* e como as construtoras ou terceirizados distribuem a informação de plotagem, ou seja, se esta já está configurada no próprio *layer* ou se utilizam arquivos tipo CTB[5].

Podemos perceber que há uma disparidade entre os ambientes de plotagem, sendo o *model* a preferência da maioria dos usuários. E quanto à espessura de penas e cores das linhas, a maioria utiliza o formato CTB. É necessário ainda um estudo mais aprofundado sobre essas preferências uma vez que o ambiente *layout* (*paper space*) se mostra mais vantajoso, pois permite a inserção de várias escalas em uma única prancha.

Tabela 4 – Levantamento: sistema de nomenclatura de *layers*

AMBIENTE	**MODEL**		**LAYOUT (PAPER SPACE)**	
	20		13	
CONFIGURAÇÃO PLOTAGEM	**CTB**		**LAYER**	
	19		14	

Fonte: autores

[5] O arquivo CTB no AutoCAD é um arquivo que contém as configurações de espessuras e cores de linhas a serem impressas em um projeto.

5 Considerações Finais

Diante das análises feitas, percebemos que as construtoras e escritórios terceirizados buscam o padrão da informação, mas não levam em conta todas as sugestões da cartilha AsBEA. A construtora PE é a que mais se assemelha a tal padrão, mas mesmo assim, adota em alguns elementos nomenclaturas próprias.

Quanto à nomenclatura dos Arquivos, percebemos que os itens "código do projeto" e "revisão" são os mais utilizados e acreditamos que isto reflete mais uma necessidade do que uma organização da informação. Tal inferência se dá pelo fato de os dois itens serem utilizados para classificar quem é o cliente e qual a versão final do projeto.

No tocante às camadas de desenho (*layers*), percebemos que cada empresa adota siglas específicas que remetem ao padrão AsBEA, mas não o contempla em sua totalidade. Dos itens sugeridos pela cartilha, o elemento objeto foi o mais contemplado e o agente o menos referenciado. Tal condição não favorece a troca de informação, pois num mesmo arquivo trabalham vários agentes e essa identidade é importante para a leitura e entendimento da informação do projeto.

Sobre o ambiente de plotagem, temos somente considerações iniciais pois a pesquisa ainda está em andamento. Os itens levantados indicam que o ambiente *model* é mais utilizado que o layout e sobre a informação de cor e espessura de linhas, a mesma é mais distribuída através de arquivo padrão CTB.

Apesar da AsBEA ainda ser uma sugestão, ressaltamos aqui sua importância para a Intercambialidade de arquivos de projetos pois, ao obedecer às suas indicações, o documento passa a ter além da informação gráfica, a informação de gestão da obra e agentes envolvidos nesta.

Referências

ANDRADE, Max. **Projeto performativo na prática arquitetônica recente:** estrutura Conceitual. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Diretrizes Gerais para Intercambialidade de Projetos em CAD.** São Paulo, 2002. 40p.

AYRES, Cervantes; SCHEER, Sérgio. **Diferentes Abordagens do Uso do CAD no Processo de Projeto Arquitetônico.** In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2007, Anais... Curitiba - PR. VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2007.

BRÍGITTE, Giovanna; RUSCHEL, Regina. **Modelo de informação da construção para o projeto baseado em desempenho:** caracterização e processo. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 9-26, out./dez. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

FERNANDES, Bruno; PEREIRA, Alice; ISHIDA, Américo. **Os três momentos do uso da tecnologia computacional gráfica em arquitetura.** Oculum Ensaios, revista de Arquitetura e Urbanismo, 2007.

FRUET, Genoveva, FORMOSO, Carlos. **Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte.** In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, GESTÃO E TECNOLOGIA, 2, 1993. Porto Alegre. Anais ... Porto Alegre: NORIE-UFGRS, 1993, p.1-52.

GIACAGLIA, Marcelo. **A organização da informação em sistema CAD:** análise crítica de esquemas existentes e proposta para o caso brasileiro. Sinopses, v.35. p. 70-74, 2001.

GUIMARÃES, Isabela; AMORIM, Sérgio. **Gestão da informação e competência em processo de projeto.** Gestão e Tecnologia de Projetos, v.1, n1, 2006.

ITO, Armando. **Gestão da informação no processo de projeto de arquitetura:** estudo de caso. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Pós-Graduação em Construção Civil, 2007.

NUNES, Roberta. **Novas Tecnologias de Informação Aplicada a Gestão de Projetos de Arquitetura e de Complementares.** Tese (Tese em Engenharia de Produção) - UFRJ. Rio de Janeiro, 2003.

PANIZZA, Alexandre. **Colaboração em CAD no projeto de arquitetura, engenharia e construção:** estudo de caso. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual de Campinas. Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2004.

PONTES, Mateus.; MALARD, Maria. **Integração entre projeto arquitetônico e orçamento através de software CAD.** In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Florianópolis, 2006.

RUSCHEL, Regina; BIZELLO, Sergio. **Avaliação de sistemas CAD livres.** In: Doris C.C.K.Kowaltowski, Daniel de Carvalho Moreira, João R.D.Petreche, Mário M. Fabricio (Orgs.). O processo do projeto em arquitetura. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

SEBRAE. **Diretrizes gerais para compatibilização de projetos.** Curitiba: Sinduscon-PR, 1995.

TSUKUMO, Tais. **O desenho de obra e a produção de arquitetura.** 228 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2009.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

CONTRADIÇÕES DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA ARQUITETÔNICA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A NBR-6492 E LIVROS DIDÁTICOS

FULGÊNCIO, Vinicius Albuquerque[1],
PUTTINI, Carolina[2].

Resumo

O objetivo deste estudo é investigar as contradições da representação gráfica arquitetônica nos materiais didáticos utilizados nos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo, tendo como estudo de caso quatro Instituições Federais de Ensino Superior do Nordeste. Nesse sentido o presente trabalho focou no ambiente de ensino, considerando os reflexos que tais divergências podem acarretar na prática profissional. Para tal propósito foi utilizado o Método Comparativo entre dois objetos de estudo (NBR-6492 e livros didáticos). O procedimento metodológico utilizado consistiu na seleção de documentos bibliográficos; desenvolvimento de categorias de análise; tabulação de dados e, por fim, análises e discussões. Em primeira instância não se pode afirmar que o material didático é o único responsável pelas contradições da representação gráfica arquitetônica, mas é possível dizer que há um conflito de informações no ambiente de ensino, pois os professores de representação gráfica podem estar ensinando a partir de referências documentais que não estão de acordo entre si.

Palavras-chave: representação gráfica; desenho técnico; linguagem gráfica; projeto de arquitetura.

Abstract

The aim of this study is to investigate the architectural graphic representation contradictions in the didactic materials used in some Northeast Federal University. This way, the study focused in the teaching environment, considering the reflexes that such divergences can cause in professional practice. For this purpose, the Comparative Method was used between two objects of study (NBR-6492 and textbooks). The methodological procedure consists in the selection of bibliographic documents; development of categories of analysis; tabulation of data and, finally, discussions and results. In the first instance it can not be said that the teaching material is the only one responsible for the contradictions of the architectural graphic representation, but it is possible to say that there is a conflict of information in the teaching environment, since the teachers of graphic representation can be teaching from contradictory documentary references.

Keywords: graphic representation; technical drawing; graphic language; architectural design.

[1] Universidade Federal de Pernambuco; vinicius.fulgencio@ufpe.br
[2] Universidade Federal de Pernambuco; carolina.pti@gmail.com

1 Introdução

A representação gráfica aplicada à arquitetura se refere ao conjunto de métodos utilizados para expressar ideias e conceitos, desde as representações comumente associadas e utilizadas (plantas, cortes e fachadas) àquelas como a mídia digital e os desenhos analíticos à mão livre (FARELLY, 2014).

Dentre os diversos meios de representação aplicados à arquitetura, o desenho técnico é um dos mais utilizados e responsável por comunicar graficamente o objeto arquitetônico de forma padronizada. Sua principal função é passar as informações essenciais para a execução do edifício, privilegiando clareza e precisão na transmissão desses dados (GOÉS, 2008). French (1951) define o desenho técnico como aquele utilizado por engenheiros, desenhistas e projetistas para comunicar ideias e registrar dados para a fabricação de máquinas e estruturas. Já para Souza e Rocha (2010), "o desenho técnico é uma forma de expressão gráfica que tem por finalidade a representação de forma, dimensão e posição de objetos de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas áreas técnicas".

No sentido de propiciar a informação padronizada o desenho técnico deve seguir as prescrições previstas em normas de representação da ABNT (GOÉS, 2008). A normatização da representação técnica arquitetônica corresponde a um conjunto de normas internacionais, sob a supervisão da ISO (International Organization for Standardization). Cada país tem suas próprias versões da norma adaptadas à sua realidade e especificidades. No caso brasileiro, a norma que se refere à representação gráfica arquitetônica é a NBR-6492 que tem por objetivo, conforme sua descrição, fixar as condições exigíveis para representação gráfica de projetos de arquitetura, visando à sua boa compreensão. Ainda destaca: tal norma não abrange os critérios de projeto, que são objeto de outras normas ou de legislação específicas de municípios ou estados.

A padronização da representação técnica é importante e necessária àqueles que trabalham na indústria da construção civil, pois a troca de informações entre esses profissionais deve acontecer de maneira eficiente e clara para a construção do edifício. Assim, a representação configura-se como uma ferramenta de comunicação, registro e documentação da obra (GOÉS, 2008). No entanto, o que se vê empiricamente nas faculdades de arquitetura e no mercado da construção civil são conflitos entre representações do mesmo objeto.

Nesse sentido o presente trabalho focou nas contradições existentes no ensino, considerando os reflexos que tais divergências podem acarretar na prática profissional. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi investigar as contradições da representação gráfica arquitetônica nos materiais didáticos. Para isso utilizou-se de uma análise documental comparativa entre a NBR-6492 e dois livros didáticos.

2 Metodologia

Tendo em vista que o trabalho se estrutura através dos resultados da comparação de dois objetos de estudo (NBR-6492 e livros didáticos) a pesquisa irá utilizar o Método Comparativo para o seu desenvolvimento. Marconi e Lakatos (2012) definem esse método como uma "experimentação indireta" onde, a partir da comparação entre semelhanças e diferenças, se constrói uma explicação dos fenômenos. Fachin (2006) aponta que nesse método é possível deduzir dos dados concretos seus elementos abstratos, constantes e gerais.

Dito isso, apresentamos o conjunto de procedimento metodológicos adotados: 1) seleção de documentos bibliográficos; 2) desenvolvimento de categorias; 3) tabulação de dados; 4) análises e discussões. Em relação aos documentos bibliográficos, a pesquisa está realizando um levantamento das bibliografias[3] das disciplinas de desenho arquitetônico nas Universidades Federais do Nordeste. Os resultados prévios, referentes a quatro Universidades, nos mostram que os três materiais bibliográficos mais utilizados, considerando às ementas, são: NBR 6492, o livro "Desenho Arquitetônico" de Gildo Montenegro e o livro "Dimensionamento em Arquitetura" de Emile Pronk. No entanto, o livro de Pronk não contempla os conteúdos referentes à representação gráfica arquitetônica e, por isso, selecionamos o quarto colocado nesse ranking: o livro "Desenho Arquitetônico" de Oberg (ver quadro 1).

Após a seleção de documentos, foram desenvolvidas duas grandes categorias de análise. A primeira é baseada nos critérios definidos por Schuler et al (2014) quanto aos dados fundamentais para a informação gráfica: 1) elementos construtivos e 2) representação das informações. Considerando que a representação das informações está vinculada a organização informacional, utilizou-se apenas o primeiro critério (elementos construtivos), o qual divide-se nos seguintes grupos e itens: paredes e elementos estruturais; aberturas (portas, janelas, portões); pisos e seus componentes (degraus, rampas, escadas); equipamentos de construção (aparelhos sanitários, roupeiros, lareiras); aparelhos elétricos de porte (fogões, geladeiras, máquinas de lavar) e elementos de importância não visíveis. A segunda categoria, baseada no critério de Farelly (2011), trata da comunicação gráfica de projetos de arquitetura: as variações de espessura e tipos de linha. O componente "elementos de importância não visíveis", da primeira grande categoria analítica, foi excluído tendo em vista que termina por se repetir na segunda categoria, ao tratarmos das linhas de projeção e elementos não visíveis. Como resultado, temos as duas grandes categorias de análise dos projetos, conforme Figura 1.

Quadro 1 – Bibliografia utilizada em disciplina de desenho arquitetônico (UFAL, UFPB, UFPE, UFPI).

ROS						%
IT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Elaboração de etos de edificações - Arquitetura – NBR 13532			X		1	4,8
IT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Representação de etos de arquitetura – NBR 6492, Rio de Janeiro, 1994.	X	X	X	X	4	19,(
NG, Arquitetura – forma, espaço e ordem. São Paulo: Martins tes, 1998.	X				1	4,8
NG, Francis D. K. Representação gráfica em arquitetura. Porto gre: Bookman,1996.	X				1	4,8
OSTINO, Frak R. Desenho arquitetônico contemporâneo. São lo: Hemus,2004. 446p.				X	1	4,8
GITT, J. Desenho de arquitetura. Técnicas e atalhos que usam ıologia. Porto Alegre: Editora Bookman, 2004			X		1	4,8
NTENEGRO, G. Desenho Arquitetônico. São Paulo: Edgar Blucher, 1.	X	X	X	X	4	19,(
EL, Ernst. Desenho técnico para a construção civil. Sao Paulo: EPU, 4.				X	1	4,8
RG, L. Desenho arquitetônico. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 9.153p	X			X	2	9,5
NK, Emile. Dimensionamento em Arquitetura. , 4ª edição Universitária/UFPB, 1995, 65 p	X	X	X	X	4	19,(
A, Gilberto Soares da. Curso desenho técnico. Porto Alegre: Sagra-	X				1	4,8

Fonte: Autores, 2019.

[3] Apenas quatro Universidades Federais da região Nordeste possuem as ementas completas de suas disciplinas disponíveis online. As demais estão incompletas ou ausentes. A pesquisa realizou a solicitação desses documentos às respectivas coordenações de curso e está aguardando para concluir os dados com maior exatidão.

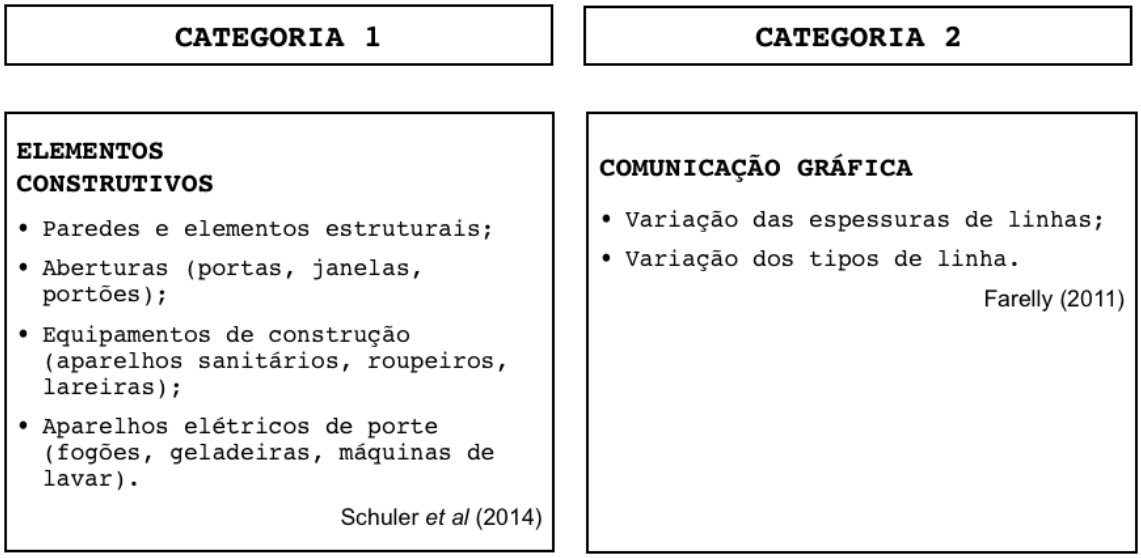


Figura 1: Categorias de análise.
Fonte: autores, 2019.

Por fim, foram comparadas as semelhanças e diferenças entre os documentos selecionados. Desenvolveu-se um quadro para cada categoria analítica, comparando a NBR-6492 com as duas outras principais referências bibliográficas definidas nesse trabalho. Embora a NBR-6492 seja considerada como parte do documento bibliográfico, decidiu-se utilizá-la como balizador comparativo entre os livros didáticos pelo fato de que muitos órgãos públicos utilizam a norma como parâmetro de avaliação de projeto arquitetônico – conforme pode ser averiguado no plano diretor ou no código de obras das cidades de João Pessoa, Maceió, Recife e Teresina, sedes das Universidades Federais utilizadas no levantamento deste estudo.

3 Resultados e discussões

Categoria 1: elementos construtivos

A partir do primeiro estudo comparativo (Quadro 2), verificamos que nenhum material didático está de acordo com a norma em sua totalidade. O livro de Montenegro é o que mais se aproxima, com 70% dos itens em conformidade com a norma, enquanto o de Oberg apresenta apenas 10%. Inicialmente é preciso colocar que a primeira NBR-6492 foi publicada em 1985 e substituída em 1994, por uma versão atualizada. Ambas as versões são posteriores ao livro de Oberg (publicado em 1979), o que pode indicar a razão da ausência de base e referência à norma. Enquanto o livro de Montenegro que consta nas ementas foi publicado em 2001, posterior à norma.

Quadro 2 – Elementos Construtivos: concordância entre livros didáticos x NBR 6492

ELEMENTOS CONSTRUTIVOS		CONCORDÂNCIA COM A NBR-6492	
GRUPO	ITEM	MONTENEGRO (2001)	OBERG (1979)
PAREDES E ELEMENTOS ESTRUTURAIS	PAREDES		
ABERTURAS	PORTAS	✓	
	JANELA BAIXA		
	JANELA ALTA	✓	
PISOS E COMPONENTES	DEGRAUS	✓	✓
	RAMPAS		
	ESCADAS	✓	
APARELHOS ELÉTRICOS DE PORTE	AP. SANITÁRIOS	✓	
	ROUPEIROS	✓	
	LAVANDERIA	✓	
	TOTAL	70,00%	10,00%

Fonte: Autores, 2019.

Tratando dos itens de forma mais específica, verificou-se que as paredes em ambos os livros são representadas com duas linhas contínuas, grossas e paralelas. No entanto a norma define sua representação como uma linha dupla, sendo a interior mais grossa e a exterior mais fina (Figura 2).

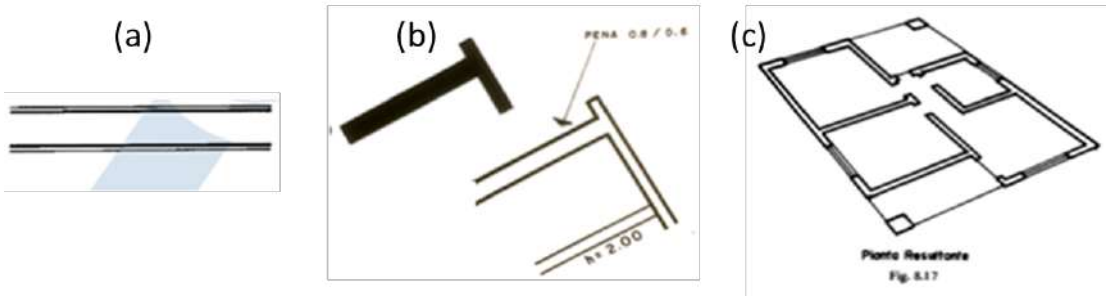


Figura 2 – Elementos Construtivos: paredes. Livros didáticos x NBR 6492.
Fonte: (a) NBR-6492 (1994); (b) Montenegro (2001); (c) Oberg (1979), adaptado pelos autores.

A Figura 3 demonstra as representações explicativas na NBR–6492, bem como nos livros de Montenegro e Oberg. Em relação a janela baixa, tanto Oberg quanto Montenegro a representam de forma centralizada à parede e simplificada: duas linhas externas, representando o peitoril em vista, e duas linhas internas, representando a folha da janela. Enquanto que na NBR-6492 a janela é representada de duas maneiras: 1) esquadria - com elementos de fixação - posicionada na parte mais interna ao ambiente (Figura 3- a1); 2) esquadria - simplificada - posicionada no eixo da parede (Figura 3 – a2). Em relação à janela alta, Oberg representa igualmente à baixa, sem diferenciar que a mesma se encontra acima do plano de corte. Montenegro, por sua vez, representa a janela alta com linha tracejada. Já a NBR-6492 indica que elementos acima do plano de corte devem ser representados com a linha do tipo "traço e dois pontos", sem determinar o elemento construtivo "janela".

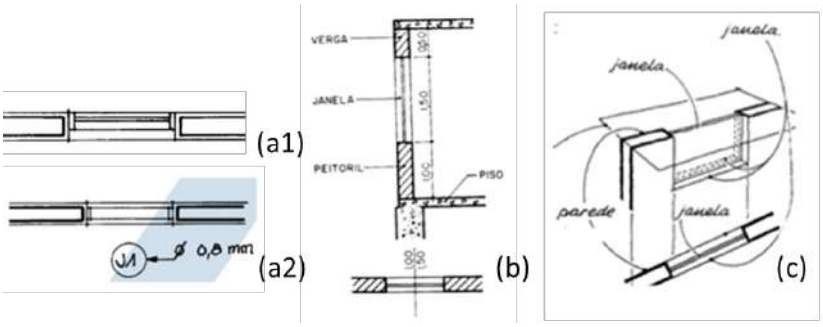


Figura 3 – Aberturas: janelas. Livros didáticos x NBR 6492
Fonte: NBR-6492 (1994); Montenegro (2001; Oberg (1979), adaptado pelos autores.

A Figura 4 apresenta a maneira como a porta é representada nos documentos pesquisados. Verificou-se que a NBR-6492 (Figura4-a) representa da seguinte maneira: folha da porta com duas linhas médias paralelas entre si, a 90º da parede, e com o giro em linha fina contínua e em arco. Montenegro representa da mesma maneira que a NBR-6492 (Figura 4-b1), ao mesmo tempo que relata convenções alternativas à norma, ou seja, práticas de mercado (Figura 4-b2). Por fim, Oberg apresenta em seu livro duas maneiras distintas de representar a porta, ambas diferem da norma.

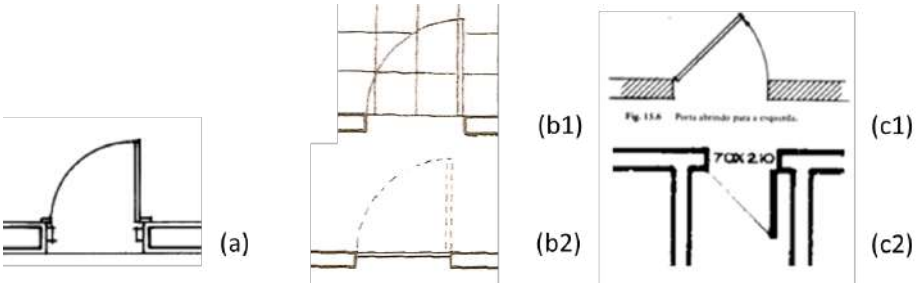


Figura 4 – Aberturas: portas. Livros didáticos x NBR 6492
Fonte: NBR-6492 (1994); Montenegro (2001); Oberg (1979), adaptado pelos autores.

Seguindo a metodologia, passamos para a análise dos pisos e componentes. As rampas em ambos os livros não apresentam indicação de fluxo, numeração e símbolos conforme a norma e, no caso de Oberg as escadas também. Por fim, a representação dos equipamentos de construção apenas Oberg apresenta espessuras e algumas simbologias diferentes das prescritas em norma.

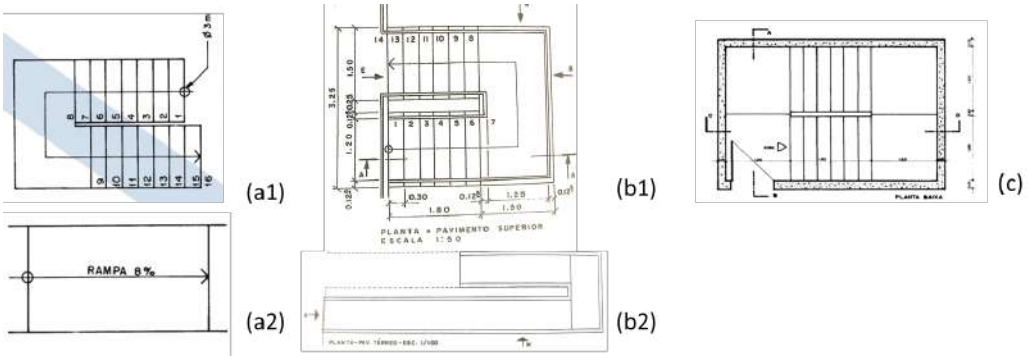


Figura 5 – Pisos e componentes. Livros didáticos x NBR 6492
Fonte: NBR-6492 (1994); Montenegro (2001); Oberg (1979), adaptado pelos autores.

Categoria 2: linhas de representação

Conforme descrito na metodologia, partindo para a segunda categoria de análise, se investigou a concordância entre a NBR-6492 e os livros didáticos quanto à diferenciação de linhas. O Quadro 3 mostra que tanto Montenegro quanto Oberg apresentam 75,00 % de concordância com a norma técnica. Tal resultado é esperado quanto a Montenegro - considerando seu índice na categoria 1 de análise - mas é uma surpresa quando tratamos de Oberg. De modo geral foram poucas as discordâncias quanto as linhas de representação, ficando restritas ao tipo de linha para projeção acima do plano de corte (para ambos os livros), linhas de eixo para Oberg e cotas para Montenegro.

Quadro 3 – Linhas de representação: concordância entre livros didáticos e NBR-6492

TIPOS DE LINHA	CONCORDÂNCIA COM A NBR-6492	
	MONTENEGRO (2001)	OBERG (1979)
LINHA DE CONTORNO ± 0,6mm	✓	✓
LINHA DE CONTORNO ± 0,4mm	✓	✓
LINHA ALÉM DO PLANO DE DESENHO (abaixo do plano)	✓	✓
LINHAS DE PROJEÇÃO (acima do plano)		
LINHA DE EIXO OU COORDENADAS	✓	
LINHA DE COTAS		✓
LINHAS AUXILIARES	✓	✓
LINHAS DE INDICAÇÃO E CHAMADA	✓	✓
TOTAL	75,00%	75,00%

Fonte: Autores, 2019.

Quanto ao tipo de linha dos elementos em projeção acima do plano de corte, verificou-se que não houve concordância entre os livros e a norma. Isso porque a norma define que para objetos acima do plano de corte deve-se usar a linha traço e dois pontos com espessura de 0,2 mm. Na prática significa que elementos como marquises, beirais e janela alta devem ser representados com esse tipo e espessura de linha. O livro de Montenegro (2001), bem como o de Oberg (1979) não especificam em suas explicações como tais elementos devem ser representados, mas nos exercícios propostos tanto os elementos acima, como os que ficam abaixo do plano de corte são representados com linha fina traço e traço (0,2 mm).

No caso das janelas baixas, tanto Montenegro, quanto Oberg as representam de forma genérica, sem diferenciar a linha média interna (referente à esquadria) da linha fina externa (referente ao peitoril). O livro de Montenegro se mostra contraditório neste quesito, pois na sua explicação ele demonstra a diferenciação de espessuras, mas nos exercícios práticos e em outros exemplos no decorrer da obra as linhas não possuem tal distinção.

Em relação às cotas, Montenegro não obedece à norma, pois ao invés de apresentar traço oblíquo no limite da linha de cota, apresenta uma circunferência preenchida com hachura sólida. Oberg, por sua vez, apresenta as linhas de eixo ou coordenadas com linha tracejada ao invés de traço e ponto.

Nesse sentido, é importante ressaltar a necessidade de se trabalhar com as categorias de análise aqui propostas, pois se considerássemos apenas uma delas, teríamos índices com níveis significativamente opostos. Se por um lado Oberg não se aproxima da representação dos elementos construtivos da norma, está mais de acordo com o tipo de linha. Nesse

sentido, o material de Montenegro se apresenta mais vantajoso, pois cumpre uma conformidade maior em ambas as categorias. Isso não indica que o material de Oberg deva ser desconsiderado, pois há outros elementos que podem ser aproveitados, como os exercícios propostos e a abordagem mais próxima com o projeto de arquitetura. Tais questões não cabem nessa discussão, mas são necessárias para que lembremos de considerar outros aspectos para além dos conteúdos aqui tratados.

4 Considerações finais

Os resultados obtidos nessa pesquisa são de caráter preliminar, uma vez que ainda falta analisar as outras Universidades Federais do Nordeste. É preciso frisar que essa pesquisa e seus resultados refletem um contexto referente à região Nordeste e, portanto, pode-se encontrar dados diferentes em outras regiões. Ao mesmo tempo, a metodologia pode ser utilizada para contextos diferentes em que se busque investigar a mesmas questão: os possíveis reflexos das contradições entre a NBR- 6492 e os materiais didáticos.

Quanto aos resultados desse trabalho, em primeira instância não se pode afirmar que o material didático é o único responsável pelas contradições da representação gráfica arquitetônica. No entanto, se ele é utilizado pelos professores, serve de base para o desenvolvimento de atividades, aulas expositivas ou até a maneira como o professor conduz os conteúdos da disciplina. É preciso apontar também que o professor pode, nem sempre, utilizar as referências aqui estudadas. Tais questões podem ser melhor mensuradas em um estudo que aplique entrevistas e questionários com professores e alunos das disciplinas desse conteúdo. Também se faz necessário uma outra investigação que aponte essas divergências na prática de mercado e em que medida tais práticas é reflexo do ensino.

Outro aspecto importante ressaltar é a necessidade de se trabalhar com as categorias de análise aqui propostas, pois se considerássemos apenas uma delas poderíamos fazer uma leitura incompleta do material didático. Se por um lado Oberg não se aproxima da representação dos elementos construtivos da norma, está mais de acordo com o tipo de linha. Desse modo, o material de Montenegro se apresenta mais vantajoso, pois cumpre uma conformidade maior em ambas as categorias. Isso não indica que o material de Oberg deva ser desconsiderado, pois há outros elementos que podem ser aproveitados, como os exercícios propostos e a abordagem mais próxima com o projeto de arquitetura. Tais questões não cabem nessa discussão, mas são necessárias para que lembremos de considerar outros aspectos para além dos conteúdos.

Em relação aos parâmetros o que podemos observar é que a representação gráfica arquitetônica se configura a partir da relação entre os elementos construtivos e a tipificação de linhas. Esse conjunto de códigos é que definem o modo de se comunicar graficamente um projeto de arquitetura. Aparentemente pode ser uma consideração lógica, mas que é pouco explorada de forma metodológica e sistêmica. Nesse sentido percebe-se que a NBR-6492 é bastante específica quanto à tipificação de linhas, mas ainda é restrita em relação aos elementos construtivos. Assim precisa aprofundar quanto à maneira de se representar tais elementos, pois algumas vezes aparecem de forma dúbia ou incompleta.

A variedade nos resultados dos itens específicos nos mostra a necessidade de ampliar o debate aqui proposto. Em relação aos elementos construtivos, podemos destacar as discor-

dâncias entre os seguintes elementos: paredes e aberturas. Em relação às paredes, o que muda está mais relacionada a representação detalhada ou simplificada. Dependendo do tipo de desenho e escala, não se faz necessário representar reboco e emboço. Em relação às aberturas, há quem represente a porta com linha contínua e há quem represente com linha tracejada, assim como as janelas altas que, na verdade, deveriam ser representadas com linha de projetação acima do nível do plano de corte (traço - dois pontos - fino), apresentam-se em sua maioria como linhas tracejadas.

A partir do exposto fica uma questão: seriam os livros didáticos que estão simplificando a representação ou a NBR-6492 que não está mais de acordo com os novos processos produtivos? É preciso lembrar que a NBR-6492 é de 1994 e, até então, não foi revisada. Atualmente, com os novos softwares de computação gráfica e os novos modos de trabalho, muitas representações vêm auxiliadas por tabelas e informações complementares em anexo ou acopladas ao modelo computacional.

Por fim, é possível dizer que há um conflito de informações no ambiente de ensino, pois os professores de representação gráfica podem estar ensinando a partir de referências documentais que não estão de acordo. Além disso os professores de projeto de arquitetura, os quais se utilizam da representação gráfica como ferramenta, podem também referenciar-se por outros documentos também contraditórios.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492:** Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro, 1994.

FACHIN, Odilia. **Fundamentos da Metodologia.** 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FARELLY, Lorraine**. Fundamentos da Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2014

_____. **Técnicas e representação.** Porto Alegre: Bookman, 2011.

FRENCH, Thomas. **Desenho Técnico**. Rio de Janeiro, Porto Alegre, São Paulo: Globo, 1951.

GOÉS, Mariza. O desenho no processo projetual: suas diferentes funções e representações. **Revista da Vinci**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 51-59, 2008.

LUNA, Sérgio. **Planejamento de pesquisa**: uma introdução. São Paulo: EDUC, 2007.

MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva. **Técnicas de pesquisa.** 7a. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MONTENEGRO, Gildo. **Desenho Arquitetônico**. 4a Edição. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.

NADOLSKIS, Hendricas. **Comunicação redacional atualizada**. 8 ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

OBERG, L. **Desenho Arquitetônico.** 22. ed. Rio de Janeiro: Ao livro técnico, 1979.

SCHULER, Denise ; FILHO, Heitor; FILHO, José. **Noções gerais do desenho técnico**. Santa Catarina: 2014. Disponível em: https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf> Acesso em: 17 de gosto de 2018.

SOUZA, Gilson Jandir de; ROCHA, Sérgio Pereira da. **Área de refrigeração e ar condicionado**: Introdução ao desenho técnico. Santa Catarina: IFSC- Instituto Federal Santa Catarina, 2010

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

TENDÊNCIAS CONTEMPORÂNEAS NO DESENVOLVIMENTO DE IDENTIDADES VISUAIS – AS MARCAS DINÂMICAS

GRIMALDI, Madalena Ribeiro[1],
SOUZA, André Antônio de[2].

Resumo

Este artigo apresenta uma breve revisão bibliográfica, abordando as origens, fundamentos e propagação das marcas dinâmicas e uma análise gráfica de três representações típicas dessa tendência no campo do desenvolvimento de identidades visuais. Os três exemplares escolhidos são compostos de duas marcas nacionais e uma estrangeira. São elas: Oi, Rio 450 e City of Melbourne. O texto, aqui desenvolvido, é parte de uma pesquisa em andamento para o programa de pós-graduação em *design* (PPGD) da Escola de Belas Artes da UFRJ.

Palavras-chave: análise gráfica; marcas contemporâneas; design gráfico; comunicação visual.

Abstract

This article is a bibliographical review, containing origins, foundations and propagation of dynamics brands and a graphical analysis of three typical representations of this tendency of visual identities in the field of the development of visual identities. The three examples chosen are composed of two national brands and one foreign. These are: Oi, Rio 450 and City of Melbourne. The text, developed here, is part of an ongoing research for the postgraduate program in design (PPGD) of the School of Fine Arts of UFRJ.

Keywords: graphical analysis, contemporary brands, graphic design, visual communication.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro –mgrimaldi@eba.ufrj.br
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro – andredesign@ymail.com

1 Introdução

De uma maneira geral, o surgimento e a propagação de estilos visuais gráficos se dão por influência dos valores socioculturais e históricos em constante mudança. Cabe ressaltar, entretanto, que, de acordo com o trabalho de Souza (2011), outro fator contribuinte para a formação de soluções alternativas é a busca incessante dos designers por estratégias, que confiram diferenciação às suas criações para atrair a atenção do público. É a partir desse ponto que aparecem tendências novas estabelecendo a distinção. Se com o passar do tempo, de novo, o panorama caminha para a saturação, o ciclo se repete e assim prossegue indefinidamente. É neste processo de diferenciação de uma linha estética que ocorre o desenvolvimento de manifestações inovadoras e/ou o resgate de uma estética do passado que ressurge com espírito renovado. São tentativas de sair da homogeneização no cenário gráfico pela aplicação do princípio do contraste.

Dessa forma, podemos afirmar que as **marcas**[3] sempre sofreram alterações de ordem estética ao longo dos anos e para os profissionais do *design* é vital acompanhar essas mudanças, pois isso pode lhes conferir domínio da produção vigente e enriquecimento do repertório criativo. Uma das tendências contemporâneas mais destacadas no desenvolvimento de identidades visuais são as chamadas **marcas dinâmicas**.

2 Revisão bibliográfica

Kreutz (2012) classifica as identidades visuais quanto ao estilo em duas categorias: **convencionais** e **não convencionais**. As convencionais são caracterizadas pela "rigidez na forma de identificação dentro dos modelos positivistas, pela padronização, [...] crença no progresso linear e nas verdades absolutas," e "cultivo do eterno e do imutável", e as não convencionais "pela flexibilidade e [...] dinamicidade da forma, pela heterogeneidade, fragmentação, pluralismo, indeterminação" e "pelo efêmero e fugidio que indicam vestígios de identificação em constante reformulação" (KREUTZ, 2012, p.62). As primeiras também são denominadas por alguns autores como **identidades fixas** e as segundas por expressões diversas como "mutantes", "cambiantes", "flexíveis" e "adaptativas". Este estudo emprega o termo **identidades visuais dinâmicas**, adotado por Leitão, Lélis e Mealha (2014) para classificá-las.

A marca, que frequentemente figura como um dos elementos de uma identidade visual, se insere no âmbito dessa categorização, o que permite falar-se em **marcas fixas** e também em **marcas dinâmicas**.

As identidades fixas têm a sua origem no antigo **Estilo Internacional,** encarado como uma expressão do **Modernismo**. Cardoso explica que esse movimento teve início na

> década de 1920, ocasião em que diversos designers e arquitetos ligados ao modernismo europeu vinham buscando soluções formais internacionais, ou seja, que substituíssem as formas vernáculas [...] por formas gerais e supostamente universais. (CARDOSO, 2004, p. 152).

[3] Nesta pesquisa, **Marca** refere-se ao nome ou signo que representa uma instituição (logotipo e/ou símbolo), produto ou serviço.

O autor ainda menciona que

> em design gráfico a linha se manifestou principalmente pela austeridade [...] rigor e [...] precisão associadas à chamada escola suíça, termo um tanto genérico utilizado para se referir aos trabalhos realizados entre as décadas de 1920 e 1960. (CARDOSO, 2004, p. 153).

Outro autor que trabalha com essa classificação é Bocchese (2014), apontando que o seu surgimento representou o reflexo de uma conjuntura histórica onde a "visão nacionalista que desencadeou as duas Guerras Mundiais" passava a ser contestada por segmentos "que propunham a negação" de "modelos artísticos com características regionais" (BOCCHESE, 2014, p.51). A linguagem eleita para alcançar-se esse objetivo se baseava no princípio "**a forma segue a função**" e preconizava o emprego de uma estética racional e de extrema limpeza visual, clareza, rigor matemático e uso de tipografia sem serifa, com restrições de cores, dentre outras peculiaridades. O pesquisador ainda destaca que o movimento se manifestou primeiro na arquitetura ocidental, prevalecendo desde a década de 1920 até os anos 1950, e se estendeu ao *design* entre as décadas de 1950 e 1960.

De acordo com Carvalho et al (2013), o estilo se fez presente no domínio da arquitetura em projetos que privilegiavam a funcionalidade e dispensavam os elementos ornamentais típicos das antigas construções. No *design*, a sua influência transpareceu pela máxima clareza, *layouts* estruturados (normalmente pelo uso do *grid*), nitidez, minimalismo e fotografias objetivas. Na opinião de Kopp (2002), o *design* daquele período se tornara "fordista e cientificizado" buscando ser cada vez mais serializado e privilegiando estratégias que facilitavam a reprodução numa adoção de "critérios de otimização de tempo e resultado" que "quanto mais uma imagem fosse explorada e repetida, mais ela seria eficiente e funcional" (KOPP, 2002, p.115). Os produtos da marca ***Braun***[4] são um bom exemplo do uso dessa tendência no campo do *design* de produto. Na área do *design* gráfico surgiram rígidas normas para a construção da pregnância visual almejando o estabelecimento de identidades gráficas e **sistemas e manuais de identidade visual**. Destaca-se ainda, neste período, o movimento ***De Stijl***[5], oriundo das vanguardas artísticas, formado no final da década de 1910 e a escola de *design* e arquitetura alemã ***Bauhaus***[6], fundada na cidade de Weimar em 1919.

Segundo Kopp (2009), o "Estilo Internacional [...] tornou-se, de fato, internacional", isso porque "muitos *designers* e empresas adotaram" seus "princípios funcionalistas e organizaram suas estratégias de comunicação visual em cima desse paradigma". Acrescenta que sua "influência é percebida ainda hoje e" que "não há mais como pensar a identidade corporativa sem lembrar seus fundamentos" (Kopp, 2009, p.72).

Em contraste com as fixas, as identidades dinâmicas são mais flexíveis em seu padrão de construção, sendo a sua principal característica a mutabilidade, isto é, a possibilidade de as-

[4] A **Braun** é uma empresa alemã de produtos de consumo. Atualmente é uma subsidiária da Procter & Gamble, que adquiriu a Gillette em 2005.
[5] Esse movimento "se formou com a publicação da revista **De Stijl**" (literalmente 'O Estilo') "na Holanda em 1917. A revista expressava as teorias do artista multifacetado e poeta Theo van Doesburg (1883-1931) e do pintor Piet Mondrian (1872-1944), que procuravam criar um fórum para arquitetos, designers e pintores que compartilhavam de uma estética abstrata semelhante." (FARTHING, 2011, p.406).
[6] **Staatiliches Bauhaus** (literalmente, 'Casa de Construção Estatal'). Cardoso menciona a Bauhaus como principal paradigma do ensino de *design* no século 20 (CARDOSO, 2004, p. 116).

sumirem configurações diferentes pela alteração de seus atributos. Para Kopp (2009), essas identidades têm uma forte ligação com a **Pós-modernidade** e teriam surgido como oposição e em resposta ao predomínio das identidades fixas. Ele registra que, por um período, essa corrente esteve ativa e podia ser identificada na programação visual de antigas revistas até os anos de 1940, após o que, sob influência do Estilo Internacional, se deu a ascensão das identidades fixas.

A partir daí a "mutabilidade" passou "a ser vista como antiga, ineficiente, instável, desordenada" e "irracional", em outras palavras, "não apropriada ao mundo dos modernistas racionais e funcionalistas" (KOPP, 2009, p.94). As identidades dinâmicas, porém, ainda haveriam de retornar ao cenário, conforme a natureza cíclica das transformações gráficas das marcas apontada por Souza (2011).

Hollis (2000) faz menção a um "logotipo transmutável" desenvolvido para um periódico por Helmut Schmidt-Rhen, na Alemanha, em 1974 (HOLLIS, 2000, p.218-219). Foi criado para que a cada edição do impresso as letras de "Lik" aparecessem de modo diferente (Figura 1). Tal iniciativa pode ter representado um dos primeiros sinais de uma retomada dessa linha estética, mas a tendência (focalizando-se apenas o campo das marcas) só se consolidou nos anos 1980, com destaque para a notoriedade alcançada pela marca *MTV – Music Television* (Figura 2b).

Muitos pesquisadores empreenderam modelos de categorização para essas marcas, como Kreutz (2012), Nes (2012), Felsing (2010) e Jochum (2013). Kreutz, por exemplo, propôs dividi-las em **programadas** e **poéticas** (Figura 2a e 2b)**.** O que diferencia é o fato de, nas primeiras, as variações serem predeterminadas e, nas segundas, as alterações ocorrerem espontaneamente, sem regras definidas a priori, seguindo apenas o intuito criativo dos seus autores.

Figura 1 – Logotipo "Lik" em suas variações.
Fonte: Livro Design gráfico: uma história concisa (HOLLIS, 2000, p. 218).

Figura 2 – Exemplos de marcas dinâmicas segundo a classificação de Kreutz.
Figura 2a: Adidas (programada) e Figura 2b: MTV (poética).
Fonte: Adidas: https://seeklogo.com, MTV (desenho 1): http://www.brandsoftheworld.com/logo/mtv-music-television, (desenhos 2 e 3): http://blog.logomyway.com/the-history-of-mtv-and-their-logo/,(desenho 4): https://www.logotipo.pt/blog/tag/music-television/.

Já Nes (2012) propôs uma classificação em seis categorias: **recipiente**, **papel de parede**, ***DNA***, **fórmula**, **customizada** e **generativa** (Figura 3). Recipiente designa as representações que são consideradas como uma espécie de caixa, cujo conteúdo pode mudar constantemente. Papel de parede refere-se às marcas onde os elementos variáveis são dispostos como um *background* de uma estrutura mantida fixa. Na classe DNA, os signos são formados a partir de um *kit* de elementos principais que combinados entre si de maneiras diversas geram diferentes versões**.** Na categoria fórmula, a estrutura do signo é constituída a partir de uma linguagem estabelecida por um conjunto de regras ou fórmula orientadora. A customizada abrange as marcas que podem ser personalizadas por uma intervenção do público, o que o torna também um autor da representação, produzindo-se assim um senso de comunidade. Por fim, as generativas são aquelas que pelo emprego de certos recursos tecnológicos reagem a dados externos como informações sobre o clima, *tweets,* notícias ou outro tipo de informação alterando a sua conformação.

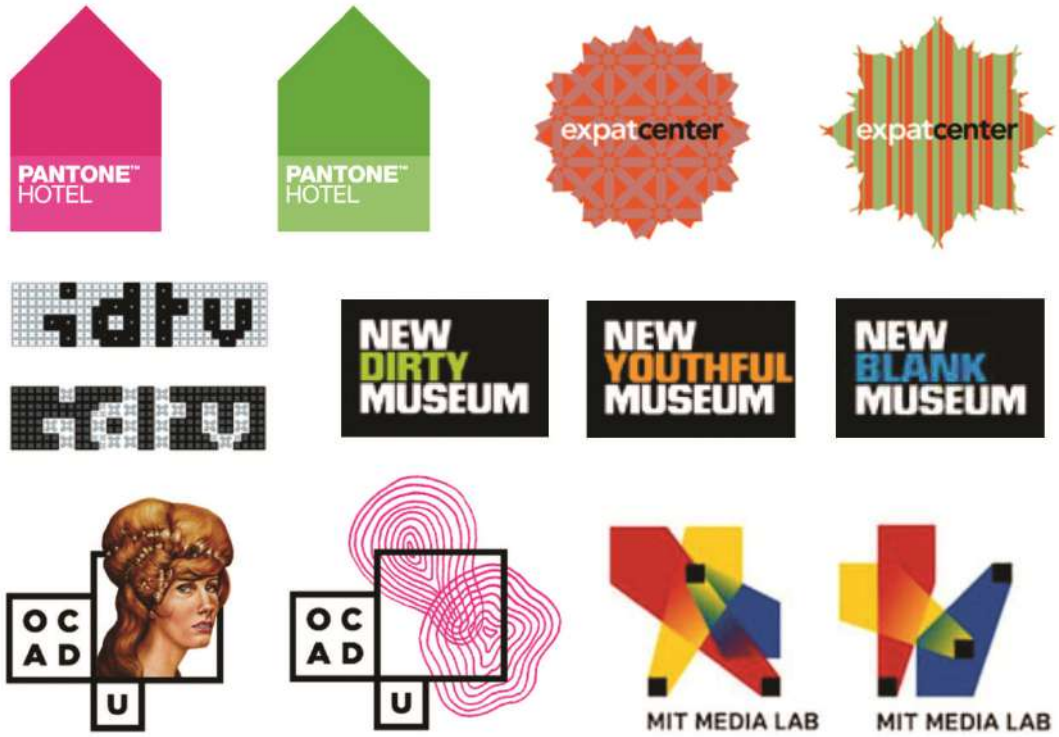


Figura 3 – Exemplos de marcas dinâmicas de acordo com a classificação de Nes. Pantone Hotel (recipiente), Expatcenter (papel de parede), IDTV (DNA), New Museum (fórmula), OCAD University (customizada) e MIT Media Lab (generativa).
Fonte: Pantone Hotel: Livro Dynamic identities (NES, 212, p. 12), Expatcenter: https://www.behance.net/gallery/608805/Expatcenter-Corporate-Identity, IDTV e New Museum: Livro Dynamic identities (NES, 212, p. 54,91), OCAD University: https://www.guerra-creativa.com/es/p/guerracreativa/Disenos_de_logos_mutantes, MIT Media Lab: https://design.com.br/mit-media-lab-novo-logo-de-40mil-formas/.

Kopp (2002), numa análise referente à marca da *MTV,* descreve que sua estrutura envolvia “um vasto conjunto de superfícies para o M e o vigoroso tv, podendo ser alterado através de infinitas variações de cor, decoração, materiais, três dimensões, ângulos de visão e movimento”, numa composição que poderia “tornar-se muitos objetos - um bolo de aniversário, uma embalagem de comida chinesa, um bloco de gelo” - assumindo assim “diferentes personalidades”, sendo usado em “animações” ou até mesmo “demolido” (Figura 2) (KOPP,

2002, p.108). Pode-se enxergar em sua apreciação uma crítica às identidades fixas quando ele faz referência à menção de Meggs (1998) de "que a MTV obteve, em menos de vinte anos, um reconhecimento da marca somente inferior a da Coca-Cola" (MEGGS, 1998, p.389 apud KOPP, 2002, p. 108) e coloca que esse resultado foi alcançado pelo uso de uma estratégia "contrária a segura e ampla crença" de "que marcas e identidades visuais devem ser fixadas absolutamente e usadas de modo consistente" (KOPP, 2002, p.108).

Niemeyer e Ponte (2014) contestam essa ideia explicando que pela observação repetida de uma identidade visual o público faz uma conexão entre a aparência da representação de uma instituição e seus valores, gerando-se uma **crença** de que aqueles signos consistem numa representação da referida instituição. Uma aplicação consistente dos elementos da identidade visual produz a **fixação dessa crença**, pois o que este público espera encontrar em sua previsão é confirmado. Em contraste, uma aplicação inconsistente pode levar o público a se perguntar se a identidade má aplicada é a representação daquela instituição que ele conhecia. Prosseguem pontuando que essa inconsistência entre a crença do público-alvo e a aplicação da identidade visual é algo que normalmente se deseja evitar, já que a maioria das entidades almeja se fortalecer na mente das pessoas. Pode-se depreender disso que os princípios, que regem as identidades fixas, não foram estabelecidos por simples convencionalismo havendo para eles razões importantes. Acerca do sucesso alcançado pela estratégia visual gráfica empregada pela *MTV, essas* autoras ressaltam que, mesmo se utilizando de um *design* cambiante, a sua identidade visual é rapidamente identificada por seus telespectadores, inclusive fazendo referência à menção de Machado (2003), na qual este coloca que "o canal da MTV é o mais facilmente reconhecível" e "o que tem a mais forte 'identidade' na televisão, graças sobretudo à sua estética convulsiva e indomesticável, à sua ênfase na edição rápida e um certo surrealismo pop" (MACHADO, 2003, apud NIEMEYER & PONTE, 2014, p.103).

Ainda segundo as autoras, o reconhecimento desta marca se deve ao fato de que o método cambiante usado "que aplica o logotipo [...] com as mais variadas texturas e cores" ainda contém "algo de regular que subjaz à diversidade" (NIEMEYER & PONTE, 2014, p.104). Neste sentido pode-se destacar: (1) "a estrutura do logotipo e a relação entre as suas partes", ou seja, "independentemente do contexto em que o logotipo se insere [...] há sempre a letra "M" com a abreviatura "tv", sugerindo estar parcialmente sobreposta ao lado esquerdo da letra [...] ou mesmo" (2) "o hábito que se estabelece na mente do consumidor, de que a empresa será representada de forma variada, criando a expectativa da sua ocorrência" (NIEMEYER & PONTE, 2014, p.104-106) Isso significa que as representações dinâmicas não são plenamente dinâmicas, ou seja, não se configuram como uma estratégia completamente distinta das identidades fixas na medida em que, o que permite a sua funcionalidade é a preservação de um princípio fundamental daquelas: o da **repetição**, cuja aplicação se evidencia nesses desenhos pelo emprego de um mesmo elemento e, na falta deste, o reconhecimento da marca fica ameaçado. Assim, talvez seja mais apropriado identificar as marcas dinâmicas não como uma tendência completamente nova, e sim como uma variação criativa das identidades fixas.

3 Análise gráfica

Foram selecionadas três marcas dinâmicas para serem analisadas (Figura 4), duas brasileiras e uma estrangeira. São elas: Oi, referente a uma empresa de telecomunicações; Rio 450, comemorativa do aniversário de 450 anos da cidade do Rio de Janeiro e City of Melbourne, marca da cidade australiana de Melbourne.

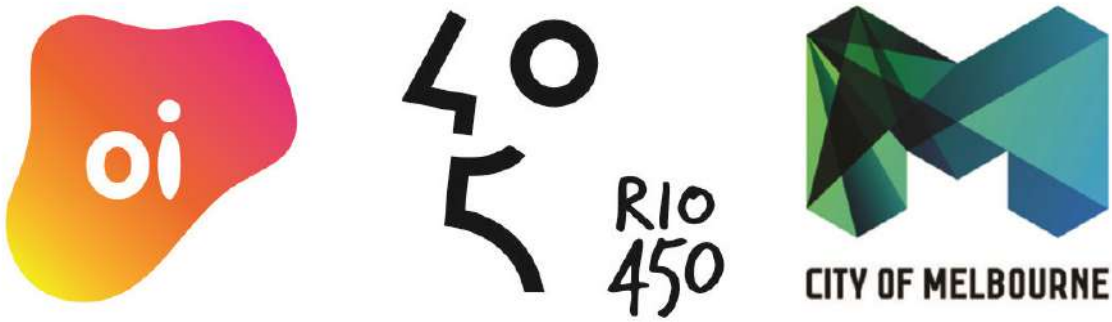


Figura 4 – Marcas selecionadas: Oi, Rio 450 e City of Melbourne.
Fonte: Oi: https://seeklogo.com/vector-logo/292831/70-types-oi, Rio 450: https://www.brandsoftheworld.com/logo/rio-450-anos, City of Melbourne: http://www.amenidadesdodesign.com.br/2012/05/um-case-antigo-com-cara-de-novo.html.

3.1 Oi

A marca atual da Oi foi desenvolvida, em 2016, pela agência *Wollf Olins* em parceria com a *FutureBrand* num projeto de redesenho. A representação anterior, que já era dinâmica, teve o seu número de versões ampliado de seis para setenta (Figura 5). Cada opção é composta por símbolo e logotipo dependentes um do outro numa mesma estrutura gráfica.

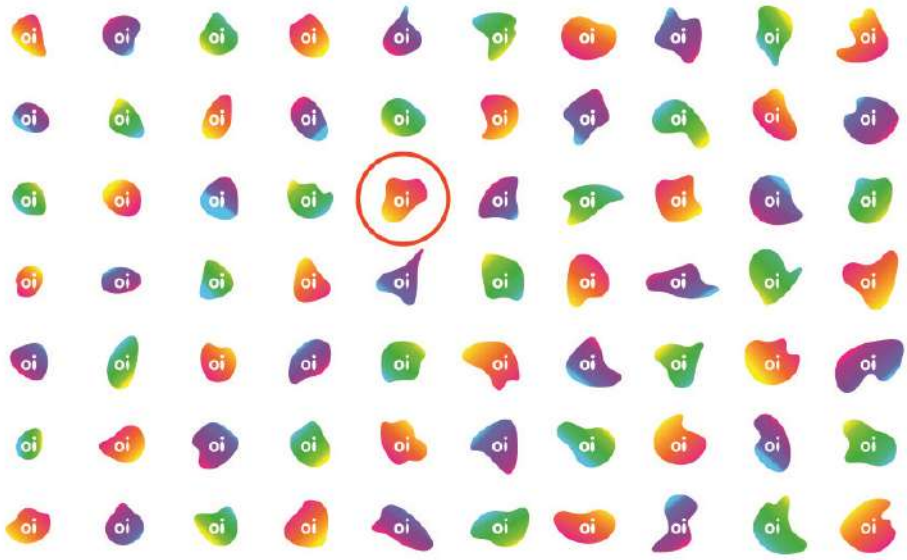


Figura 5 – As setenta versões da marca Oi de 2016 conforme ilustração do seu manual de aplicação.
Fonte: https://seeklogo.com/vetor-logo/292831/70-types-oi.

No sistema proposto por Kreutz, a representação se identifica como **programada** e no de Nes é do tipo **papel de parede** já que a parte textual, o logotipo "Oi" em branco, se mantém fixa, ao passo que ao fundo se encontra um grafismo variável (Figura 4). Selecionando-se uma das versões indicadas no manual da marca, conforme o detalhe em vermelho na

figura 5, para uma análise mais acurada (Figura 6a) é possível notar-se que o grafismo dinâmico representa uma forma orgânica que, em seu aspecto cromático, se apresenta com um gradiente composto em três cores. O logotipo nunca fica sobreposto à cor mais clara desse *dégradé,* garantindo maior contraste com o fundo e consequentemente maior visibilidade.

Não há simetria na composição, o que pode ser verificado pelos eixos vertical e horizontal, porém o logotipo é localizado sempre próximo ao que poderia ser considerado como o centro da estrutura. O seu manual de uso de 2016 menciona que a marca "reage de maneira diferente à voz de cada um, fazendo com que as pessoas participem da identidade da Oi" (FUTUREBRAND, 2016, p.17). Isso se refere ao fato de que a variação das formas, cores e padrões de gradiente empregados é determinada por um algoritmo em função de diferentes vozes de usuários do sistema de telefonia, conforme pode ser depreendido de vídeos divulgados pelos desenvolvedores sobre o processo de criação da identidade (Figura 6b). Em vista disso, esta marca também se enquadra como **generativa** de acordo a classificação de Nes.

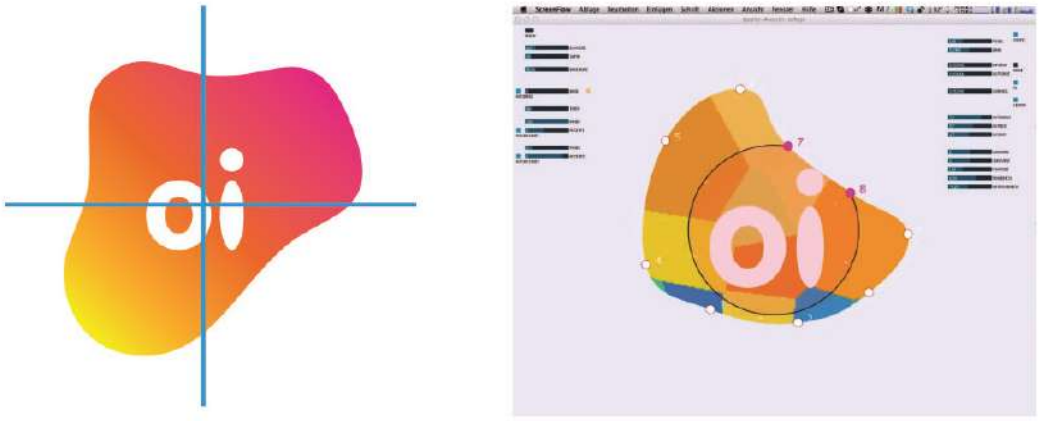


Figura 6a – Marca selecionada no manual da Oi de 2016 em análise gráfica e Figura 6b – tela capturada do vídeo de divulgação "Making the Oi logo generator" da Wolff Olins sobre o seu processo de criação. Fonte: Marca Oi: https://seeklogo.com/vetor-logo/292831/70-types-oi, Vídeo: https://vimeo.com/161938615.

3.2 Rio 450

A marca Rio 450 (Figura 7) foi criada em 2014 pela agência Crama Design Estratégico para as comemorações dos 450 anos da cidade do Rio de Janeiro em 2015. É composta de símbolo e logotipo. O símbolo é constituído por três elementos gráficos concebidos para produzir-se uma interpretação ambígua: aludem concomitantemente ao número "450" e a uma pessoa de perfil, estratégia que se beneficia da tendência inata dos humanos para o reconhecimento de faces e do fenômeno da **pareidolia**[7]. O logotipo se apresenta em dois blocos na fonte tipográfica **Verveine** que remete à escrita manual.

Não há simetria no conjunto, como se pode notar pelos eixos horizontal e vertical; a marca também permite que qualquer instituição, evento ou indivíduo possam acrescentar informações à composição construindo assim a sua própria versão do signo. Trata-se, então, de uma representação dinâmica do tipo **customizado**, de acordo com a classificação de Nes.

[7] **Pareidolia** é um fenômeno psicológico comum em todos os seres humanos, conhecido por fazer as pessoas reconhecerem imagens de rostos humanos ou animais em objetos, sombras, formações de luzes e em qualquer outro estímulo visual aleatório. https://www.significados.com.br/pareidolia/.

Figura 7 – Marca Rio 450 em análise gráfica, Ilustração extraída do manual de aplicação explicando a associação do grafismo a um rosto de perfil e três personalizações do desenho, sendo a última concebida para a exposição Memórias do Boto da UFRJ em 2015.
Fonte: Rio 450: https://www.brandsoftheworld.com/logo/rio-450-anos, Rosto de perfil: Imagem da página 36 do manual, Personalização 1: Imagem da página 6 do manual, Personalização 2: https://casadasuica.wordpress.com/tag/rio-450-anos/, Personalização 3: Imagem da página 25 do livro "Memórias do Boto" de Madalena Grimaldi e Carlos Terra (Org.).

3.3 CITY OF MELBOURNE

A marca City of Melbourne (Figura 8) foi desenvolvida para representar a cidade australiana, em 2009, pela agência Landor, e é composta de símbolo e logotipo. Embora os manuais dos anos de 2010 e 2017 indiquem a existência de uma versão prioritária e um número limitado de opções a serem utilizadas, informações disponíveis no site da agência desenvolvedora revelam que originalmente previa-se a possibilidade de inúmeras variações. A análise apresentada utilizou como base o desenho preferencial indicado nos manuais. A representação foi construída a partir de um *grid* isométrico. O formato externo associado à letra "M" constitui a parte fixa da composição ao passo que o seu interior pode ser preenchido por estruturas de diferentes padrões e cores.

A partir dos eixos horizontal e vertical pode-se verificar que existe simetria na estrutura fixa e que o logotipo é centralizado em relação ao símbolo. Esta é assim uma marca dinâmica do tipo **recipiente** segundo a classificação de Nes.

Figura 8 – Marca City of Melbourne preferencial em análise gráfica, diferentes opções de preenchimento do formato e versão monocromática em negativo sobre grid isométrico.
Fonte: Marca City of Melbourne: http://www.sitepoint.com/using-cubism-in-logo-design/, Opções de preenchimento e versão monocromática: https://www.jetfon.com.

4 Conclusão

De acordo com o exposto neste artigo, as marcas dinâmicas representam um estilo baseado na concepção de signos variantes, porém não podem ser entendidas como uma ruptura das regras que regem as identidades fixas uma vez que um princípio fundamental destas – o da repetição - é condição *sine que non* para a correta interpretação de sua funcionalidade.

Tendo-se em vista o cenário relatado, o que se pode esperar quanto ao futuro dessa estratégia gráfica? Os diversos sistemas de classificação propostos sugerem que ainda podem surgir novos artifícios de mutabilidade. No entanto, não é possível determinar-se até que ponto mais instituições irão aderir a essa corrente estética. Cabe ressaltar que certas entidades que antes haviam desenvolvido signos dinâmicos de grande destaque, como o MIT Media Lab, cuja representação permitia originalmente cerca de quarenta mil variações, em pouco tempo empreenderam projetos de atualização em favor de uma linguagem mais conservadora. Tal mudança de estratégica provoca um questionamento quanto a um possível declínio desse estilo. É certo que, dada a natureza cíclica das marcas, de uma maneira geral uma corrente prossegue até que a busca incessante por diferenciação aponte numa nova direção.

Referências

BOCCHESE, Lorenzo Ellera. **Marcas Mutantes: Percepção de Profissionais, Pesquisadores e Clientes do Design Gráfico sobre Identidades Visuais Cambiantes**. (Mestrado em Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/151365>. Acesso em 11 Abr 2019.

CARDOSO, Rafael. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

CARVALHO, Darlene, DIAS, Ana Flávia, GOMES, Marcel, NARDO, Elson Di. **Estilo Internacional**. Eu Criador, 2013. Disponível em: <http://eu-criador.blogspot.com/2013/12/estilo-internacional.html/>. Acesso em 01 Mar 2019.

FELSING, Ulrike. **Dynamic identities in cultural and public contexts**. Zurique: Lars Müller, 2010.

FUTUREBRAND. **Manual de Marca Oi. Guia de Identidade Visual e Verbal**. Versão 11/01/2016. Disponível em: <https://mobile-build.s3.amazonaws.com/ios_releases/0I0I.0004..008.DE.160111.0I.Manual.Marca.pdf>. Acesso em 01 Fev 2019.

HOLLIS, Richard. **Design gráfico: uma história concisa**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

KOPP, Rudinei. **Design gráfico cambiante**. 3. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC; Teresópolis: 2AB Editora, 2009.

_____. **Design gráfico cambiante para marcas hipermodernas**. Comunicação, Mídia e Consumo, v.12, p. 124-145, 2015. Disponível em :<http://revistacmc.espm.br/index.php/revistacmc/article/view/925/pdf_70>. Acesso em 22 Fev 2019.

_____ . **Design gráfico cambiante: a instabilidade como regra**. Revista FAMECOS, nº 18, p. 106 – 117, 2002. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/view/3177>. Acesso em 10 Abr 2019.

KREUTZ, Elizete de Azevedo. **Construindo Marcas Mutantes**. Revista Latinoamericana Comunicación Chasqui, v. 119, p. 61-65, 2012. Disponível em: <https://revistachasqui.org/index.php/chasqui/article/view/120/133>. Acesso em 21 Fev 2019.

JOCHUM, Emanuel. **Dynamic brand thesis: how flexible design systems turn brands into dynamic visual identities**. Dissertação. Zurich University of Arts, 2013. Disponível em: <http://issuu.com/emanueljochum/docs/jochum_emanuel_thesis_final_may2013>. Acesso em 10 Abr 2019.

LEITÃO, Sandra, LÉLIS, Catarina, MEALHA, Óscar. **Marcas Dinâmicas: Haverá formas de as orientar?** 1st International Congress on Branding, Leiria, Portugal, 2014. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/267967612_MARCAS_DINAMICAS_Havera_forma_de_as_orientar>. Acesso em 01 Mar 2019.

MACHADO, Arlindo. **A televisão levada a sério**. São Paulo: Senac São Paulo, 2003.

MEGGS, Philip B. **A history of graphic design**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

NES, Irene Van. **Dynamic identities: how to create a living brand**. 1. ed. Amsterdam: BIS Publishers, 2012. Disponível em: <http://www.ambos.art.br/worshop/material.pdf>. Acesso em 11 Abr 2019.

NIEMEYER, Lucy, PONTE, Raquel. **Identidade corporativa cambiante e o conceito pragmático de fixação das crenças**. e - Revista LOGO, v.3, nº2, p. 91-108, 2014. Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/eRevistaLOGO/article/view/3082/3852>. Acesso em 10 Abr 2019.

SOUZA, André Antônio de. **Análise Gráfica das Marcas da Copa do Mundo de Futebol**. Monografia (Especialização em Técnicas de Representação Gráfica) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

O CÓDIGO DE OBRAS MUNICIPAL DE FEIRA DE SANTANA - LEI 3472/2014 - E A QUESTÃO DA ACESSIBILIDADE EM AMBIENTES RESIDENCIAIS

ANDRADE, Mariana Sousa[1],
TEIXEIRA, Nilo Márcio de Andrade[2],

Resumo

Este trabalho busca analisar alguns tópicos do Código de Obras Municipal de Feira de Santana, Lei nº 3473 de 2014, que versam sobre dimensões mínimas de ambientes internos residenciais. Será verificado se as áreas determinadas para esses ambientes estão de acordo com os preceitos exigidos na NBR 9050 de 2015, que estabelece critérios e parâmetros técnicos de acessibilidade arquitetônica e urbanística. Como metodologia, foram elaboradas propostas de layouts através do programa *autocad,* com a área mínima determinada pela lei, para verificar se é possível atender ou não às exigências da norma técnica. Foi verificado que alguns ambientes não atendem às exigências, tornando-os inacessíveis às pessoas que possuem deficiência física.

Palavras-chave: Feira de Santana; acessibilidade; Lei 3473/2014

Abstract

This article aims to analyze some of the topics of the Municipal Building Code of Feira de Santana, Law No. 3473 of 2014, which deal with minimum dimensions of internal residential environments. It will be verified if the areas determined for these environments are in accordance with the precepts required in the NBR 9050 of 2015, which establishes criteria and technical parameters of architectural and urban accessibility. As a methodology, proposals were made for layouts through the autocad program, with the minimum area determined by law, to verify whether or not it is possible to meet the requirements of the technical standard. It was verified that some environments do not meet the requirements, making them inaccessible to people with physical disabilities.

Keywords: Feira de Santana, accessibility, Law 3473/2014

[1] Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, Faculdade Estácio de Sá, Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana. email: msousa83.arq@gmail.com
[2] Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, email: nilomarcio@hotmail.com

1 Introdução

Este trabalho está relacionado à temática do evento que diz respeito à pesquisa com investigação na área de representação gráfica. Propõe analisar alguns tópicos do Código de Obras Municipal de Feira de Santana, Lei nº 3473 de 2014[3], que versam sobre dimensões mínimas de ambientes internos residenciais. Pretende-se verificar se essas dimensões estão de acordo com os preceitos exigidos na NBR 9050 de 2015, que estabelece critérios sobre a acessibilidade nas edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Essa verificação será realizada através da representação gráfica.

A norma de acessibilidade – NBR 9050 de 2015 - estabelece critérios e parâmetros técnicos que devem ser respeitados nas obras da construção civil, instalações e adaptações de mobiliários, espaços e equipamentos urbanos, para que sejam proporcionadas melhores condições de acessibilidade no meio urbano. Todo o aparato técnico exposto na norma, quando respeitados, objetivam conceder mais autonomia, segurança e conforto para as pessoas com deficiência e/ou mobilidade reduzida.

Por isso, destacamos aqui a importância de analisar a legislação municipal, no caso, o Código de Obras, e verificar se as autoridades locais ao determinar, instituir e validar a lei, estão se preocupando com as questões de acessibilidade no município, se a lei respeita e segue o que determina a NBR 9050 de 2015.

Como metodologia, foram elaboradas por nós algumas propostas de desenhos de layouts, através do programa *autocad,* de ambientes com áreas definidas e determinadas na legislação municipal, para verificar se as dimensões fornecidas atendem ao exigido na norma técnica.

Ressaltamos aqui que o novo Código de Obras Municipal, lei 119/2018 foi instituído posteriormente à elaboração deste trabalho, por isso foi apenas mencionado e referenciado em alguns tópicos.

Antes de iniciar a análise comparativa entre norma e lei, para melhor entendimento da lei municipal na conjuntura da cidade, se faz necessário contextualizar Feira de Santana, destacando seus principais aspectos relacionados principalmente à expansão urbana.

2 Município Feira de Santana - Contextualização

Feira de Santana é uma cidade do Estado da Bahia situada na região do Nordeste brasileiro (Figura 1). Localiza-se numa área intermediária entre o litoral úmido e o interior semiárido, a aproximadamente 108 quilômetros de Salvador, à qual se liga através da rodovia BR 324, sendo a segunda cidade mais populosa do estado, possuindo em 2017, na sua sede, população estimada de 627.477 habitantes (IBGE, 2017).

[3] Em dezembro de 2018 foi aprovado o novo código de obras municipal, Lei 119 de 2018, porém, na nova lei não houve alterações que ampliem as áreas mínimas dos ambientes residenciais discutidos e trabalhados neste artigo.

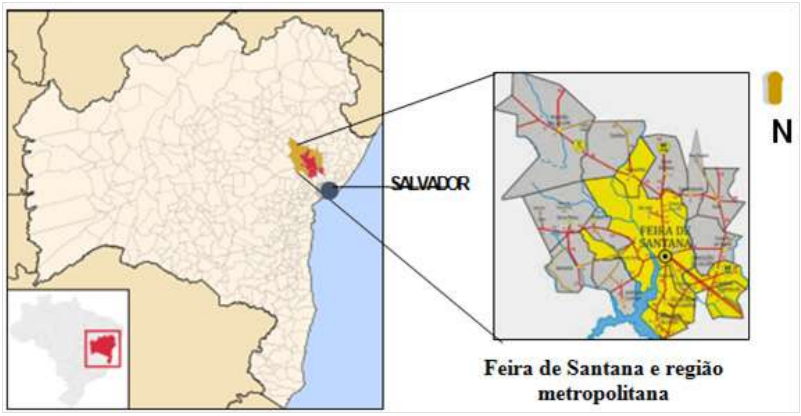


Figura 1: Localização da cidade de Feira de Santana.
Fonte: site Mapas Blog (2018), adaptado pelos autores

A origem da cidade de Feira de Santana se deu no século XVIII e, de acordo com Santo (2012), se estruturava como ponto de passagem de mercadorias com destino ao recôncavo, litoral e sertão. Graças, principalmente, a sua localização geográfica, tinha como característica principal o comércio de mercadorias. Durante o século XIX a vila continuava se expandir, face o crescimento do povoado, das ruas e avenidas que surgiram e do aumento da população. A vila iniciou seu processo de modificação do desenho com a formação de ruas, o que revelava relativo "progresso" do lugar. O século XX foi marcado por intensas transformações na cidade, principalmente a partir da década de 1960. Alguns fatores, como industrialização, crescimento no setor terciário da economia, êxodo rural, crescimento urbano, entre outros, foram importantes e cruciais para esta nova fase da história da cidade e de suas transformações urbanas.

Feira de Santana é interligada por diversas vias e rodovias (Figura 2), essa trama viária faz da cidade o mais importante entroncamento rodoviário do Norte Nordeste. O anel do contorno - em vermelho na Figura 2 - faz a ligação das vias internas e externas da urbe.

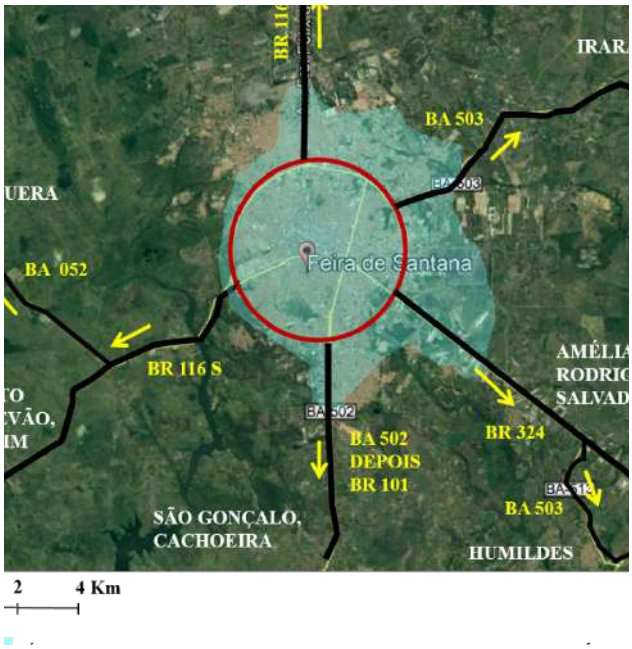


Figura 2: Malha viária externa ao anel viário, Feira de Santana, 2018.
Fonte: Google Earth (2018), adaptado pelos autores

Até a década de 1960 do século passado, a cidade concentrava-se basicamente na área interna ao anel viário (Anel de Contorno). Atualmente é possível perceber através da Figura 2 que a malha urbana da cidade expandiu, ultrapassando os limites deste anel.

3 Lei 3473 – Código de Obras Municipal x acessibilidade

O código de obras municipal de Feira de Santana dispõe sobre diversos assuntos relacionados à construção de edificações urbanas. Trata sobre emissão de licenças e alvarás; detalhes para a elaboração e aprovação dos projetos de arquitetura e engenharia; emissão do alvará de construção; habilitação profissional dos responsáveis técnicos; procedimentos para instalação de tapumes e andaimes; informações para a emissão do habite-se; condições dos lotes e edificações em geral; características necessárias dos tipos de pisos, paredes e coberturas; classificação dos compartimentos das edificações, circulações, áreas de iluminação e ventilação; tipos de instalações; fachadas; característica vinculada ao fim da ocupação da edificação, se residencial, comercial, de serviço ou industrial; descreve passeios e muros; fiscalização, penalidades e infrações, entre outros.

Como já exposto, serão destacados aqui, alguns trechos da referida lei que dispõem sobre as áreas mínimas dos ambientes residenciais, como quarto, sanitário e cozinha, para que sejam analisadas se essas áreas, com a arrumação do layout interno, atendem ao exigido pela NBR 9050 de 2015.

Ao tratar das dimensões dos quartos, o Art. 71 do Código de Obras, determina que os dormitórios deverão ter dimensões mínimas de acordo com as especificações abaixo:

> se houver um dormitório, a área mínima será de 10,50m² (dez metros e cinquenta centímetros quadrados), com dimensão mínima de 2,30m (dois metros e trinta centímetros);
>
> II quando a residência dispuser de dois ou mais dormitórios, a área de um deles será de 10,50m² (dez metros e cinquenta centímetros quadrados) com dimensão mínima de 2,30m (dois metros e trinta centímetros), e os outros poderão ter 8,00m² (oito metros quadrados) e dimensão mínima de 2,20m (dois metros e vinte centímetros);
>
> III no caso de habitação popular, o quarto deverá ter área mínima de 7,50m² (sete metros e cinquenta centímetros) e dimensão mínima de 2,30m (dois metros e trinta centímetros), e os outros poderão ter área mínima de 5,00m² (cinco metros quadrados) e dimensão mínima de 2,00m (dois metros). (LEI 3473, 2014, p. 40-41)

Em relação a área mínima de dormitório, de 10,50m²[4], fizemos alguns estudos de layouts para certificar se o ambiente com essa área e dimensões atende às exigências da norma de acessibilidade, todos feitos com porta de abrir, já que é a mais usual. A Figura 3 apresenta uma proposta de layout que não atendeu à todas as exigências da referida norma.

[4] Para o novo Código de Obras, Lei 119/2018, válida a partir de 2019, a área mínima para dormitório residencial é de 10,35m² (no caso, inferior ao determinado pelo Código de Obras de 2014), com largura mínima de 2,30m.

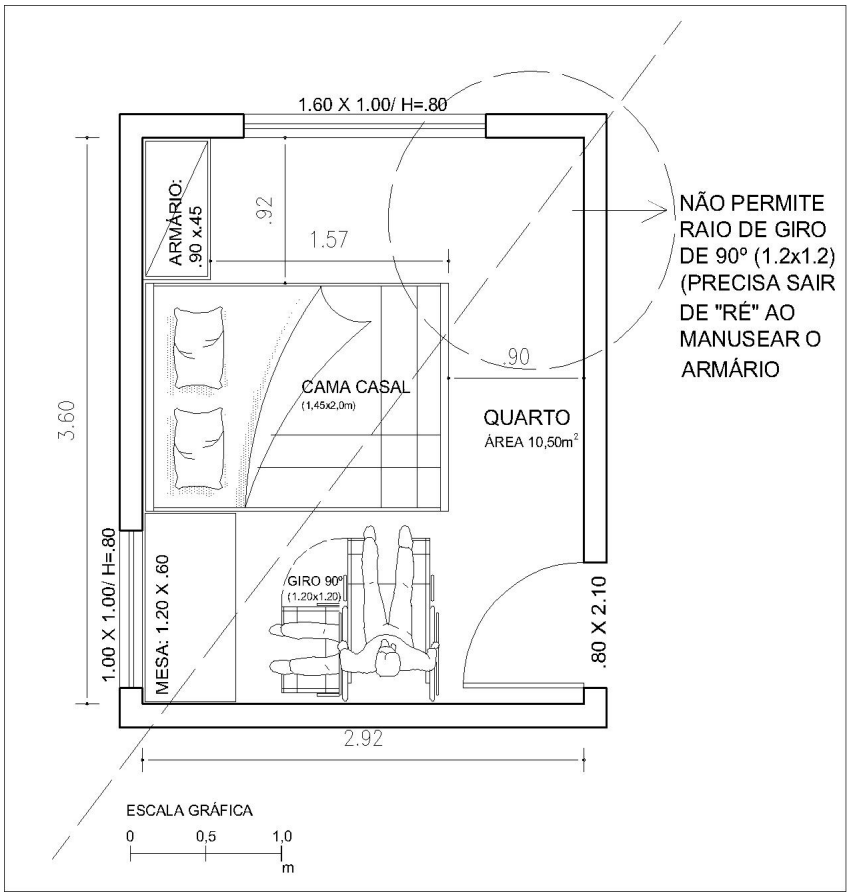


Figura 3: Primeira opção de layout do quarto casal.
Fonte: Elaborado pelos autores através do programa *autocad.*

Na Figura 3, a proposta foi posicionar a cama afastada das paredes laterais, porém, essa alternativa não atendeu à norma, já que um dos cantos (circulado no desenho) não permite o raio de giro de 90 graus, que de acordo com a e NBR 9050, deve ter uma dimensão livre de 1.20 x 1.20m (NBR 9050, 2015). A segunda proposta (Figura 4), também não atendeu às exigências da norma, pois, na proximidade da porta de entrada, também não se consegue realizar o giro de 90 graus.

A terceira proposta, demonstrada na Figura 5, foi realizada com a cama posicionada próxima à parede, sem espaço de circulação entre ambas. Essa foi a única proposta para quarto de casal que conseguiu atender ao exigido na Norma Técnica de Acessibilidade, com a área mínima exigida pelo Código de Obras. Porém, há o inconveniente da cama ficar encostada na parede, dificultando a arrumação da mesma.

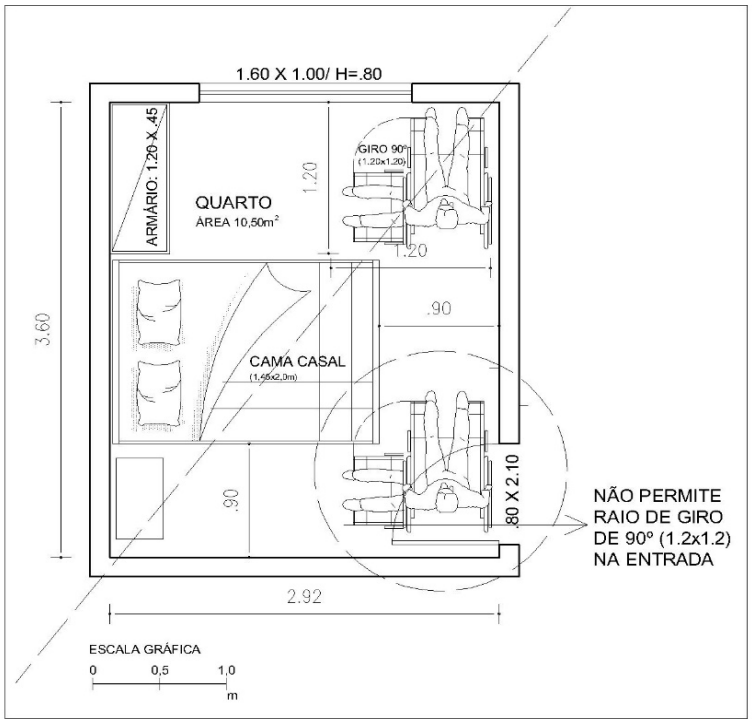


Figura 4: Segunda opção de layout do quarto casal.
Fonte: Elaborado pelos autores através do programa *autocad*

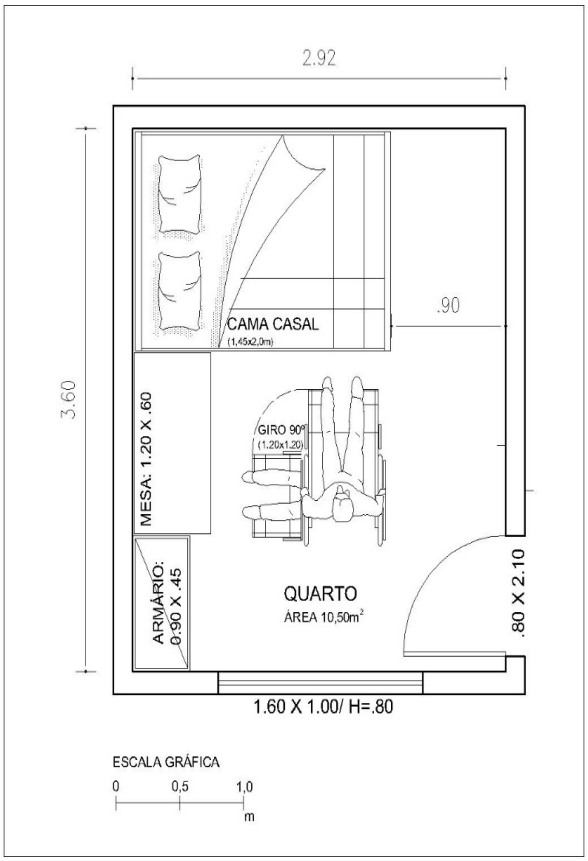


Figura 5: Terceira opção de layout do quarto casal.
Fonte: Elaborado pelos autores através do programa *autocad*

Na Figura 6, foram realizadas propostas de acordo com a área e mínima (10,50m²) e uma das dimensões mínima (2,30m) exigida pela lei. Também foi possível realizar a proposta com a cama posicionada ao lado da parede. Percebe-se também que a largura da circulação lateral, que pela norma deveria ser 90 cm, ficou com 85cm. Como se trata de um ambiente residencial, através do bom senso, aceitaremos essa dimensão.

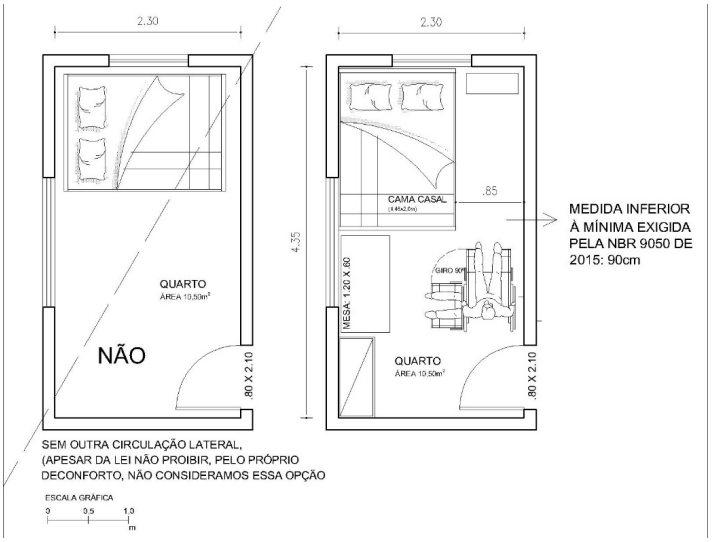


Figura 6: Opções de layouts do quarto casal com uma das dimensões mínimas
Fonte: Elaborado pelos autores através do programa *autocad*

No caso da habitação popular, também só foi possível atingir a área mínima de 7,50m²[5], como descrito no artigo 71 do Código de Obras, encostando a cama na parede, conforme mostra a Figura 7. Mesmo assim, da mesma maneira que a proposta anterior, a largura lateral de passagem ficou 85cm, que deveria ser 90cm. Mas, também por se tratar de área residencial, utilizando o bom senso, essa alternativa é aceitável.

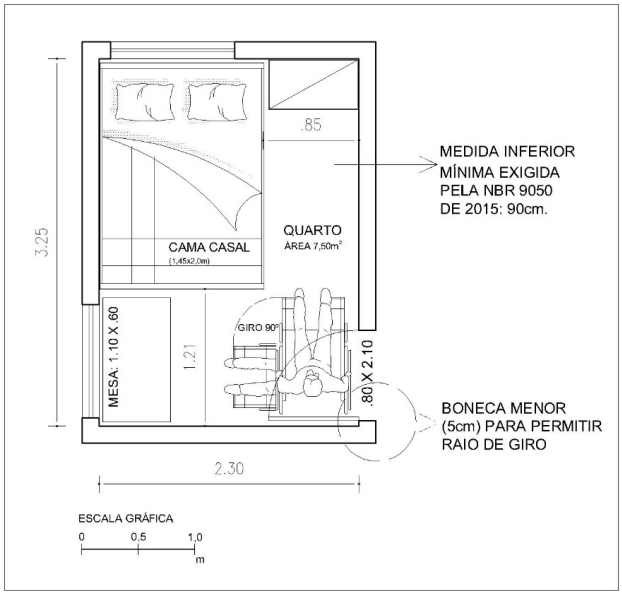


Figura 7: Opção de layout do quarto casal para habitação popular.
Fonte: Elaborado pelos autores através do programa *autocad*

[5] Para o novo Código de Obras, Lei 119/2018, válida a partir de 2019, a área mínima para dormitório de habitação popular continua 7,50m², com largura mínima de 2,30m.

Ao tratar sobre as dimensões mínimas dos sanitários, o Art 74 do Código de Obras informa que:

> o sanitário social de cada unidade residencial deverá ter **área mínima de 2,20m²** (dois metros e vinte centímetros quadrados), com dimensão mínima de 1,00m (um metro).
>
> Parágrafo Único Nas habitações populares o sanitário possuirá área mínima de 1,80m² (um meto e oitenta quadrados), com dimensão mínima de 0,90m (noventa centímetros). (LEI 3473, 2014, p. 24)

Para realizar um projeto de sanitário para pessoas com deficiência, na versão anterior da NBR 9050, do ano de 2004, eram fornecidas dimensões mínimas dos sanitários. Na versão mais atual, de 2015, são apenas fornecidas as dimensões dos equipamentos e da circulação para utilização dos mesmos, como da bacia sanitária, lavabo, área do chuveiro, etc. Então, atendendo à norma de acessibilidade de 2015, fizemos uma proposta de sanitário acessível somente com lavatório e bacia sanitária, incluindo as barras de apoio que são indispensáveis para o funcionamento do ambiente, conforme mostra a Figura 8. Vale destacar que é necessário deixar livre internamente um espaço que permita um raio de giro de 360 graus, que corresponde a um diâmetro de 1,50m.

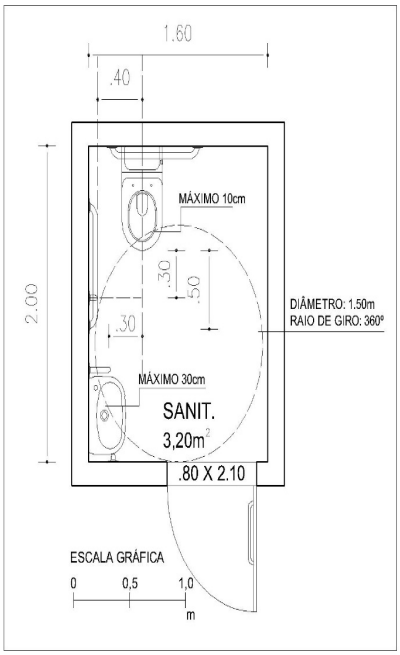


Figura 8: Opções de layout de sanitário acessível.
Fonte: Elaborado pelos autores através do programa *autocad*

Sem o chuveiro, a área do sanitário com as dimensões mínimas recomendadas pela norma totalizou 3,20m². Mesmo ainda incompleto, por não ter a área de banho, a área total do ambiente é superior à mínima recomendada de um sanitário completo, de 2,20m²[6] e 1,80m² para habitação popular, pelo Código de Obras Municipal.

No que diz respeito à área de cozinha, o Art. 80 do código de obras determina que “as cozinhas de unidades habitacionais populares ou não, terão área mínima de 3,00m² (três

[6] Para o novo Código de Obras, Lei 119/2018, válida a partir de 2019, a área mínima para sanitário residencial continua sendo 2,20m² e 1,80m² para habitação popular.

metros quadrados), com dimensão mínima de 1,50m (um metro e cinquenta centímetros)" (LEI 3473, 2014, p. 20). Elaboramos um layout da cozinha (Figura 9) com as dimensões mínimas e circulação interna que permita um raio de giro de 360 graus, de forma a ser acessível à todas as pessoas, como determina a NBR 9050 de 2015, resultando assim em uma área interna de 5,20m², muito superior ao que determina a lei municipal.

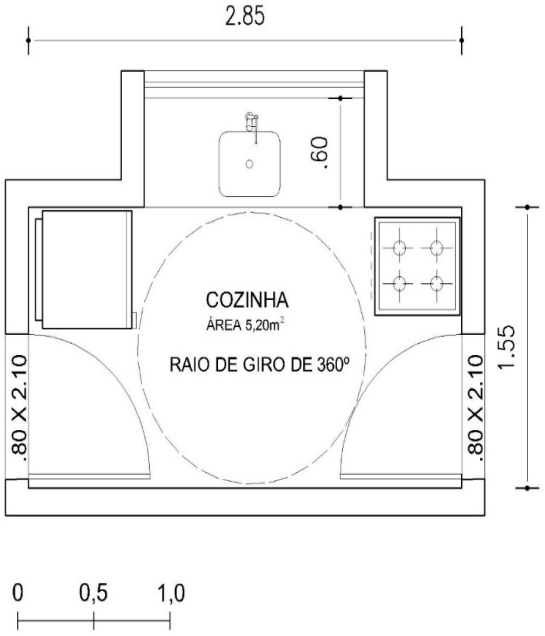


Figura 9: Opções de layout de cozinha acessível.
Fonte: Elaborado pelos autores através do programa *autocad*

Percebe-se, de acordo com a Figura 9, que é não é possível projetar uma cozinha com a área de 3,00m²[7], que atenda aos requisitos da norma técnica de acessibilidade, o que reforça a proposta que a lei municipal precisa ser atualizada para atender ao que determinas a referida norma.

4 Conclusão

Conforme exposto nesse trabalho, para atender às dimensões e áreas mínimas exigidas pelo Código de Obras nos ambientes residenciais do município de Feira de Santana, os espaços não oferecem o conforto desejável para os usuários que possuem deficiência, como foi demonstrado nos layouts dos quartos com as camas encostadas na parede. Tratando-se dos sanitários, estes, quando possuem a área mínima exigida no código de Obras, não atendem aos requisitos da acessibilidade exigidos na NBR 9050 2015.

As autoridades do município de Feira de Santana precisam ajustar suas legislações, destacando aqui o Código de Obras, e adequá-las as exigências das normas técnicas. Percebe-se que no novo Código de Obras, Lei 119/2018, as áreas mínimas dos ambientes residenciais não aumentam, permanecendo então os mesmos problemas destacados na lei anterior, de 2014. Nenhuma alteração sobre as dimensões tratadas neste artigo foi modificada, o que reafirma o descaso das autoridades locais em relação às exigências estabeleci-

[7] Para o novo Código de Obras, Lei 119/2018, válida a partir de 2019, a área mínima para cozinha residencial continua sendo 3,00m².

das na norma de acessibilidade. Ainda há muitas adequações e atualizações a serem feitas

A cidade está em constante expansão, como já explicitado anteriormente, e ajustes precisam ser feitos para ordenar o crescimento e direcionar a expansão urbana de forma correta e justa para todos. Dessa maneira, a acessibilidade universal poderá ser garantida e presente em todos os ambientes.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores e coordenadores das instituições de ensino que trabalhamos por nos incentivar e patrocinar na participação deste evento.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro.

FEIRA DE SANTANA, **Lei Ordinária nº 3473 de 2014**. Dispõe sobre nova redação para o código de obras e edificações do município de Feira de Santana, revogando integralmente a lei nº 632/1969, e dá outras providências. Disponível em: <http://leismunicipa.is/rftsm>, acesso em 01 nov. 2018.

FEIRA DE SANTANA, **Lei Complementar nº 119 de 2018**. Institui o código de obras com normas para expedição de alvará de construção, execução e fiscalização de obras em empreendimentos de urbanização e edificação, revoga a lei municipal nº 3.473/2014, e dá outras providências.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2017. **Dados do município de Feira de Santana**. 2018. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2910800>, acesso em 29 de janeiro de 2019.

MAPAS BLOG. **Localização Feira de Santana**, 2018. Disponível em: <https://mapasblog.blogspot.com/2014/08/mapas-de-feira-de-santana-ba.html>, acesso em 31 jul. 2018.

SANTO, Sandra Medeiros. **A expansão urbana, o Estado e as águas em Feira de Santana – Bahia (1940-2010).** 2012. 275f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)- Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2012.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

MÓDULO GEOMÉTRICO EM QUATRO RESIDÊNCIAS PROJETADAS POR FRANK LLOYD WRIGHT. UM ESTUDO GRÁFICO POR MEIO DE DESENHOS, MODELOS FÍSICOS E DIGITAIS

BOTENE DA SILVA, Leonardo[1],
TAGLIARI, Ana[2],

Resumo

O objeto desta pesquisa são quatro residências modernas desenhadas por Frank Lloyd Wright concebidas a partir de módulos geométricos. Foram selecionados quatro tipos de módulos adotados pelo arquiteto nas residências Usonian: retangular, residência Stanley Rosenbaum (1939); quadrado, residência Goetsch-Winckler (1939); triangular, residência Jorgine Boomer (1953); e radial, residência David Wright (1950). O objetivo da pesquisa foi analisar os projetos e a relação entre parte e todo com foco no módulo geométrico. A metodologia envolveu a produção de redesenhos, análises gráficas, modelos físicos e digitais.

Palavras-chave: Frank Lloyd Wright; Módulo geométrico; análise por desenhos; Modelos e maquetes.

Abstract

The object of this research are four modern houses designed by Frank Lloyd Wright conceived by geometric modules. Four types of modules were selected among the Usonian houses: the rectangular module, Stanley Rosenbaum House (1939); square, Goetsch-Winckler House (1939); triangular, Jorgine Boomer House (1953) and radial, David Wright House (1950). This research has the objective to analyze the projects, the relation between part and whole, with special attention in the geometric module. The methodology incorporates the development of redraws, graphical analyses, physical and digital models.

Keywords: Frank Lloyd Wright; Geometric module; Graphical analyses; Physical and digital models.

[1] Universidade Estadual de Campinas, FEC AU Unicamp. leonardobotene@gmail.com
[2] Universidade Estadual de Campinas, FEC PPGATC Unicamp. tagliari.ana@gmail.com

1 Introdução

Esta pesquisa surgiu do interesse em estudar projetos que utilizam módulos em sua organização geométrica, no objetivo de compreender a relação entre parte e todo, da geometria do módulo com o conjunto, seleção de materiais e técnicas.

Neste sentido, a obra de Frank Lloyd Wright despertou o interesse pela variedade de módulos geométricos adotados. Foram selecionados quatro projetos de residências Usonian projetadas por Wright, cada uma com um módulo diferente: Módulo retangular, residência Stanley Rosenbaum (Alabama, 1939); quadrado, residência Goetsch-Winckler (Michigan, 1939); triangular, residência Jorgine Boomer (Arizona, 1953); e radial, residência David Wright (Arizona, 1950).

As residências Usonian tiveram como características principais a pré-fabricação, além do fato de serem relativamente pequenas, moduladas e econômicas. Foram concebidas a partir de um módulo geométrico que está presente em vários elementos do espaço e da forma. Tagliari (2011, p.231) observa que a malha é uma unidade geométrica, mas também "uma unidade conceitual que integra os princípios orgânicos de simplicidade, plasticidade, continuidade, integridade e gramática", na obra de Wright".

O módulo geométrico na arquitetura é uma estratégia projetual e um item importante para a análise e compreensão do projeto e do procedimento adotado pelo arquiteto. A modulação geométrica pode ser de natureza estrutural, construtiva baseada nos materiais ou conceitual estruturada com base em uma ideia de ordem estética ou formal.

Geometria é a ideia geratriz que organiza e relaciona os elementos arquitetônicos e suas relações espaciais. O módulo é uma figura geométrica que organiza e ao mesmo tempo proporciona liberdade no projeto.

A análise proposta nesta pesquisa, por meio de desenhos, modelos físicos e digitais, permitiu identificar relações de traçados reguladores que auxiliam a estruturar o raciocínio espacial, tanto por meio de eixos, como por meio de modulações e métricas. A geometria pode coincidir com a modulação proposta pela estrutura, pelo sistema construtivo, ou ainda independente de fatores técnicos, quando o arquiteto privilegia questões estéticas-espaciais.

Como metodologia, organizamos etapas para o desenvolvimento da pesquisa que contemplou revisão bibliográfica, levantamento de elementos gráficos dos projetos selecionados, realização dos redesenhos, modelos físicos e digitais, análises individuais e comparativas por meio de itens pré-definidos, discussões e produtos finais.

Esta pesquisa se propôs a analisar a adoção do módulo nos projetos selecionados individualmente e posteriormente em conjunto, por meio de uma tabela gráfica comparativa, com desenhos, diagramas, modelos digitais e fotografias dos modelos físicos, para destacar as peculiaridades e constantes nos projetos, destacando como o módulo organiza espaço e forma em cada projeto residencial selecionado.

2 Revisão bibliográfica

A pesquisa aqui apresentada envolveu a leitura de títulos sobre módulos geométricos e modulação, arquitetura residencial de Wright e análise de projeto por desenhos e maquetes. Alguns autores se tornaram referência importante para fundamentação teórica desta pesquisa.

A respeito de análise de projeto foram utilizados como referência os livros de Paul Laseau (2001), Simon Unwin (2010) e Francis Ching (1998), que serviram como base para a investigação de acordo com o método de análise gráfica. No livro "*Graphic Thinking for Architects and Designers*" o autor Paul Laseau (2001) explora diferentes formas de análise de projetos por meio de diagramas baseados em questões de organização, forma, partido e função de maneira que foi referência para o desenvolvimento das análises.

Sobre os temas Módulo, Modulação e Geometria foram adotados os livros *Introdução à coordenação modular no Brasil: Uma abordagem atualizada* (2007), de Adão Baldauf e Hélio Greven, e o livro de Teodoro Rosso, *Teoria e prática da coordenação modular* (1976). Conforme afirma Ferreira (1999 in: GREVEN, 2007, p.15) "o módulo é a medida reguladora das proporções de uma obra arquitetônica; ou a quantidade que se toma como unidade de qualquer medida". Módulo também pode ser definido como a matriz geométrica que confere uma linguagem ou *gramática* (WRIGHT, 1954, In: PFEIFFER, 2008, p. 359) a uma obra arquitetônica. "Historicamente, o uso de um módulo aparece na Arquitetura em uma interpretação clássica dos gregos, sob um caráter estético; dos romanos, sob um caráter estético-funcional; e dos japoneses, sob um caráter funcional" (ROSSO, 1976 In: GREVEN, 2007, p.15).

Arquitetos atuantes no período moderno, provocados pela crescente industrialização e pela produção de materiais de construção baseados em módulos e dimensões pré-estabelecidas, começaram a submeter o processo de projeto a uma revisão para aliar os recursos da industrialização a serviço de uma nova revolução, a social. (ROSSO, 1976 In: GREVEN, 2007, p.23). Assim, a modulação geométrica tornou-se um instrumento importante para a concretização de projetos sociais, especialmente no pós-guerra.

Na revisão bibliográfica sobre a arquitetura de Wright destacamos textos escritos pelo próprio arquiteto, além de seus críticos e estudiosos. Entre os textos escritos por Wright destaca-se a coletânea de textos *In the cause of architecture* (1908 – 1928) e o livro *The Natural House* (1954) com destaque para *The Logic of the Plan*. A modulação é tratada de maneira sutil nos escritos do arquiteto. Por outro lado, é apresentada e discutida nos escritos de seus críticos, e verificada nos livros voltados para análise de proejto. Dentre os estudiosos da arquitetura de Wright destacam-se os livros de John Sergeant (1976), Donald Hoppen (1998) e Tagliari (2011). Estes títulos foram essenciais para identificação dos conceitos a serem analisados.

3 Os projetos selecionados. Seleção e método de análise

O redesenho dos projetos das residências selecionadas tornou-se uma etapa muito importante na análise e no entendimento inicial, pois possibilitou observações que o olhar casual não seria capaz de notar.

Além dos redesenhos das residências, foram produzidas maquetes físicas a partir de modelos digitais que possibilitaram a fabricação dos objetos de estudo por meio de cortadora a laser e impressão 3D. As maquetes, tanto físicas quanto digitais, permitem uma melhor visualização das proporções e compressão de parte e todo.

Para a análise gráfica, ou seja, por desenhos e diagramas, foram definidos itens que possibilitaram o maior entendimento do módulo geométrico no projeto e suas relações: Malha geométrica; hierarquia; proporção; simetria; equilíbrio; ritmo; relação parte-todo.

A respeito dos procedimentos e método de análise, foi possível constatar que as etapas de planificação, modelagem e montagem das maquetes dos projetos permitiram a materialização e pormenorização da análise, composição e recomposição dos objetos tridimensionalmente, o que contribuiu para a compreensão mais consistente da modulação, da relação parte e todo, dos métodos construtivos e materiais. Portanto, consideramos esta etapa indispensável para a investigação projetual. O uso das novas tecnologias promoveu rapidez e facilidade na manipulação de dados, demonstrando a eficiência do método e sua aplicabilidade na arquitetura.

3.1 Módulo geométrico quadrado: Residência Goetsch-Winckler (1939)

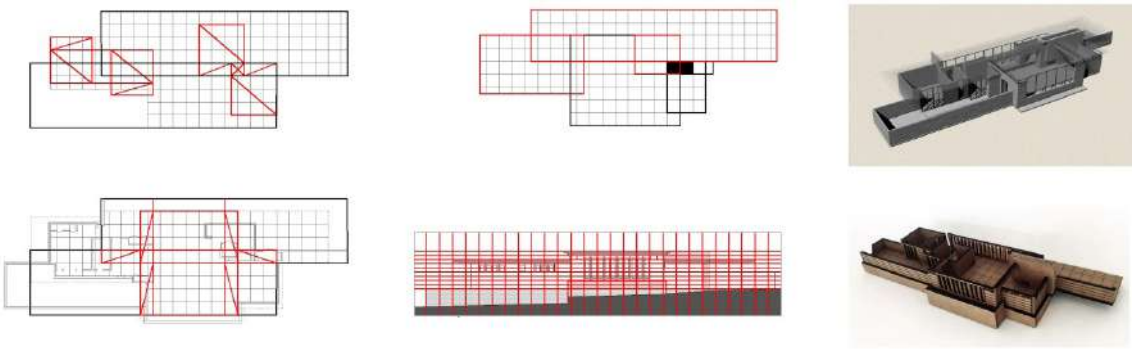


Figura 1 – Residência Goetsch-Winckler - análises.
Fonte: Autor, 2018.

O módulo geométrico da residência Goetsch-Winckler é um quadrado com dimensões de 4 X 4 pés, ou aproximadamente 1,20m. Esta dimensão está diretamente relacionada com a dimensão da tábua de madeira que atua como um ordenador de dimensões e proporções do projeto como um todo, tanto em planta quanto em altura. Todos os elementos do projeto estão relacionados às dimensões da tábua de 1 pé, ou aproximadamente 30 cm e suas variações.

3.2 Módulo geométrico retangular: Residência Stanley Rosenbaum (1939)

A residência Rosenbaum, bem como a Winckler, foi construída com base no sistema de tábuas de madeira e tijolos de barro e foi muito comum nas primeiras casas Usonian, especialmente nas décadas de 1930 e 40, onde prevalecem os módulos quadrado e retangular, supostamente pela relação de economia e pré-fabricação na construção.

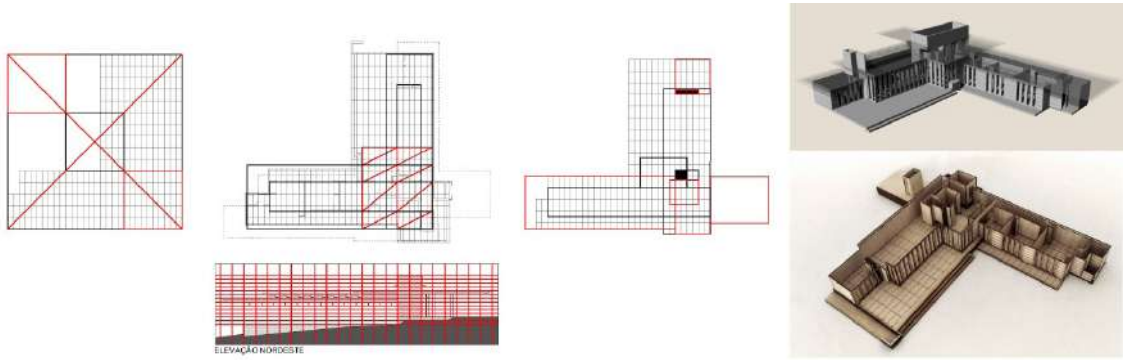


Figura 2 – Residência Rosenbaum - análises.
Fonte: Autor, 2018.

3.3 Módulo geométrico radio-concêntrico: Residência David Wright (1950)

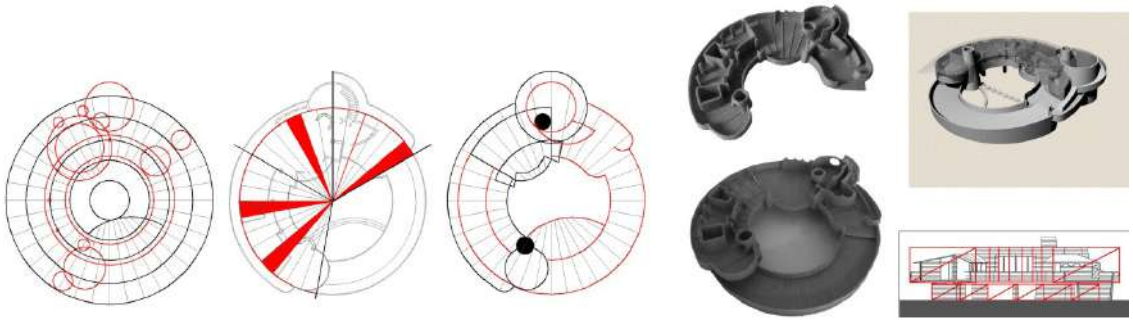


Figura 3 – Residência David Wright - análises.
Fonte: Autor, 2018.

O projeto desta residência foi realizado na mesma época do desenvolvimento do Museu Guggenheim de Nova York, e compartilham de soluções semelhantes de partido arquitetônico. Ambos são classificados como "*spiral spaces*" por Donald Hoppen (1998, p.142). A adoção de uma organização modular de geométrica radio-concêntrica e circular também aparece nos projetos das residências Herbert Jacobs II (1943), Sol Friedman (1950), Curtis Meyer (1951) e Norman Lykes (1959), que revela a busca de Wright por experimentos e soluções neste sentido, neste período. O arquiteto adotou blocos de concreto como solução de fechamentos, fato que revela sua constante pesquisa e experimentação no que diz respeito à materiais, geometria, módulos e formas.

3.4 Módulo geométrico triangular: Residência Jorgine Boomer (1953)

No conjunto de projetos desenvolvidos por Wright existem poucos com a adoção de módulo triangular. O mesmo acontece com outros módulos como o hexagonal, por exemplo, como na casa Hanna (1936) conhecida como *Honeycomb,* ou colmeia.

A figura do triangulo surge nos projetos de Wright realizados no deserto. Segundo Hoppen (1998, p.62) o desenho das montanhas estabelecia uma relação de semelhança com os ângulos de 30 e 60 graus presentes no esquadro, e assim adotado por Wright nesta paisagem. Desta maneira, o módulo triangular baseado em 60° promoveu a concepção da inclinada cobertura desta residência, que remete às formas montanhosas do deserto do Arizona ao mesmo tempo que cria uma proteção contra o sol e forte calor.

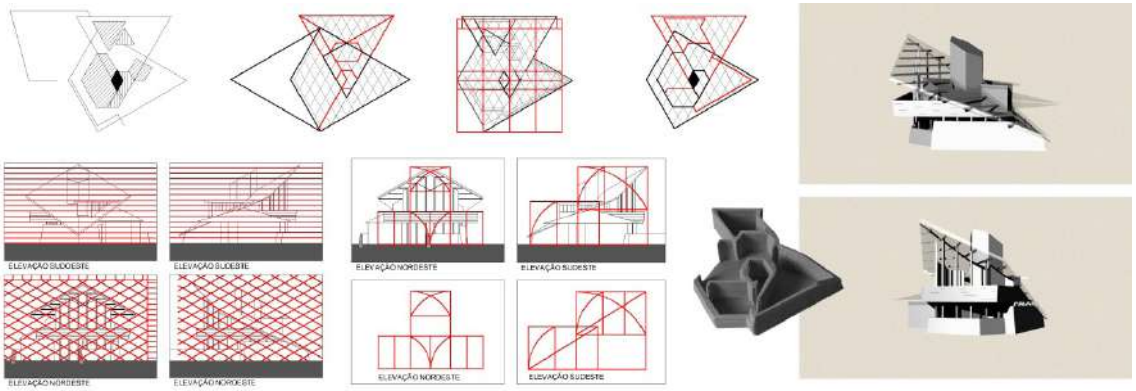


Figura 4 – Residência Boomer - análises.
Fonte: Autor, 2018

3.5 Análises comparativas e discussões

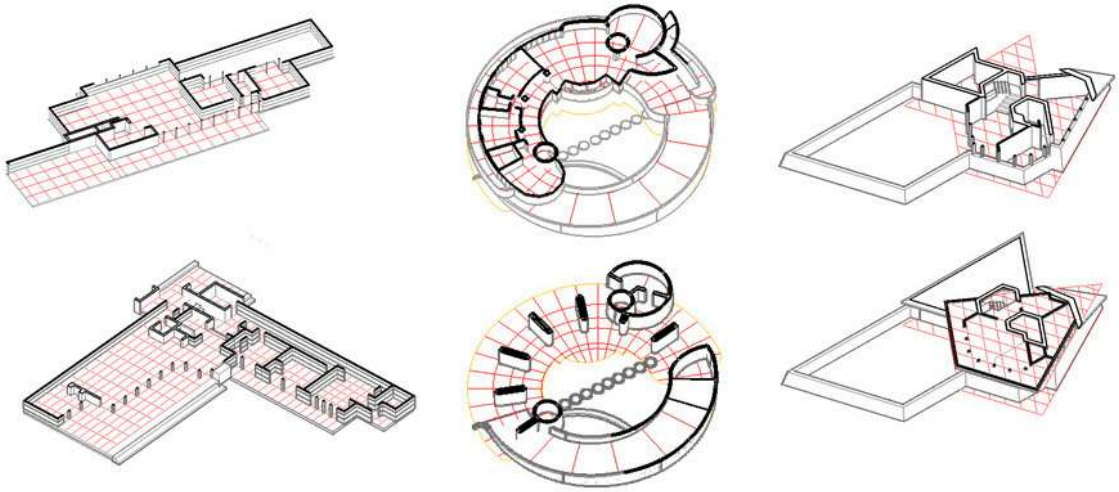


Figura 5 – Tabela gráfica comparativa – Módulos geométricos em axonométrica.
Fonte: Autor, 2018.

Concepção e materialidade

A partir das análises realizadas pudemos identificar algumas estratégias e soluções adotadas pelo arquiteto, especificamente no que diz respeito ao módulo geométrico. A planta teve uma importância especial no estudo, pois, segundo o próprio arquiteto, "*The Plan In itself have rhythms, masses and proportions*" (WRIGHT, 1928, p.2). A planta permite a compreensão do projeto como um todo, envolvendo sua geometria, o módulo, materiais, proporção, articulações e funções.

A partir das análises fica claro que o material selecionado para a obra é o protagonista na definição do módulo geométrico, especialmente nos projetos com módulo quadrado e retangular, neste caso a tábua de madeira com 1 pé de largura.

Nas casas Winckler e Rosenbaum a tábua de madeira define a modulação geométrica, tanto em planta quanto nas dimensões das alturas. A escolha deste material está relacionada ao período da década de 1930, quando Wright deu início à concepção das *Usonian Houses* com uso intenso de madeira e tijolo.

Na casa David Wright a adoção do bloco de concreto está relacionada ao período, cliente e localização. Na década de 1950 Wright utiliza muito mais blocos de concreto e pedras nos projetos de *Usonian*, ao invés de madeira e tijolo, por questões de escassez de materiais no pós-guerra. Além disso, o cliente da casa, seu filho, trabalhava com a fabricação de blocos de concreto. Neste sentido, a relação do módulo geométrico e projeto, neste caso, nos parece muito mais relacionada ao período que Wright estava desenvolvendo pesquisas e projetos em torno do uso de círculos e módulos radio-concêntricos e não exatamente ao material como nas casas Winckler e Rosenbaum.

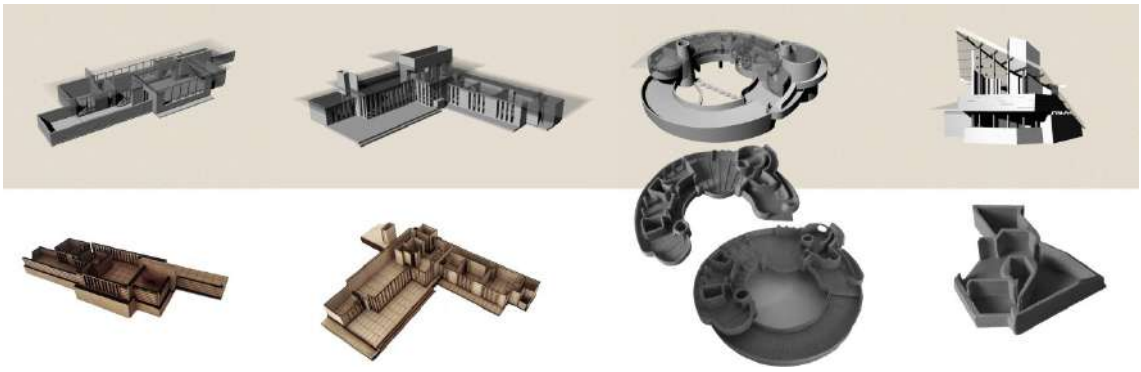


Figura 6 – Tabela comparativa – Modelos físicos e digitais – parte e todo.
Fonte: Autor, 2018.

Na casa Boomer verifica-se que a adoção do módulo tem relação com a região e paisagem do deserto. Em 1927 Wright viveu por alguns meses no deserto e projetou e construiu um acampamento, com cabanas em forma triangular. A forma triangular da elevação das cabanas seguia o desenho das montanhas e do *skyline* do deserto. A cor vermelha predominante e a forma triangular inspiraram Wright a batizar o acampamento de *Ocatillo*, que significa chama de vela (WRIGHT, 1943, p.311). O uso de concreto ciclópico, presente na casa Boomer, foi uma técnica que começou a ser adotada por Wright a partir deste período de vivência no deserto.

Assim, verifica-se que o módulo triangular surge inicialmente de um desenho em elevação, para posteriormente ser adotado em planta, no projeto como um todo, seus elementos e partes, de maneira deliberada por inspiração da paisagem.

A análise de simetria e relação entre parte e todo contribui para a compreensão da gramática, pois é possível verificar se a geometria da modulação adotada em cada projeto está presente na constituição da linguagem própria de cada residência.

Na análise de parte e todo observa-se variações do módulo geométrico. Na residência Winckler é possível observar que o quadrado adotado na modulação também ordena e proporciona formas retangulares, que compõem o todo, bem como na residência Rosenbaum que tem o retângulo como forma para ordenar as partes, mas compõem um quadrado no todo. Na residência Boomer o losango é a figura geométrica principal adotada na malha, mas permites variações triangulares e hexagonais. Na residência David a geometria geradora é o eixo, ou setor, radio concêntrico, mas com figura geométrica circular dominante. Assim, pode-se concluir que a geometria do módulo permite a organização e composição do projeto e seus elementos com formas que lhe são interdependentes.

As análises de geometria, proporção e ritmo tem como objetivo identificar de que forma a modulação está relacionada ao ritmo dos elementos, espaços e formas. O ritmo pode ser verificado em planta ou elevação, na distribuição de elementos iguais ou proporcionais seguindo uma determinada ordem, que neste caso está vinculado ao módulo.

Na residência Winckler, verifica-se dois retângulos que regem a geometria da planta e se distribuem de maneira simétrica espelhada ao longo do principal eixo da residência, responsável por sua linearidade acentuada. Na residência Rosenbaum o ritmo de elementos proporcionais se concentra no núcleo de encontro entre os dois principais eixos da residência, que a compõem em forma de “L”. Na residência Boomer os eixos principais são responsáveis

pelo caráter centralizado das formas principais da residência, o ritmo estabelecido pelo eixo x se concentra em partes, como no hexágono central (lareira) e no triangulo da extremidade, enquanto o eixo y estabelece um ritmo constante ao todo, o que condiz com a definição de modulação de Ching "O poder de organização da malha resulta da regularidade e continuidade de seu padrão" (CHING, 1998, p.242).

Na residência David o ritmo é ordenado de maneira mais complexa, os elementos radiais se organizam em um ritmo que pode ser associado a proporção harmônica (1,2,3), observa-se, no sentido horário, o ritmo 3 1 3 1 3 – formando uma "fatia-seção" simétrica, e em seguida 3 1 2 2 3 1 formando uma "fatia-seção" invertida no eixo vertical. Demonstrando, portanto, como a malha e sua geometria são responsáveis pela atribuição de ritmo à composição das obras.

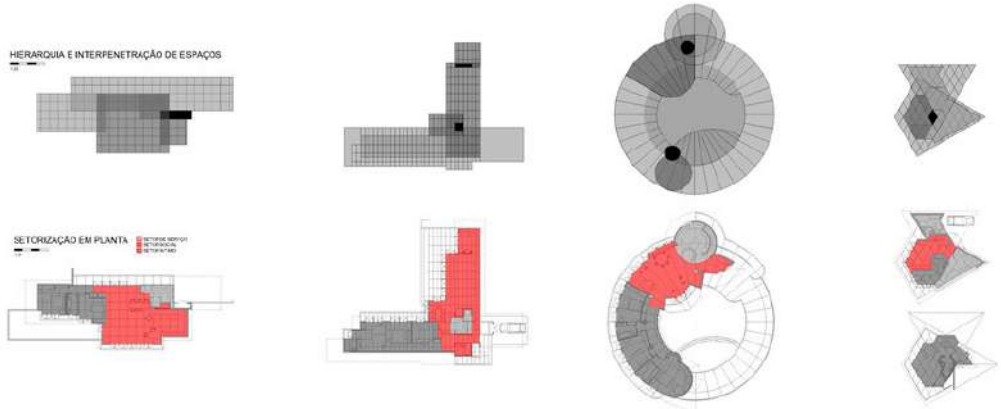


Figura 7 – Tabela gráfica comparativa – soluções de projeto e relações com o módulo.
Fonte: Autor, 2018.

Os diagramas produtos das análises dos itens hierarquia e interpenetração de espaços permitem verificar de que maneira os espaços são configurados a partir de composições geométricas baseadas no módulo e suas variações e interpenetrações. Verifica-se a integração e articulação dos ambientes de forma contínua, o que está fortemente associado ao princípio de integridade estabelecido pelo arquiteto. Não há divisões claras de onde um ambiente termina e outro começa, especialmente nas áreas sociais.

Nestes diagramas também é possível visualizar como o perímetro recortado segue a geometria da modulação nas residências Winckler, Rosembaum e David Wright. Por outro lado verifica-se o caráter centralizado da residência Boomer. O perímetro recortado é uma característica constante em diversos projetos de Wright, pois é inerente à organicidade destas residências, entretanto a casa Boomer não se verifica esta característica, o que não pode ser atribuído a geometria do módulo. Em outros projetos residenciais como a residência Walker (Carmel, 1948) por exemplo, possuem o losango como geometria ordenadora e apresentam perímetro recortado. Assim, a partir desta verificação, percebe-se que é uma característica própria da proposta centralizada da residência Boomer.

A análise dos cortes permite observar que a modulação vertical coordena a altura dos ambientes de acordo com sua funcionalidade. Um pé-direito maior é criado aos ambientes sociais, onde as pessoas caminham, e um pé-direito menor aos dormitórios e salas de refeições ou de leitura, por serem ambientes de repouso onde se permanece sentado ou deita-

do, de forma que se adequem a escala humana do indivíduo, questão muito enfatizada por Wright no texto "*The logic of the plan*" (1928).

Coordenação modular

Sergeant (1976, p.19) enfatiza a importância de a organização modular na *Usonian Houses*, pois as dimensões da malha definida por Wright traziam a vantagem de coincidir com o corte dos materiais utilizados, principalmente as placas de madeira, e reduzir cortes e perdas. Assim, a malha combina conceitos aprimorados por Wright com base na arquitetura japonesa como flexibilidade, simplicidade e economia.

A modulação adotada por Wright nos projetos analisados, tem relação direta com as dimensões dos materiais utilizados especialmente nos fechamentos. O sistema de tábuas de madeira adotado que deveria ser tão econômico na obra quanto na sua manutenção (TAGLIARI, 2011, p.82; WRIGHT, 1928 In: PFEIFFER, 2008, p.340). Cada prancha com 1 pé de largura (aproximadamente 0,30 m), padronizada permite a sistematização de dimensões tanto para a modulação em quadrados (1,2m por 1,2m e subdivisões), quanto a modulação retangular (1,2m por 0,6m e subdivisões), caso das residências Winckler e Rosenbaum. A modulação em planta atende as relações ergonômicas funcionais, e em altura suas variações atendem às funções dos ambientes.

Na residência Boomer as paredes de pedra, em planta, têm aproximadamente 1/5 da largura do módulo (24cm), losango de lado 1,2m, enquanto a modulação vertical é dada pela altura e inclinação dos losangos.

Na residência David Wright os blocos têm dimensões de 0,2m x 0,4m x 0,2m (largura, comprimento, altura) de modo a relacionar com o módulo das portas e janelas de madeira, 0,6m cada folha, equivalente a um bloco inteiro e um meio-bloco, de 0,2m x 0,2m x 0,2m (largura, comprimento, altura). Na parede externa da ala intima da casa é possível observar a importância desta modulação dos blocos e das portas, pois é onde a maioria das portas está disposta sequencialmente. A modulação vertical é equivalente à altura dos blocos, 0,2m, e coordena a altura da cobertura, das chaminés, da rampa e do pé direito dos ambientes.

Ainda que sejam geometrias distintas, os quatro módulos adotados tem uma relação métrica e ergonômica com a dimensão das aberturas com 0,6m (aproximadamente 2 pés), na Winckler é metade da dimensão do módulo quadrado, na Rosenbaum é equivalente a uma das dimensões do módulo retangular, na Boomer é metade da aresta do losango e na David os módulos de abertura são dispostos em arcos de 10° em 10° de modo que cada arco acomode dois módulos de abertura (uma porta de folha dupla) e um módulo e meio de bloco de concreto, um bloco e um meio bloco, ou ainda podem estar dispostos em arcos de 10° que se adequem ao módulo de abertura da janela (0,6m) como pode ser observado na circulação da ala intima.

Neste sentido, observamos que a tábua de madeira foi utilizada como base para a definição de uma modulação concisa, um sistema de unidades que se adequa a escala do mobiliário, dos elementos construtivos e da escala humana, já que também definem dimensões de circulação e suas relações ergonômicas com o espaço e forma.

Portanto, pode-se afirmar que estes projetos analisados são fundamentados em princípios de coordenação modular, definida assim:

> (...) todos os objetos que satisfaçam à condição de possuírem dimensões múltiplas de uma medida comum, são comensuráveis entre si e, portanto, também o são em relação à construção, que integrados passam a formar (ROSSO, 1976 In: GREVEN, 2007, p.26)

ou ainda como "um mecanismo de simplificação e inter-relação de grandezas e de objetos diferentes de procedência distinta, que devem ser unidos entre si na etapa de construção (ou montagem), com mínimas modificações ou ajustes" (MASCARÓ, 1976, In: GREVEN, 2007, p.33), Greven (2007, p.34) a sintetiza como sendo "a ordenação dos espaços na construção civil".

4 Considerações finais

O uso de sistemas modulares em projetos de arquitetura foi utilizado por diversos arquitetos, não sendo de uso exclusivo de Frank Lloyd Wright. Entretanto, a adoção da modulação na obra de Wright é específica e em harmonia com sua teoria da arquitetura orgânica. Verificamos que nestes projetos analisados o módulo geométrico permite coordenar parte e todo, além de organizar os elementos que configuram espaços e forma.

A metodologia de modulação em projetos arquitetônicos coordena relações de parte e todo. Na obra de Frank Lloyd Wright a modulação é responsável por mensurar diversos componentes que constituem a chamada "gramática" (WRIGHT, 1954; In: PFEIFFER, 2008, p.359) de sua arquitetura, pois

Portanto, foi possível verificar a relação indissociável entre o módulo definido pelo arquiteto e os materiais selecionados para cada projeto, além de sua relação com a paisagem e ambiente. Compreende-se também a experimentação constante do arquiteto por meio destes projetos, com diferentes materiais, formas e contextos, visando a pré-fabricação e economia por meio da coordenação modular.

Agradecimentos

PIBIC Unicamp e CNPq pelo auxílio financeiro à pesquisa.

Referências

BROACH, Barbara Kimberlin; LAMBERT, Donald E.; BAGBY, Milton. Frank Lloyd Wright's **Rosenbaum House: the birth and rebirth of an American treasure**. Pomegranate, 2006.

CHING, Francis D.K. **Arquitectura: Forma, Espacio y Orden**. México: Gustavo Gili, 1998.

COPPLESTONE, Trewin. **Frank Lloyd Wright**. Grange, 1999. APA Copplestone, T. (1999). Frank Lloyd Wright. Grange.

GREVEN, Hélio; BALDAUF, Adão; Alexandra Staudt Follmann. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: Uma abordagem atualizada.** Porto Alegre: (Coleção Habitare, 9) ANTAC, 2007.

HOPPEN, Donald W. **The seven ages of Frank Lloyd Wright: the creative process.** New York: Dover Publications, 1998.

KAUFMANN, Edgar. **Frank Lloyd Wright: Writings and Buildings**. Nova York: Meridian Book, 1960.

LASEAU, Paul. **Graphic Thinking for Architects and Designers**. New York: John Willey and Sons, 2001.

PFEIFFER, B. Brooks. **The essencial. Frank Lloyd Wright. Critical writings on architecture.** Princeton: Princeton University Press, 2008.

ROSSO, Teodoro. **Teoria e prática da coordenação modular**. São Paulo: Curso de pós-graduação. USP, 1976.

SERGEANT, John. **Frank Lloyd Wright's Usonian Houses. The case for organic architecture**. New York: Watson-Guptill Publications, 1976.

TAGLIARI, Ana. **Frank Lloyd Wright. Princípio, Espaço e Forma na Arquitetura Residencial.** São Paulo: Annablume Editora, 2011.

TAGLIARI, Ana. Projeto residencial moderno: Pré-fabricado e modulado na obra de Wright. **Pós**. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, v. 18, p. 102-118, 2011.

UNWIN, Simon. **Twenty buildings every architect should understand**. Routledge, 2010.

WRIGHT, Frank Lloyd. **An Autobiography**. London, New York and Toronto: Longmans, Green and Co., 1938. (Edição revisada e ampliada: San Francisco: Pomegranate Communications, Inc, 1943. London: Faber and Faber, and Hyperrion Press, 1945. New York: Horizon Press, 1977).

_____. **In The Cause of Architecture I: The Logic of the Plan**. The Architectural Record, January, 1928.

_____. **In The Cause of Architecture**. (Coletânea dos artigos publicados na revista Architectural Record entre 1908 e 1928) Architectural Record Books, 1975.

_____. **Sixty Years of living architecture**. Nova Iorque: Guggenheim Museum, 1953.

_____. **The Natural House**. New York: Horizon Press, 1954.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

QUEM SOMOS? O QUE FAZEMOS? PARA ONDE VAMOS? UMA REFLEXÃO EPISTEMOLÓGICA SOBRE A GEOMETRIA GRÁFICA

CARNEIRO-DA-CUNHA, Maximiliano W.[1]
GUSMÃO, Mariana Buarque Ribeiro de[2]
LOPES, Andiara Valentina de Freitas e[3]

Resumo

Esse trabalho tem como objetivo fazer uma reflexão epistemológica a respeito da Geometria Gráfica. A ideia central partiu de questionamentos sobre os motivos que levaram a Geometria Gráfica a se encontrar estanque como ciência e limitada em seu desenvolvimento e uso à área de ensino. Nesse sentido, procurou-se discutir: 1) a identidade da Geometria Gráfica como ciência, cujo resultado final está vinculado ao estudo e a representação gráfica da Forma; 2) a carência de um de consenso com relação à identidade dos seus profissionais bem como das suas práticas, que durante muito tempo foram se fragmentando devido ao uso de diferentes nomenclaturas, tais como “desenho”, “desenho técnico”, “desenho geométrico”, “expressão gráfica”, entre outras; e 3) seu futuro como área do conhecimento, diante das diferentes perspectivas de atuação devido às mudanças de paradigma trazidas pelas novas tecnologias digitais. Ao final, pudemos compreender que o termo Geometria Gráfica define melhor e de maneira mais eficaz esta área de estudo estabelecendo, de maneira objetiva, que o nosso objeto de estudo é a Forma em suas diferentes representações.

Palavras-chave: geometria gráfica; representação gráfica; desenho; representação

Abstract

This work aims to make an epistemological reflection about Graphic Geometry. The central idea has arisen from the fact that Geometry is currently limited to the area of Education finding itself stagnated as science. In this sense, we sought to discuss: 1) the identity of Graphic Geometry as a science, whose final result is linked to the study and graphic representation of the Form; 2) the lack of a consensus regarding the identity of its professionals as well as their practices, which for a long time have been fragmented due to the use of different nomenclatures, such as “drawing”, “technical drawing”, “geometric drawing”, “Graphic expression”, among others, and; 3) its future as an area of knowledge, given the different perspectives of action due to the paradigm changes brought about by the new digital technologies. At the end, we could understand that the term Graphic Geometry defines better and more effectively this area of study by establishing that our object of study is the Form in its different representations.

Keywords: graphical geometry; graphic representation; drawing; representation

[1] Universidade Federal Rural de Pernambuco, maxcarneiro6@gmail.com
[2] Universidade Federal de Pernambuco, marianagusmao@gmail.com
[3] Universidade Federal de Pernambuco, andiaralopes@yahoo.com

1 Introdução

A Geometria tem origem há milhares de anos e sempre se preocupou com o estudo da Forma, mesmo que do ponto de vista algébrico e analítico próprios da Matemática. Dessa maneira, a Geometria e a Matemática sempre foram vistas como ciências gêmeas e inseparáveis. No entanto, no mundo ocidental a história mais recente nos mostra como a Matemática e a Geometria se separam sob vários aspectos, especialmente político-didáticos. Não obstante, a importância da Geometria é reconhecida desde o início da civilização humana, quando foi criada com o intuito de conhecer e entender os conceitos matemáticos de multiplicidade e espaço, envolvendo o estudo de áreas e volumes (terra, água, etc.).

Este artigo parte de uma inquietação epistemológica acerca da Geometria, mais especificamente da Geometria Gráfica como área de estudo e pesquisa. Tomamos como base a experiência docente de ensino dentro do Departamento de Expressão Gráfica (DEG) da UFPE e a elaboração dos projetos de Pós-graduação e Pedagógico do Curso de Licenciatura em Expressão Gráfica (PPC -LEG), para construção de uma reflexão mais densa a respeito do próprio entendimento da Geometria Gráfica como ciência e área de ensino.

A partir da experiência com ensino e pesquisa no DEG, detectamos uma dificuldade antiga em definir a identidade da Geometria Gráfica de forma consensual. Essa dificuldade pode ser identificada na própria definição do nome do nosso departamento, Expressão Gráfica, nome que acreditamos não ser o mais apropriado, uma vez que “expressão” se refere apenas a uma das vias da síntese gráfica, quando a outra seria a “interpretação” gráfica. Se fossemos seguir essa lógica o nome mais apropriado para o departamento seria “Síntese Gráfica”. Dessa maneira, deveríamos procurar um nome abrangente, tanto nas práticas empíricas como na teoria. Assim sendo, o nome mais acertado seria “Geometria”, mais especificamente “Geometria Gráfica”. No entanto, entendemos que o nome “Expressão Gráfica” é, nesse momento, estrategicamente mais apropriado, uma vez que relaciona nosso departamento (DEG)e nosso curso (LEG) com outros semelhantes no Brasil. Enfim, o fato é que a própria dificuldade em definir um nome próprio para a área já demonstra o tamanho da crise de identidade que nós, profissionais desse campo de conhecimento, enfrentamos ao longo do tempo.

Entretanto, a nossa identidade, e por consequência o nosso nome, estão ligados fundamentalmente às nossas práticas de ensino e pesquisa. Acreditamos que ao definir que práticas são estas, poderemos entender melhor nossa identidade. Em outras palavras, acreditamos que a Geometria Gráfica está hoje fragmentada na sua própria concepção e, portanto, enfraquecida como área do conhecimento. Entender os motivos pelos quais a Geometria Gráfica se encontra tão desvalorizada e não reconhecida é importante para construirmos uma identidade consensual, forte e direcionada, proporcionando estudos e práticas de ensino mais reflexivas e atualizadas.

Esse trabalho tem como objetivo fazer uma reflexão epistemológica a respeito da Geometria, da representação gráfica e do desenho na área da Geometria Gráfica. O escopo central desse artigo é entender a dificuldade em estabelecer a Geometria Gráfica como área de estudo imprescindível na formação de profissionais que trabalham com a Forma e o porquê da sua desvalorização generalizada nas instituições de ensino no Brasil. Nesse sentido, os

questionamentos que se apresentam nesse trabalho são: até que ponto a utilização dos termos “desenho” e “expressão” limitam o entendimento de Geometria Gráfica em toda sua dimensão e especificidade?; até que ponto uma definição equivocada e limitante de quem somos e quais são nossas práticas impedem o nosso desenvolvimento e nosso reconhecimento como área do saber científico, imprescindível para se trabalhar a Forma? Diante disso, esse artigo foi estruturado em função de três perguntas: Quem somos? O que fazemos? Para onde vamos?

Para fundamentar esses questionamentos, tomaremos como ponto de partida os conceitos teóricos e práticos fundamentais da área, passando pelo desenvolvimento e pelos problemas de valorização da mesma no Brasil, definindo quem somos e as nossas práticas e finalizando com uma reflexão sobre que caminhos teremos no futuro. Esse artigo, portanto, visa contribuir para uma análise epistemológica da Geometria Gráfica como ciência, repensando-a como meio para representar a Forma nas suas mais diversas funções.

2 Geometria Gráfica

2.1 Quem somos? A Geometria Gráfica como ciência

A literatura mundial salienta a importância do aprendizado dos conteúdos da Geometria Gráfica para o pleno desenvolvimento cognitivo de crianças e jovens. Nesse sentido, inúmeros trabalhos e pesquisas nos mostram a grande perda cognitiva em crianças e jovens quando estes não têm contato com essa área de conhecimento específico (PIAGET, J.; INHELDER, 1993; LORENZATO, 1995; NASSER, 2000; FÜRKOTTER, M.; MORELATTI, 2009). Estudar Geometria Gráfica ajuda a desenvolver habilidades cognitivas que não são usualmente desenvolvidas através do estudo de outras matérias. Dentre essas habilidades estão o raciocínio abstrato e espacial, a coordenação motora, a síntese gráfica, o senso de proporção e escala, a memória visual, a viso-motricidade e a criatividade (GARDNER, 1994).

Vivemos em um mundo tridimensional. Nosso corpo e nossas experiências sensoriais são tridimensionais, consequentemente, a relação que temos com o mundo é espacializada. A Geometria Gráfica, por estudar a Forma, o espaço e a relação das formas no espaço pode contribuir sobremaneira para a compreensão e formalização dessa série de conhecimentos que para todos nós é natural e intuitiva. Lorenzato (2006) enfatiza que as pessoas realizam suas primeiras experiências de vida utilizando os cinco sentidos, mas especialmente a visão, utilizando a percepção espacial para fazer descobertas.

> Sem estudar Geometria as pessoas não desenvolvem o pensar geométrico ou o raciocínio visual e, sem essa habilidade, elas dificilmente conseguirão resolver as situações de vida que forem geometrizadas; também não poderão se utilizar da Geometria como fator altamente facilitador para a compreensão e resolução de questões de outras áreas de conhecimento humano. Sem conhecer Geometria a leitura interpretativa do mundo torna-se incompleta, a comunicação das ideias fica reduzida e a visão da Matemática torna-se distorcida (LORENZATO, 1995, p. 5).

Apesar da sua notável importância, a Geometria Gráfica não existe como área de conhecimento específica para os órgãos de fomento à pesquisa, como por exemploo Conselho

Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Tal fato demonstra que apesar da inegável importância que o aprendizado desses conhecimentos pode ter na vida das pessoas, não somos reconhecidos como ciência. Isso ocorre em grande parte porque não sabemos quem somos e quando tentamos nos definir, isso se dá de maneira fragmentada na qual geralmente se mistura a definição de quem somos com as nossas práticas. Além disso, no intuito de definir quem somos, em alguns casos, nos apropriamos da identidade de outras áreas, a quem servimos como meio. Para agravar ainda mais, muitas vezes, tentamos explicar quem somos através das ferramentas que usamos, como por exemplo, a representação gráfica ou o desenho. Acreditamos que esse dissenso se deve ao fato da falta de entendimento de que a Geometria Gráfica se constitui em uma ciência e não em uma linguagem.

A palavra "desenho" não explica nem define nossa área de trabalho e estudo. O significado do termo nos dicionários é bastante abrangente e vago. O dicionário Michaelis (2018) traz as seguintes definições para a palavra desenho:

> s.m. 1 Representação gráfica, por meio de linhas, cores e sombras, de objetos, seres, ideias, sensações etc. 2 Arte e técnica de representar visualmente a forma desses elementos, servindo-se de linhas ou traços, assim como de efeitos de luz, cores e sombras. 3 Conjunto de procedimentos relativos a essa arte e a essa técnica.4 Configuração do contorno de uma figura, objeto etc.; contorno, delineamento, recorte.5 Delineamento ou traçado geral de um quadro ou de qualquer obra de arte executado por meios gráficos. 6 FIG Representação ou criação, por meios não gráficos (som, palavras, símbolos, ideias etc.), de uma forma imaginária; configuração, construção, descrição, figuração. 7 Forma ou feitio de um objeto, especialmente o contorno, considerada pelas suas qualidades plásticas; design. 8 Figura de ornatos (para tecidos, vasos, decoração em geral etc.). 9 Plano ou projeto de objetos com finalidade técnica, industrial, científica, ornamental, arquitetônica etc.; esboço, planta, risco, traçado. 10 P US Idealização de um propósito ou objetivo qualquer; desígnio, intenção, plano (DESENHO..., 2018, não paginado).

Recentemente, Marques et al (2017) conseguiram ir mais além nas definições do termo desenho, mais especificamente o desenho técnico:

> Uma das formas mais comuns de comunicação gráfica é o desenho. No caso mais geral, um desenho pode ser entendido como uma representação gráfica de ideias, conceitos e entidades reais ou imaginárias. O desenho é, na verdade, uma das formas de comunicação mais antigas, que surgiu antes da comunicação verbal. De seguida são apresentadas as formas de representação gráfica mais frequentemente utilizadas nas diversas áreas, dando-se particular enfoque aos diferentes tipos de desenhos. De um modo simples e abrangente, pode dizer-se que os principais tipos de desenhos usados nas representações gráficas são o desenho artístico e o desenho técnico. Este último pode ser projetivo ou não-projetivo. As representações ortográficas e perspéticas [sic] são exemplos de desenhos técnicos projetivos. Por seu lado, esboços e diagramas concretizam desenhos técnicos não-projetivos (MARQUES et al, 2017, p.5).

É um equívoco reduzir a definição da Geometria Gráfica ao termo "desenho", mesmo quando associado a adjetivos que pouco explicam, tais como "desenho geométrico" ou

"desenho técnico". O desenho é apenas um dos meios pelos quais nos expressamos. A utilização do termo "desenho" para determinar quem somos, na verdade, nos presta um desserviço, porque nos enfraquece e nos limita como profissionais, transformando nossa identidade em algo extremamente simplista. Em última instância, a utilização do termo "desenho" para nos identificar contribui fortemente para o processo de desvalorização pelo qual passamos.

Tendo em vista toda essa reflexão, somaremos aqui as definições de Geometria dadas por Chaput (1954) e Costa (1996). O primeiro afirma que, "A Geometria é a ciência da extensão. O espaço é extenso sem interrupção e sem limite" (CHAPUT, 1954, p. 3). Já Costa nos diz que "Um objeto possui FORMA, FUNÇÃO e CONSTITUIÇÃO MATERIAL. A GEOMETRIA estuda apenas a FORMA do objeto, desvinculada dos outros dois fatores" (COSTA, 1996, p.14, grifo do autor). Caminhamos para o entendimento de que a Geometria Gráfica é uma ciência, uma "ciência da extensão" como diz Chaput, o que nos leva a compreensão da abrangência da Geometria para o estudo das formas, tanto bidimensionais como tridimensionais. Por conseguinte, a pessoa que trabalha com a Geometria Gráfica do ponto de vista científico é o geômetra.

A figura 1, nos mostra um quadro síntese da definição de quem somos e da relação da Geometria Gráfica com as outras áreas do conhecimento que trabalham com a Forma. Sendo uma ciência, a Geometria tem como seu objeto de estudo a Forma, desprovida de função e constituição material (COSTA, 1996). Essas formas são compostas por entes geométricos, a saber: ponto, linha, superfície e volume. Dessa maneira, o geômetra estuda a Forma analisando os elementos que a compõe, assim como a inter-relação entre esses elementos.

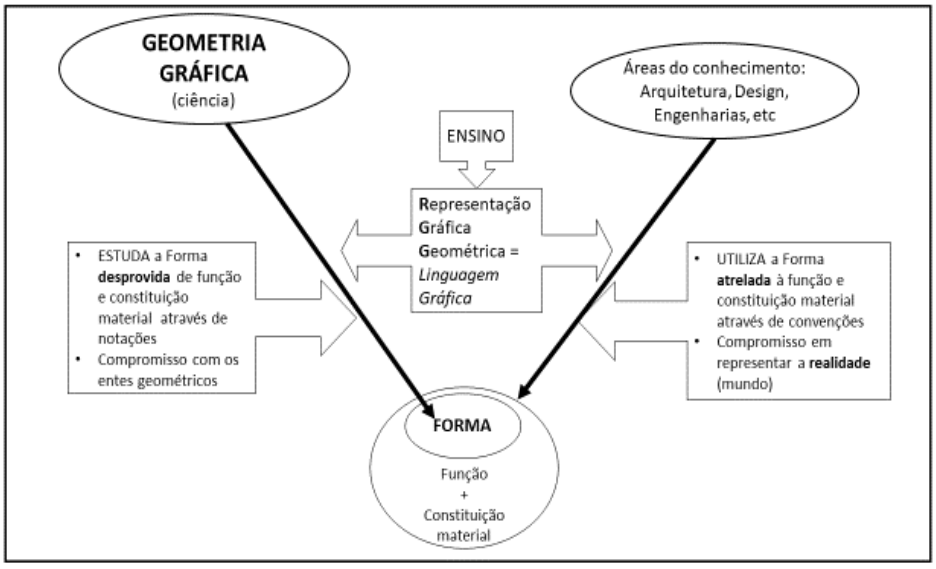


Figura 1 - Quadro síntese da definição de quem somos.
Fonte: (LOPES, CARNEIRO-DA-CUNHA, GUSMÃO, 2018)

Para estudar a Forma o geômetra necessita de um suporte gráfico (desenho ou meio digital) para representá-la. Tal representação chama-se Representação Gráfica Geométrica, que se constitui em uma linguagem gráfica, uma vez que serve como meio de comunicação para veicular as ideias a respeito da Forma.

Atualmente, no entanto, a Geometria Gráfica como ciência se encontra em um hiato. Acreditamos que isso ocorra porque tudo que foi formulado até hoje (postulados, teoremas,

etc.) ainda são suficientes para explicar e compreender a realidade vigente. Nesse ponto, o trabalho da Geometria Gráfica se limita ao ensino da linguagem gráfica para outras áreas do conhecimento que, por sua vez, precisam dela para representar e projetar as formas que utilizam. Em outas palavras, existem áreas do conhecimento, como a Arquitetura, o Design e as Engenharias de modo geral, que utilizam representações gráficas geométricas como produto de suas criações.

Gostaríamos de enfatizar que há aqui uma clara distinção entre o tratamento que cada uma dessas áreas dá à Forma. A Geometria Gráfica, como foi dito, estuda a Forma a partir dos elementos que a constituem com foco na sua conceituação, definição, caracterização e entendimento das relações existentes entre esses elementos, bem como das relações entre esses elementos e o espaço. A Geometria Gráfica requer, então, uma série de notações específicas que são necessárias para a criação de teorias sobre a Forma. Já a Arquitetura, o Design, as Engenharias, entres outras áreas, utilizam a Forma necessariamente atrelada a uma função e, consequentemente, a uma constituição material no intuito de representar, criar ou projetar a Forma em seus projetos. Além disso, a Forma para essas áreas está intrinsecamente compromissada com suas respectivas realidades, ou seja, as Formas são a representação de algo que já existe ou irá existir no mundo real. Para que isso ocorra, a representação gráfica deve obedecer a uma séria de convenções, propriedades, medidas, regras e padrões, fundamentados em sistemas de representação pré-estabelecidos pela Geometria Gráfica e que são comprometidos em representar a realidade. Cabe aqui, entretanto, fazer uma ressalva com relação à área do conhecimento das Artes, que também pode ser enquadrada como uma das áreas do conhecimento que utilizam e representam Formas. Porém, diferentemente das outras áreas já citadas, seu compromisso é com uma realidade subjetiva que depende inteiramente do artista.

Um desdobramento importante do entendimento do estado atual da Geometria Gráfica ocorre quando entendemos que estamos em parte adormecidos enquanto ciência. Por outro lado, enquanto Representação, a Geometria Gráfica tem evoluído através do ensino, tanto da linguagem gráfica, quanto das propriedades da Forma, de modo aplicado para outras áreas, sobretudo com a presença das tecnologias digitais, nos reduzindo, portanto, a apenas uma parte do que somos. Desse modo, fica mais fácil compreender o porquê dessa enorme dificuldade em definir nossa identidade, já que muitas vezes confundimos o que somos com o que fazemos. Em outras palavras, não raro, nos definimos apenas como uma linguagem ou, pior ainda, nos definimos apenas como um dos possíveis tipos de suporte gráfico, que é o desenho. Podemos assim perceber o quão limitante é hoje o nosso entendimento sobre nós mesmos.

2.2 O que fazemos? A Geometria Gráfica e o estudo da Forma

Ao longo da história, a humanidade desenvolveu diferentes formas de comunicação através de linguagens verbais e não verbais, sendo bastante difícil aprender todas as formas de linguagem para se comunicar. No entanto, as pessoas podem se comunicar eficazmente pela linguagem verbal do mesmo modo que pela não-verbal. Há pouco consenso sobre uma definição exata do que seria o termo linguagem, mas certamente a maioria dos estudos convergem no sentido de que a linguagem é um sistema baseado em regras de sinais.

Neste sentido, o termo linguagem é um sistema organizado por conteúdo (semântica), estrutura (sintaxe) e uso (pragmática), objetivando a transmissão e, consequente, o entendimento de algum tipo de conhecimento. Sendo assim, podemos dizer que linguagem é primariamente um meio de comunicação, que necessariamente requer a inserção em um contexto social (SAUSSURE, 1993). É por isso que uma comunicação eficaz requer uma compreensão e reconhecimento das conexões entre a linguagem e as pessoas que o utilizam. Partimos do entendimento de que linguagem é um sistema elaborado por um conjunto de signos socialmente entendidos, histórica e culturalmente (BENTO, 2013).

Nesta perspectiva, a representação gráfica geométrica é, para nós, uma linguagem gráfica. A linguagem gráfica é uma linguagem simbólica assim como a linguagem escrita. Todavia, diferentemente desta última, ela é representa formas através de pontos, linhas, superfícies e volumes. Dito isso, é importante salientar que a linguagem gráfica possui características peculiares e únicas porque gera uma representação (imagem) que está carregada de informações sobre a Forma a qual está representando. Dentre essas informações estão grandezas, posicionamento e outras propriedades da Forma. A linguagem gráfica encerra em si precisão, síntese e eficácia sobre as informações da forma, que de outro modo seriam quase impossíveis de serem comunicadas.

No entanto, uma vez sendo linguagem, é necessário que os sujeitos envolvidos no processo de comunicação, sejam alfabetizados em linguagem gráfica, para que o processo de expressão e interpretação gráfica ocorra sem perdas.

O desenho nunca foi nosso objetivo final, pois sempre foi um meio, já que o foco das nossas atividades não é o desenho e sim a Forma. O estudo da Forma é o nosso fim. Por muito tempo se utilizou o desenho como principal tipo de representação gráfica para estudar a Forma. Talvez por isso o meio e o fim tenham se confundido ao longo do caminho. Essa confusão torna-se ainda mais clara quando pensamos na seguinte cadeia: a Geometria Gráfica estuda a Forma através de um meio, que é a linguagem gráfica e, como linguagem, necessita de um meio de expressão, que são exatamente as representações gráficas geométricas. Historicamente o desenho foi, e ainda continua sendo, apenas o meio mais comum e democrático para nos expressarmos. Não se quer tirar, em hipótese alguma, a relevância que o desenho teve para a Geometria Gráfica. Contudo, a realidade futura pode requerer uma nova abordagem do entendimento e da representação da Forma, como seria o caminho natural da evolução das ciências e da produção do conhecimento.

Resumindo, respondendo de maneira mais objetiva e precisa à pergunta “o que fazemos? ”, entendemos que a resposta é: o estudo, o entendimento e a representação da Forma. Para estudar a Forma utilizamos a representação gráfica geométrica, que se constitui em um tipo de linguagem gráfica.

2.3 Para onde vamos? Contribuições da Geometria Gráfica para o estudo e ensino da Forma

O que se espera da Geometria Gráfica como ciência é que a partir do momento em que o mundo em que vivemos se modifique, surjam novas necessidades no pensar e no compreender a Forma, especialmente com o desenvolvimento da tecnologia, que vem possibilitando

operações ou visualizações antes inexequíveis. Atualmente, as representações gráficas geométricas podem se dar tanto por meio do suporte gráfico convencional (desenho), quanto por meio do suporte gráfico digital (softwares). Tal fato abre possibilidades sem precedentes para o estudo e para a representação da Forma, uma vez que a representação gráfica geométrica digital carrega não somente as informações geométricas que lhes são intrínsecas, mas também informações que vão além da questão geométrica, como por exemplo a representação de uma parede nos softwares paramétricos. Sendo assim, o estudo da Forma através do suporte gráfico digital oferece possibilidades de representação e de informações subjacentes ainda não exploradas em todo o seu potencial.

A linguagem gráfica teve durante muito tempo o desenho como principal suporte. Contudo, atualmente esse suporte também ocorre através da representação digital, com softwares gráficos. Atualmente, as tecnologias da informação e comunicação têm interferido positivamente, e cada vez mais, na área da representação gráfica.

A modelagem da informação e a fabricação digital aplicada à Forma se constituem em tecnologias e ferramentas usadas na modelagem e na fabricação dos objetos construídos, sejam estes voltados para a Arquitetura, o Design, a Engenharia ou qualquer outra área que tenha a Forma como objeto principal. A imersão no mundo das tecnologias contemporâneas de modelagem e de fabricação digital têm mudado o perfil dos profissionais que utilizam a Forma. No entanto, todas essas inovações ainda não estão sendo exploradas com relação à Geometria Gráfica como ciência. Acreditamos que a fabricação digital tem ainda muito a contribuir no pensar e estudar a Forma. Talvez esse seja um caminho importante para a Geometria Gráfica em um futuro bem próximo.

Nessa perspectiva, a modelagem e a fabricação digital surgem como meios para conceber, estudar, projetar e trabalhar a Forma nas mais diferentes áreas do conhecimento humano, promovendo assim o desenvolvimento de um pensamento inovador atrelado à tecnologia e influenciando definitivamente os processos de criação e produção da Forma. A consequência natural desse processo é que o papel do “desenho” do objeto construído (2D) passa a ser substituído pelo Modelo Digital (3D com informação pendurada) que incorpora conceitos de simulação computacional, essenciais para a busca da melhoria do desempenho do objeto construído.

Nas considerações do item 2.1 vimos que o desenho ainda é visto tanto como o processo, como o resultado (MICHAELIS, 2018; MARQUES et al, 2017). Porém, levando essa reflexão para o mundo digital e traçando um paralelo com essa primeira reflexão, temos que, quando se trata da representação gráfica geométrica digital, a Forma é representada não só pela linguagem gráfica, mas também por uma linguagem computacional e, nesse ponto, há uma fusão de duas linguagens. Atualmente, diversos softwares gráficos permitem a representação de formas sob essa ótica. Surge então o seguinte questionamento: estamos desenhando quando estamos representando uma forma em um software gráfico? Acreditamos, por tudo que ficou esclarecido sobre desenho, que não. E é exatamente nesse ponto que podemos perceber uma mudança no paradigma nos modos de representar a Forma, porque esses novos modos abrem novas janelas de reflexão. Por exemplo, estudamos teoricamente que a reta é infinita. No entanto, quando desenhamos a representação dessa reta em um papel, temos como limite a própria superfície do papel, podemos até fazer menção a infinitude dessa reta colocando setas nas suas extremidades. Já quando vamos representar

essa mesma reta em um software computacional como o *AutoCad* ou *Sketchup* podemos representá-la em toda sua infinitude. Consequentemente, a representação se aproxima da sua definição e isso é uma abordagem inovadora para a Geometria Gráfica como ciência.

3 Considerações finais

Como visto até aqui, a Geometria Gráfica é uma ciência. Nosso o objeto teórico e empírico de trabalho se constitui em um meio de aplicação para muitas outras áreas. Esse meio é a Linguagem Gráfica que representa a Forma, seja nas áreas de Arquitetura e Urbanismo, Artes, Design, Engenharias e Expressão Gráfica ou outras que utilizem a Forma como objeto. Como ciência, a Geometria Gráfica encontra-se em um estado adormecido porque seu desenvolvimento até aqui é suficiente para compreender a realidade vigente. Não obstante, a Geometria Gráfica – enquanto área de ensino que tem como foco a linguagem gráfica – está passando por um processo de modificação ocasionado pelas novas tecnologias digitais, que tem propiciado uma mudança de paradigma na questão da representação da Forma.

As tecnologias digitais instituíram possibilidades inovadoras de representar a Forma. Desencadeando, ao nosso ver, uma reflexão epistemológica, pois somos um veículo para muitas áreas. Desse modo, a linguagem gráfica utiliza algumas tecnologias de computação gráfica que têm permitido que Formas – antes inexequíveis por não possuírem representação amparada na Geometria Gráfica –sejam possíveis de serem representadas e executadas hoje em dia. Acreditamos, assim, que a Geometria Gráfica como ciência e como objeto do ensino é, e será sempre, alvo de uma constante inovação, assim como as tecnologias que a alimentam.

Como foi mencionado acima, muitas áreas do conhecimento utilizam a Geometria Gráfica como um meio. Contudo, embora colaborando com diversas áreas, não temos a oportunidade de nos debruçarmos sobre o nosso objeto teórico e empírico como deveríamos. Precisamos criar uma ambiência necessária para realizar estudos sobre a Forma em suas múltiplas variações e desdobramentos. Mas essa construção só será plena e possível quando alcançarmos algum tipo de consenso sobre quem somos, pois precisamos estabelecer, criar, condensar e fortificar nossa identidade como área específica do conhecimento humano. Logicamente, a pesquisa e o ensino nessa área contribuirão de maneira excepcional para esse processo. Até lá teremos uma identidade fragmentada e inserida em outras áreas de conhecimento.

Finalizando, podemos dizer que as três perguntas elencadas nesse texto se traduzem da seguinte maneira: “Quem somos?”, a Geometria Gráfica fica melhor entendida quando definida como uma ciência que se traduz em representações gráficas; “O que fazemos?“, os profissionais da área trabalham com a Forma, seja ela entendida como objeto de estudo ou como meio para representar graficamente formas geométricas, que são amplamente utilizadas em outras áreas do conhecimento humano; por fim, “Para onde vamos?”, esse questionamento permanece em aberto, ao nosso ver, sobretudo do ponto de vista epistemológico, uma vez que ainda não estão definidos os caminhos pelos quais a Geometria Gráfica terá que percorrer para se adequar e se estabelecer como área do conhecimento que trabalha a Forma nas suas mais variadas acepções. É imprescindível que nós, geômetras, façamos uma reflexão profunda sobre as possibilidades de caminhos futuros, caminhos que garantam a nossa sobrevivência como área de estudo e pesquisa com o risco de perdermos o lugar, mesmo que ainda frágil, que ocupamos.

Referências

BENTO, Alexandra. **Geometria Descritiva**: aprendizagem de uma nova linguagem. Dissertação (Mestrado). Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação. Curso de Ensino das Artes Visuais, 2013.

CHAPUT, FrèreIgnace. **Elementos de geometria**: contendo noções sobre as curvas usuais. Rio de Janeiro: F. Briguiet e Cia, 1954.

COSTA, M. D.; COSTA, A. P. de A. V. **Geometria gráfica tridimensional**: sistemas de representação. vol. 1. 3ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1996.

DESENHO. In: Michaelis: DICIONÁRIO brasileiro da língua portuguesa. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/desenho/>. Acesso em 19 set. 2018. Não paginado.

FÜRKOTTER, M.; MORELATTI, M. R. M. A geometria da tartaruga: uma introdução à linguagem LOGO. In: **Anais Simpósio de Matemática**, 4, 2009, Presidente Prudente, 2009. p. 1-29.

GARDNER, Howard. Inteligência Espacial. In: GARDNER, Howard (Org.). **Estruturas da mente**: a teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1994.

LOPES, A. V. F.; CARNEIRO DA CUNHA, M. W.; GUSMÃO, M. B. R. Quem Somos? Uma abordagem epistemológica sobre a geometria gráfica e suas práticas. **Revista Geometria Gráfica**, Recife, v. 2, n. 1, p. 5-24, 2018.

LORENZATO, S. **Por que não ensinar geometria? educação matemática em revista**. v. 3, n. 4, p. 3-13, 1995.

LORENZATO, S. **Educação infantil e percepção matemática**. Campinas: Autores Associados, 2006.

MARQUES, Filipe; FLORES, Paulo; SOUTO, Antônio P. **Desenho e representação gráfica**: introdução ao desenho técnico. Universidade do Minho Escola de Engenharia, Guimarães, 2017.

NASSER, L, et al. **Geometria segundo a teoria de van Hiele**. 3 ed. Instituto de Matemática/ UFRJ: Projeto Fundão, 2000.

PIAGET, J.; INHELDER, Bärbel. **A representação do espaço na criança**. Bernardina Machado de Albuquerque (Trad.). Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

SAUSSURE, F. **Saussure's Third Course of Lectures on General Linguistics (1910-1911) from the notebooks of Emile Constantin**. Komatsu, E.; Harris, R. (eds.). Oxford-New York-Seoul-Tokyo, Pergamon Press, 1993.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

CONSTRUINDO UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA TENDO COMO SUPORTE A INVESTIGAÇÃO E O DESENHO TÉCNICO

ANJOS, Telma Dias Silva dos[1]
PEREIRA, Tânia Regina Dias Silva[2]

Resumo

Este texto descreve uma atividade realizada com discentes de primeiro semestre do curso de Engenharia de Produção Civil da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, matriculados nas disciplinas Desenho Básico e Introdução a Engenharia de Produção. Nessa experiência, as docentes incentivaram as/os estudantes a pesquisarem assuntos relevantes para a sua formação e para a futura atuação profissional, tendo como objetivo principal investigar a representação gráfica através do Desenho Técnico, utilizando o ensino com pesquisa como prática pedagógica para a organização de ideias, a síntese dos conteúdos pesquisados, a emissão de opinião e o desenvolvimento da escrita. A investigação, realizada no decorrer do semestre letivo, proporcionou à maioria dos alunos uma postura mais participativa, tornando-os mais questionadores e autores do seu processo de aprendizagem, principalmente com relação à representação gráfica bi e tridimensional de objetos.

Palavras-chave: ensino com pesquisa; representação gráfica; engenharia; processos de aprendizagem.

Abstract

This text describes an activity that was carried out with first semester students of the Civil Production Engeneering course at Universidade do Estado da Bahia – UNEB, enrolled in the Basic Design and Introduction to Production Engineering subjects. In this experience, the professors encouraged the students to research subjects which were relevant to their training and future professional activity, with the main objective of investigating the graphic representation through the Technical Drawing, using teaching with research as a pedagogical practice for the organization of ideas, the synthesis of the contents researched, the issue of opinion and the development of writing. The research, carried out during the semester, gave the majority of the students a more participatory posture, making them question more and turning them into authors of their learning process, mainly regarding to the bi and three-dimensional graphic representation of objects.

Keywords: teaching with research; graphic representation; engineering; learningprocess.

[1] Universidade do Estado da Bahia - UNEB e telmadias@uneb.br
[2] Universidade do Estado da Bahia - UNEB e tanreg.uneb@gmail.com

1 Apresentando o texto

Para os discentes que ingressam no primeiro semestre da graduação, a divergência entre as práticas educativas utilizadas no ensino médio (preparação para o vestibular) e na universidade (preparação para a prática profissional e social) causa um grande impacto no seu processo de ensino e aprendizagem. Como exemplos podem ser citados a dificuldade em compreender a correlação que há entre os assuntos constantes nas diversas disciplinas, e a aplicação dos assuntos estudados durante a sua formação na futura profissão.

Buscando reduzir tais dificuldades, as docentes responsáveis pelos componentes Desenho Básico e Introdução à Engenharia de Produção realizaram uma experiência na qual os discentes pesquisaram edificações situadas em alguns estados das cinco regiões brasileiras e relacionaram essas obras com os assuntos ministrados nas duas matérias.

Na prática realizada, assuntos vinculados à engenharia e ao projeto serviram de base teórica para o estudo, e a representação gráfica (Desenho Técnico) demonstrou que, através do desenho é possível compreender a relação do todo com as partes, sendo esta reprodução suporte para projetos utilizados por profissionais como engenheiros, arquitetos, urbanistas e paisagistas.

O principal objetivo deste texto é descrever a experiência realizada, destacando a importância da representação gráfica e do Desenho Técnico, tendo o ensino com pesquisa como prática educativa para o bom desempenho dos discentes e das docentes durante o processo de ensino e aprendizado.

Para alcançar tal objetivo, foi realizado no item 2 um breve estudo sobre ensino com pesquisa, assunto fundamentado em Lampert (2008) e Demo (2009); e sobre representação gráfica e projeto, conteúdos baseados em Alves; Santos (2017) e Anjos; Pereira (2015). A experiência em sala foi relatada no item 3, o qual descreve a prática e faz a análise de uma das obras pesquisada pelos discentes, com base, principalmente, nos sites da Catolenews (2017) e SECOM/PB (2017). Por fim, as autoras tecem considerações sobre o resultado da experiência realizada.

2 Fundamentando o texto

A pesquisa na universidade é prática antiga, e diversos autores já a referenciaram, seja definindo-a, relacionando-a com o ensino ou estudando-a como uma das funções da universidade. Neste texto, ao referenciar sobre a pesquisa na universidade será aproveitado o estudo já realizado por Ernâni Lampert (2008), quando este cita os seguintes autores: Hoffmann (1985), Gonzáles (1986), Tójar Hurtado (1997) e Botey (1988).

Lampert (2008, p. 4), concorda com Hoffmann (1985) e defende que “a universidade deve ser organizada e estruturada para a vida moderna a fim de atender às principais funções: a pesquisa (buscando e organizando os conhecimentos) e o ensino (distribuindo conhecimentos)”. Com relação à aplicação, Lampert se fundamenta na pesquisa de Herrera Gonzáles (1986) e coloca que “a universidade não somente prepara para a vida profissional, mas também tem como missão a investigação, a busca de novas técnicas, novos produtos e novas aplicações”.

Ao citar as funções da universidade, Lampert menciona Botey (1988) que diz que a universidade tem dupla função: investigação e docência. Também concorda com Hurtado

(1997), e afirma que “a universidade, para desenvolver suas funções, precisa de pesquisa e de ensino. Na realidade, ambas as atribuições se encontram relacionadas e devem enriquecer e oferecer seu fruto à sociedade em que está inserida”.

Com relação à docência, ou à atuação dos professores, Pedro Demo acrescenta que é necessário trabalhar, além do conceito, a prática da pesquisa, transformando-a na didática central. “Os professores não se definem pela aula, mas pela competência em construir conhecimento [...] tendo como tarefa essencial diante dos alunos orientá-los a também construir conhecimento, desde a primeira hora” (DEMO, 2009, p. 3-4).

Comungando com as ideias dos autores supracitados, neste texto, o ensino com pesquisa é entendido como um processo que envolve professor e estudante em circunstâncias estimuladoras e desafiadoras com o propósito de formar pessoas críticas, transformadoras do ambiente circundante.

No tocante à representação gráfica e o projeto, esses acompanharam as transformações ocorridas no comportamento humano, bem como no desenvolvimento tecnológico, com relação ao processo construtivo e à forma de apresentação. A representação gráfica projetual utiliza dois métodos: o desenho à mão livre ou esboço e o desenho com o auxílio de instrumentos, que segue uma normatização e é representado através de escala.

Alves e Santos pontuam que, o Desenho Técnico, também chamado de normativo ou de precisão, se baseia nas modalidades “da Geometria Descritiva, do Desenho Geométrico, do universo Perspectivo e da Normatização. Esta conjuntura do Desenho se constitui no suporte gráfico para os projetos de Arquitetura, do Urbanismo, do Paisagismo, do Design e das Engenharias” (ALVES; SANTOS, 2017, p. 9).

Na prática descrita, foi utilizado o Desenho Técnico Projetivo, apresentado através das três vistas ortogonais (representação bidimensional de um objeto) e das perspectivas cavaleira e isométrica (representação tridimensional de um objeto). Para Anjos e Pereira (2015, p. 87), “Este tipo de representação gráfica é a mais utilizada pelo engenheiro, pois, na maioria dos trabalhos realizados em Engenharia, o sistema mais usado é o ortográfico, no qual, uma forma pode ser concebida através de vistas ortográficas e perspectivas”.

O texto aqui desenvolvido destaca a importância de trabalhar a teoria, através da investigação dos temas, e a prática, através das representações gráficas, para que o entendimento do conteúdo estudado se dê de maneira mais eficaz. Destaca-se que, quando a teoria é pesquisada a partir de uma situação concreta, compreende-se melhor os conceitos e conteúdos.

3 Desenhando a experiência

A turma era composta por quarenta e cinco discentes, divididos em onze grupos, os quais pesquisaram edificações situadas em estados das cinco regiões brasileiras e no Distrito Federal, destacando a importância dessas obras para a engenharia e para a sociedade, estudando, principalmente, os seguintes itens: relevância do projeto para a construção e para o funcionamento do empreendimento, sustentabilidade, mobilidade urbana, elementos construtivos e ambientais, entre outros aspectos.

No processo de investigação foram feitos estudos bibliográficos retirados de fontes impressas e digitais, as quais apresentaram, também, diversas representações gráficas (fotos,

ilustrações, desenhos); entrevistas; visitas às obras com localidades próximas. Além dessas atividades foram realizados os desenhos de vistas e perspectivas das obras escolhidas, parte delas ou de um objeto semelhante (em forma); e a apresentação dos resultados da pesquisa através de seminário.

Apesar de todas as equipes se destacarem na realização dos trabalhos, neste texto relataremos a investigação desenvolvida sobre o Centro de Convenções Poeta Ronaldo Cunha Lima, localizado na cidade de João Pessoa (PB). A escolha se deu devido à predominância de formas geométricas encontradas no empreendimento.

Esta obra é mais conhecida como Centro de Convenções de João Pessoa, e foi construído com a finalidade de promover o turismo de negócios e de eventos, impulsionando a economia, o desenvolvimento urbano da cidade, além de empregos para a população. O secretário dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Francisco Sarmento, ressaltou os cuidados com a preservação ambiental e garantiu “que todas as espécies de flores silvestres e árvores características do Litoral encontradas na área serão preservadas” (www.catolenews.com.br, 2017).

Quanto ao projeto construtivo, de acordo com o site da SECOM/PB (2017), a sua execução foi elaborada em cinco etapas, com o propósito de facilitar e dar celeridade à execução:

- Implantação e construção da área externa
- Construção do mirante
- Construção da área destinada à realização de feiras, exposições e eventos
- Construção do teatro
- Construção do Centro de Congressos

Nesse complexo, composto por quatro blocos, a forma circular foi bastante utilizada no projeto arquitetônico dos prédios, com exceção da torre do Mirante, cuja planta baixa tem o formato triangular. O texto dará ênfase à Torre do Mirante, por ter sido esse bloco o escolhido pela equipe para representar graficamente, conforme solicitação das docentes, através das vistas e das perspectivas.

A Figura 1 apresenta a vista espacial de todo o complexo pesquisado.

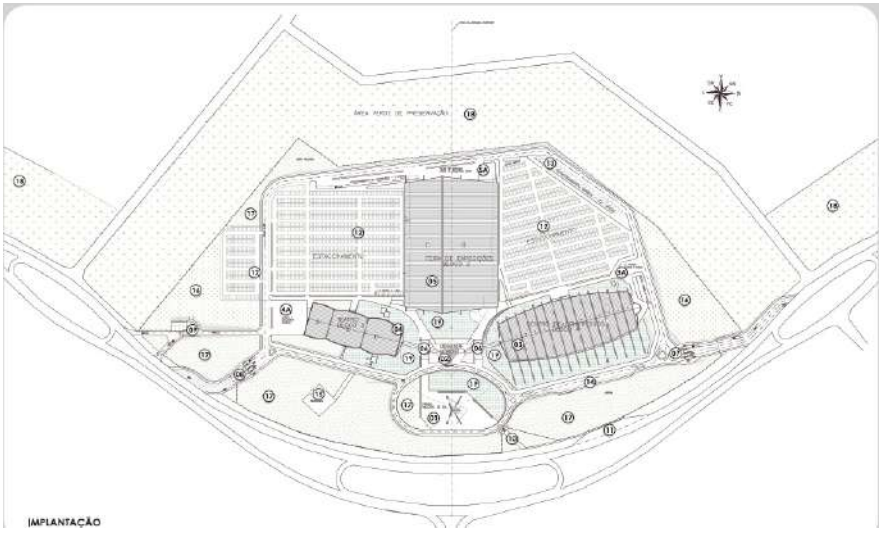


Figura 1 – Perspectiva e projeção horizontal do Centro de Convenções de João Pessoa.
Fonte: http://www.cecon.pb.gov.br/pt-br

A forma geométrica do mirante é um tronco de pirâmide invertido, tendo como figura das bases triângulos equiláteros em que o centro geométrico e um dos seus vértices estão posicionados no prolongamento do eixo da avenida perpendicular à rodovia, projetando-se em direção ao mar e a nascente do sol.

A forma triangular, com lados de 50m de comprimento, foi projetada sobre a rua de contorno e o espelho d'água da Praça do Relógio do Sol, apoiado em vigas curvas. "As vigas funcionam como "mãos" que seguram a laje por baixo e por cima, gerando piso e teto lisos. Os elementos das vigas em curva fazem referência aos demais blocos". (http://www.cecon.pb.gov.br/media/filer_public.). Ainda neste piso, a 7,5m de altura, está localizado um restaurante e, no vértice, sobre a Praça do Relógio, uma cascata com água bombeada do lago na qual esta cai.

A Figura 2 apresenta os elementos arquitetônicos da edificação.

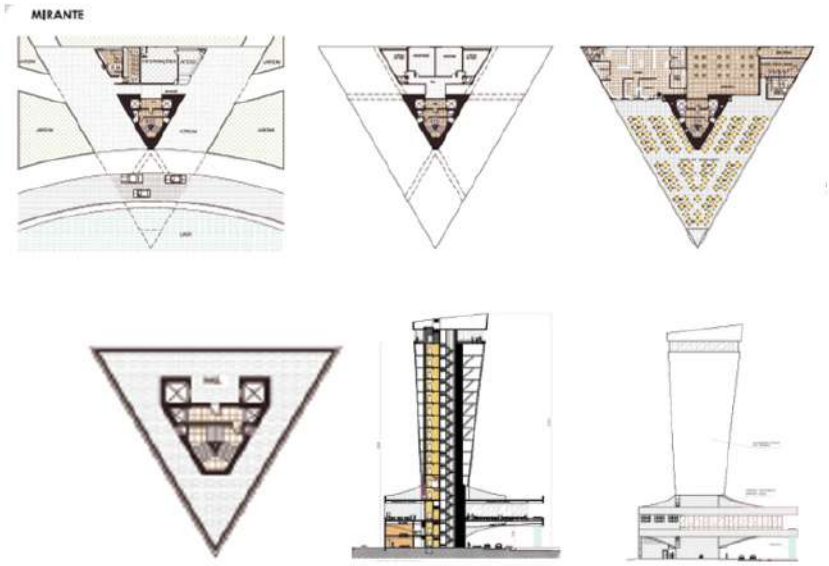


Figura 2 – Plantas baixas, corte e fachada do Mirante.
Fonte: http://www.cecon.pb.gov.br/pt-br

Além da pesquisa escrita, que abordou temas como sustentabilidade, mobilidade urbana, elementos construtivos e ambientais e a importância do projeto para a construção e para o funcionamento do empreendimento, os discentes representaram, através de vistas e perspectivas, parte da edificação ou um objeto com as mesmas formas geométricas da obra estudada.

Representando graficamente as figuras, os discentes puderam perceber que o Desenho Técnico tem como características a norma e a precisão e que, por meio de sua estruturação projetiva, esse "... possibilita a representação de ideias, soluções e detalhamentos, previstos em um determinado projeto, que é consolidado graficamente através de regras (normas, nomenclaturas e cotas) e procedimentos (projeções e vistas)" (ALVES; SANTOS, 2017, pág. 9).

A Figura 3 apresenta os desenhos feitos pelos estudantes, nos quais estão representados bi e tridimensionalmente um objeto 'semelhante' à edificação estudada pela equipe, sendo utilizadas as normas técnicas da ABNT. Na representação foram empregados os processos construtivos a mão livre ou esboço, e em seguida, com o auxílio do computador, mais precisamente o programa AutoCad.

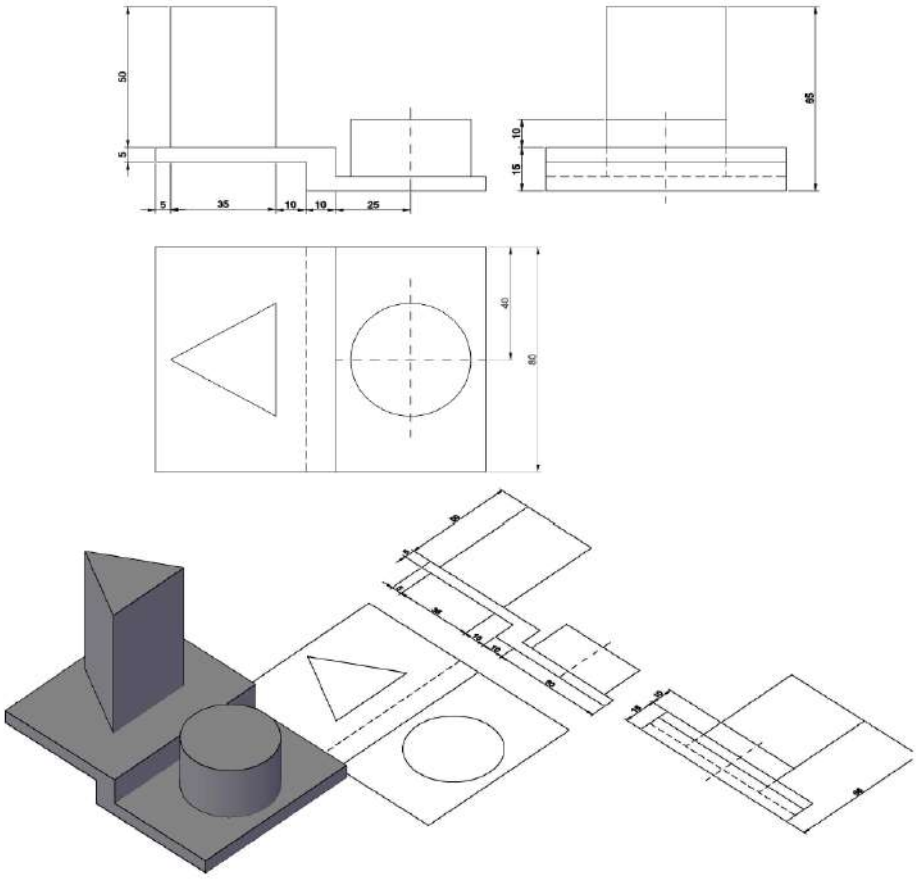


Figura 3 – Vistas e Perspectiva Isométrica do objeto.
Fonte: Desenho dos discentes (2017)

Como já citado, além do trabalho escrito e dos desenhos, as equipes também apresentaram a investigação através de um seminário, técnica que tem como objetivo incentivar as buscas e desafiar os limites do discente, tornando-o apto a realizar experimentos de impacto inovador.

A prática educativa utilizada demonstrou que as professoras assumiram o papel de mediadoras, e não detentoras do conhecimento, pois atuaram orientando e auxiliando os/

as estudantes na construção do seu conhecimento, proporcionando a sua autonomia e incentivando-o a construir um saber.

4 Encerrando o texto

A ideia de trabalhar juntas as duas disciplinas partiu da percepção que professores e discentes têm dificuldade de trabalhar os conteúdos estudados de maneira contextualizada, e o fazem como se as disciplinas não fizessem parte de uma mesma matriz curricular. Na maioria das vezes, a prática educativa utilizada pela(o) docente contribui para essa realidade.

A postura e a prática docente são fatores determinantes quando se trata de ensino e aprendizado. Percebendo a necessidade de mudar atitudes e técnicas, já há algum tempo as docentes vêm utilizando práticas educativas diferentes das chamadas tradicionais e nesta experiência ficou provado que a pesquisa proporciona ao estudante uma maior compreensão dos assuntos abordados em sala.

Durante todo o processo, as docentes orientaram as pesquisas feitas pelos discentes em fontes impressas (livros, revistas) e digitais (anais de eventos, sites, revistas eletrônicas), fizeram roteiros de entrevistas, selecionaram fotos, imagens e auxiliaram na escolha da figura a ser desenhada, tanto em croqui – a lápis – quanto no computador – AutoCad, corrigiram a escrita do texto e orientaram nos slides usados no seminário.

Ao final da atividade ficou evidenciado que, ao utilizar o ensino com pesquisa, docentes e discentes perceberam que essa prática de ensino desenvolve no aluno uma postura crítica, criativa e inovadora e no docente uma atitude questionadora diante das situações vivenciadas no dia a do dia da prática escolar.

Agradecimentos

A todas e todos os discentes que frequentaram as disciplinas DET 091 – Desenho Básico e ENG 001 – Introdução à Engenharia de Produção, que embarcaram nesta viagem e que chegaram ao destino trazendo na bagagem mais conhecimento e a certeza de um importante aprendizado.

Referências

ALVES, Maria da Conceição A.; SANTOS, Robérico Celso G. dos. Desenho: Comunicação e Expressão Gráfica. In: SANTOS, Robérico Celso G. dos; SILVA, Marcelo João A. da. (Orgs.). **Desenho: Abordagens, Concepções e Teorias**. Feira de Santana: UEFS, 2017, p.1-19.

ANJOS, Telma D. S; PEREIRA, Tânia R. D. S. Desenhando novos caminhos: uma prática com enfoque integrador em Engenharia de Produção Civil. In: SOARES, Sandra S.; MARTINS, Édiva de S.; MIRANDA, Dayse L. de. (Orgs.). **Problematização e produção criativa:** Ressignificando o ensino e a aprendizagem na universidade. Série Práxis e Docência Universitária. Salvador: EDUNEB, 2015. Vol. 4.

DEMO, Pedro. Qualidade e pesquisa na universidade. In: **Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Administração**. Vol. 1, nº. 1, p.52-64, Maio/2009.

EM JOÃO PESSOA - Maranhão assina ordem de serviço e Centro de Convenções Poeta Ronaldo Cunha Lima.Disponível em: <http://www.catolenews.com.br/plugins/p2_news/printarticle.php?p2_articleid=1965>. Acesso em: 15 mai. 2017.

LAMPERT, Ernâni. O ensino com pesquisa: realidade, desafios e perspectivas na universidade brasileira. In: **Linhas Críticas**. Vol. 14, nº. 26, Enero-Junio/2008. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

SECOM / PB. Centro de Convenções: construtora garante entrega de primeira etapa em março de 2012. Disponível em: <http://www.paraiba.com.br/2011/07/29/91447-centro-de-convencoes-construtora-garante-entrega-de-primeira-etapa-em-marco-de-2012>. Acesso em: 12 nov. 2018.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

SIMULAÇÃO DE MATERIAIS VIRTUAIS E PSEUDO-FÍSICOS NA ENGENHARIA: BAMBU

DA COSTA, Gleison Bruno[1],
FERREIRA, Luciana Patrícia[2]
SANTOS, Henrique Alves[3],

Resumo

Diante da crescente pressão pela busca e implementação de técnicas e materiais sustentáveis na construção civil, o interesse desta pesquisa é investigar o potencial dos softwares gráficos e paramétricos para testes virtuais em materiais. Um dos caminhos mais recentes trata da exploração de materiais virtuais ou pseudo–físicos que permitem o teste e variação das características de um material de modo a direcionar os esforços e conferir assertividade às pesquisas posteriores. A premissa deste projeto é a de prospectar as alternativas características do elemento bambu simulando um comportamento que combine, amplie e analise adequadamente características físicas e geométricas desejáveis do material. A metodologia se baseia no reconhecimento, exploração e documentação das características físicas e geométricas do material de modo a desenvolver um arcabouço de consulta e direcionamento de pesquisas, bem como explorar os limites do auxílio de softwares gráficos e paramétricos.
Palavras-chave: bambu; materiais; pseudo-físicos; softwares; sustentabilidade.

Abstract

Faced with the increasing pressure for the search and implementation of sustainable materials and techniques in civil construction, the interest of this research is to investigate the potential of graphic and parametric software for virtual testing in materials. One of the more recent paths is the exploration of virtual materials or pseudo-physicals that allow the testing and variation of the characteristics of a material in order to direct the efforts and assertiveness to the later researches. The premise of this project is to prospect the characteristic alternatives of the bamboo element simulating a behavior that combines, amplifies and adequately analyzes the desired physical and geometric characteristics of the material. The methodology is based on the recognition, exploration and documentation of the physical and geometric characteristics of the material in order to develop a framework for consultation and research direction, as well as exploring the limits of the aid of graphic and parametric software.
Keywords: bamboo; materials; pseudo-physical; softwares; sustainability.

[1]CEFET-MG – gleisongbc@gmail.com
[2]CEFET-MG – lupiferreira@cefetmg.br
[3]CEFET-MG – henriques13@live.com

1 Introdução

No atual cenário da construção civil, é possível identificar a emergente necessidade de criação e implementação de novas técnicas e materiais sustentáveis. É necessário avançar no desafio tecnológico, de desenvolver materiais ainda mais sofisticados e especializados bem como o de considerar o impacto ambiental da produção dos materiais Callister (2012, p. 9). Juntamente com o surgimento de materiais, é necessário inovar em testes que experimentem sua aplicabilidade com agilidade e eficácia.

Uma das vertentes deste tipo de trabalho é a simulação de materiais virtuais e pseudo-físicos, que permite a prospecção e testes desses materiais com o uso de softwares matemáticos e de engenharia. Conforme enuncia Piker (2011) a criação dos pseudo-materiais é feita de forma interativa, explorando melhorias qualitativas. Esta prospecção ocorre de maneira assertiva, ou seja, adequa-se conforme as necessidades de desempenho mecânico tendo em vista o emprego do material a ser simulado.

A premissa de simular de um pseudo-material a partir de elementos construtivos sustentáveis, nos levou ao desafio de analisar o bambu. Devido a seus proeminentes coeficientes mecânicos, o bambu se tornou cada vez mais recorrente na indústria construtiva como elemento estrutural e arquitetônico, recebendo a alcunha de “aço vegetal” Carbonari et al. (2017). Apesar de não haver nenhum concorrente no reino vegetal ao analisar sua resistência mecânica (MARÇAL,2008), esta gramínea apresenta grande variação em seus coeficientes mecânicos e uma dispersão de características desejáveis dentre as mais de 1250 espécies catalogadas.

Para a promoção da simulação e de testes por meio de softwares gráficos e paramétricos, o método utilizado será o Método dos Elementos Finitos (MEF), que segundo Teixeira (2003) é imprescindível para a prospecção de novos produtos na engenharia.

Desta forma, propomos criar, através de simulação, uma pseudo-espécie de bambu que reúna as características desejáveis das espécies mais documentadas, em uma só linhagem virtual. Este estudo corroboraria a utilização em larga escala deste material criado construtivo, pois aponta caminhos para seu uso e aprimoramento.

2 Revisão bibliográfica

Pseudo é um radical grego que indica que alguma coisa não é real. No âmbito da físico-química e do estudo de materiais, o termo é utilizado diante do comportamento inesperado ou errático de materiais: pseudo-elástico, pseudopolimorfo, pseudo-atomico-orbital, pseudo-unidimensional. O termo pseudo-físico no sentido tratado neste texto, tem relação com a conceituação de materiais avançados aplicados em alta tecnologia, significando que os mesmos funcionam utilizando princípios relativamente intrincados e sofisticados, ou materiais cujas propriedades foram aprimoradas.

Nestes estudos iniciais o material pseudo-físico em questão se trata de uma espécie de bambu virtual, com sua especulação direcionada para utilização na engenharia civil. Logo exploramos aprimoramento de sua capacidade de resistência à flexão, bem como ampliada capacidade de carga.

Membro da família *Poeceae,* o bambu possui mais de 1250 espécies catalogadas. Pode-se afirmar que sua utilização e história são condizentes com o número de indivíduos catalogados. Segundo Hidalgo-Lopez (2003) uma notável utilização histórica se faz presente

na utilização do bambu como parte constituinte na estrutura do 14-Bis, primeiro avião a realizar um voo tripulado perante a um grande número de pessoas, criado por Santos Dumont (1873-1932). Diferentes sociedades o utilizaram como alimento, elemento construtivo, paisagístico, constituinte de utensílios, ferramentas e móveis. Com a busca por materiais e métodos construtivos sustentáveis, esta gramínea recebeu protagonismo como elemento arquitetônico e estrutural, se popularizando de forma gradativa.

Segundo Ghavami (2006) a utilização estrutural se justifica diante de diversas características, como a baixa taxa energética de produção, adequando o material ao critério sustentável, o baixo peso específico, reduzindo custos e facilitando o manejo, além da forma tubular da gramínea, que garante adequação a estabilidade estrutural necessária aos esforços comuns provenientes de uma estrutura corretamente dimensionada.

O potencial deste emergente elemento construtivo como material virtual e pseudo-físico fundamenta-se em dois fatores: suas propriedades mecânicas desejáveis à construção civil e a dispersão das mesmas dentre as mais de 1250 espécies catalogadas. A criação de materiais virtuais de maneira interativa permite adequar e combinar os coeficientes mecânicos para o emprego desejado conforme nos assegura Piker (2011).

O estado de arte de análises físicas do bambu conta com coeficientes documentados suficientes para credenciá-lo como um objeto de estudo ideal de simulação gráfico- paramétrica. À medida em que as simulações se tornam objetos de estudo, decorrem possibilidades de combinações dos indicadores físicos catalogados em sucessivas variantes, de modo a prospectar diversas finalidades estruturais e construtivas.

3 Desenvolvimento do trabalho

3.1 Concepção do objeto de estudo

Com o intuito de investigar a realização das simulações em materiais virtuais e pseudo-físicos na engenharia, a metodologia utilizada foi embasada na criação de um material virtual e sua simulação em um software gráfico e paramétrico. O material trata-se de uma pseudo-espécie de bambu, denominada *Dendrocalamus ghavami*, que irá reunir, combinar e propor ampliação de características físicas e geométricas desejáveis para a construção civil, dispersas nas diversas espécies já catalogadas.

O primeiro passo para a concepção do objeto de estudo foi a coleta, na bibliografia, dos coeficientes mecânicos. Os coeficientes mecânicos levantados foram: módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson, módulo de cisalhamento, massa específica, resistência a tração e compressão, além da condutividade térmica. Estes indicadores mecânicos foram coletados a partir de espécies comuns no Brasil, segundo os estudos de referência, sendo elas:

Tabela 1 – Espécies utilizadas como referência para coleta de indicadores mecânicos.

Espécies				
Guadua angustifólia	Dendrocalamus giganteus	Bambusa tuldoides	Bambusa vulgaris	Phyliostachys aurea

Fonte: Os autores

Os coeficientes mecânicos foram obtidos segundo Cruz (2002); Colli et. al (2007); Mota et. al (2017); Longuinho (2006); Souza (2014); Ghavami e Marinho (2001); Brito et. al (2015); Rosa (2005) e Gonçalves et. al (2000). Como os testes são geralmente divididos entre as partes do colmo do bambu, como por exemplo, base sem nó, base com nó, topo, entre outras, o valor coletado foi uma média aritmética entre as mesmas. Essa escolha foi adotada, pois, por limitações do software utilizado o pseudo-material pôde ser modelado com os coeficientes atuando de maneira uniforme ao longo de todas as porções do modelo de simulação.

Ao prospectar os melhores coeficientes para a indústria da construção civil entre as espécies estudadas, o maior módulo de elasticidade foi escolhido, a fim de garantir menores deformações perante esforços. Para análise das resistências a tração e compressão, o maior módulo também foi prospectado ao idealizar a maior resistência possível a estes esforços para a pseudo-espécie. A fim de finalizar a escolha dos coeficientes mecânicos utilizados no objeto de estudo, a massa e o módulo de cisalhamento foram analisados. Buscando leveza para aplicações relacionadas à constituição de estruturas, buscou-se a menor massa específica, aliada ao maior módulo de cisalhamento. Para a prospecção do coeficiente de Poisson houve insuficiência de dados bibliográficos com apenas duas espécies utilizadas como referência.

3.2 Modelagem do objeto de estudo

Conforme exposto na subseção 3.1, estabelecida a estratégia de concepção do objeto de estudo, o modelo de simulação trata-se de um colmo de bambu da pseudo-espécie batizada como *Dendrocalamus ghavami.* Sua modelagem seguiu as características biológicas das espécies de bambu, como textura, divisão em colmos e maior espessura nas regiões que contem nós. As medidas expressas na tabela 2 foram prospectadas da espécie *Dendrocalamus giganteus*, para que o objeto de simulação responda aos esforços de maneira adequada a premissa da pesquisa. Já o pseudo-material foi inserido como material constituinte do objeto de estudo.

Tabela 2 – Medidas prospectadas para modelagem do objeto de estudo.

Diâmetro externo	Comprimento inter-colmo	Espessura de parede
79,87 mm	159,74mm	17,03 mm

Fonte: Os autores

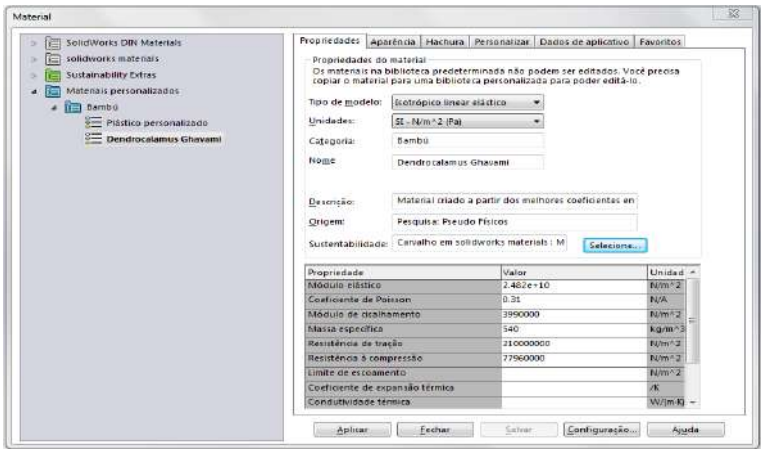


Figura 1 – Inserção do pseudo-material como material constituinte do objeto de estudo
Fonte: Os autores a partir de modelagem no software *Solidworks 2018*.

3.3 Testes mecânicos em ambiente virtual

Seguindo com a metodologia estabelecida, o teste mecânico de compressão em ambiente virtual foi rodado a partir da ferramenta *simulation*, do *SolidWorks 2018*. Para isso havíamos preparado uma modelagem realista do colmo de modo a setorizar seus elementos constitutivos, com o objetivo de aproximar a realidade geométrica e mecânica entre as porções colmo de bambu real, discretizadas na bibliografia de referência. Esta solução que revelou incompatível pelas limitações estabelecidas no software, foi substituída por um corpo de prova modelado a partir das médias geométricas para a realização do ensaio. Este foi estabelecido com diâmetro de 79,87mm, espessura de 17,03mm e uma altura de 159,74mm, e se baseou na norma colombiana NTC5525.

Figura 2 – Corpo de prova da pseudo-espécie *Dendrocalamus ghavami*
Fonte: Os autores a partir de modelagem no software *Solidworks 2018*.

Para a realização do teste virtual de compressão, destaca-se uma etapa prévia de calibragem de referência dos múltiplos coeficientes, utilizando relações teóricas, resultados empíricos obtidos em ensaios mecânicos e fórmulas teóricas descritivas com o objetivo de reconhecer o potencial do software e do material testado.

A partir deste teste pudemos constatar que o software considera todos os fatores como ideais para realização do ensaio. Isso implica que todos os ensaios virtuais realizados nesta pesquisa seguem a Lei de Hooke e suas relações consequentes, logo todas as deformações são perfeitamente elásticas para valores de pressões exercidas que não ultrapassem o limite de escoamento do material. Estas condições de contorno virtuais pressupõe a erradicação de falhas de montagem no experimento. A ferramenta gráfica utilizada é programada para considerar a fixação presente no corpo de prova como ideal e aplicação de pressão como constante e uniforme durante todo o andamento da análise.

A determinação da tensão de ruptura do corpo de prova foi realizada com base no fator de segurança (FOS), que é uma das saídas do ensaio. De acordo com uma descrição presente no próprio software, um fator de segurança menor do que 1 indica que o material falhou naquele local e um fator maior que 1 garante que o modelo de simulação não rompeu.

Ao iniciar o ensaio virtual, uma das faces do corpo de prova foi escolhida para implementação da fixação ideal. Na outra face, tensões de 25, 40, 60, 70 e 75MPa foram aplicadas para obtenção das respectivas deformações. Por fim, para a realização do ensaio, o software cria uma malha que envolve o corpo de prova, de modo a simular os nós e demais elementos discretizados do colmo, conforme exposto no referencial teórico.

Desta forma, a metodologia prospectou e combinou características físicas e geométricas através da concepção de uma pseudo-espécie de bambu, que foi submetida a um teste mecânico em ambiente virtual para determinação de sua resistência à compressão.

3.4 Resultados

Os resultados da coleta dos coeficientes mecânicos de cada espécie analisada segundo os autores referenciados na metodologia estão presentes nas seguintes tabelas:

Tabela 3 - Coeficientes mecânicos inerentes às respectivas espécies de bambu segundo os autores referenciados.

Espécie	Módulo de elasticidade	Coeficiente de poisson	Resistência à tração	Resistência à compressão
Guadua angustifólia	14,59 GPa	0,30	86,96 MPa	29,48 MPa
Dendrocalamus giganteus	21,04 GPa	0,31	139,76 MPa	74,21 Mpa
Bambusa tuldoides	23,89 MPa	-	110,00 MPa	25,88 MPa
Bambusa vulgaris	13,09 MPa	-	126,00 MPa	49,36 MPa
Phyliostachys aurea	24,82 GPa	-	210,40 MPa	69,28 MPa

Fonte: Os autores a partir de Ghavami e Marinho (2001); Mota et. al. (2017) ; Cruz (2002); Longuinho (2006); Souza (2014); Brito et. al (2015); Rosa (2005) e Gonçalves et. al. (2000).

Tabela 4 – Demais coeficientes mecânicos inerentes às respectivas espécies de bambu segundo os autores referenciados.

Espécie	Massa específica	Módulo de cisalhamento
Guadua angustifólia	740 kg/m^3	2,07 MPa
Dendrocalamus giganteus	740 kg/m^3	3,47 MPa
Bambusa tuldoides	504 kg/m^3	-
Bambusa vulgaris	740 kg/m^3	-
Phyliostachys aurea	808 kg/m^3	3,99 MPa

Fonte: Os autores a partir de Ghavami e Marinho (2001); MOTA et. al. (2017) ; Cruz (2002); Longuinho (2006); Souza (2014); Brito et. al (2015); Rosa (2005) e Gonçalves et. al. (2000).

O coeficiente de condutividade térmica, obtido de forma indireta segundo o módulo presente na madeira, foi de 0,064 W/m.K. Por conseguinte, os coeficientes presentes no material virtual foram:

Tabela 5 - Coeficientes mecânicos inerentes à espécie de bambu *Dendrocalamus ghavami*

Espécie	Módulo de elasticidade	Coeficiente de poisson	Resistência à tração	Resistência à compressão
Dendrocalamus ghavami	24,82 GPa	0,31	210,40 MPa	74,21 MPa

Fonte: Os autores.

Tabela 6 – Demais coeficientes mecânicos inerentes à espécie de bambu *Dendrocalamus ghavami*

Espécie	Massa específica	Módulo de cisalhamento	Condutividade Térmica
Dendrocalamus ghavami	504 kg/m^3	3,99 MPa	0,064 W/m.K

Fonte: Os autores a partir de dados próprios.

O resultado obtido com a concepção do objeto de estudo foi satisfatório, considerando seu objetivo de analisar e compilar as melhores características mecânicas para a indústria construtiva. Uma relevante comparação pode ser realizada ao analisar os coeficientes adotados para a espécie *Dendrocalamus ghavami* e os aços CA-25, CA-50, CA-60 e o concreto C40.

Tabela 7 – Comparação entre os coeficientes dos aços mais comuns usados na construção civil e a pseudo espécie criada

Coeficientes	*Dendrocalamus ghavami*	CA-25	CA-50	CA-60	Concreto C40
Módulo de elasticidade	24,82 GPa	210 GPa	210 GPa	210 GPa	5,6 GPa
Coeficiente de Poisson	0,31	0,28	0,28	0,28	0,20
Resistência à tração	210,40 MPa	250 MPa	500 MPa	600 MPa	28 MPa
Resistência à compressão	74,00MPa	25 MPa	50 MPa	60 MPa	40 MPa
Massa específica	504 kg/m³	7800 kg/m³	7800 kg/m³	7800 kg/m³	2400 kg/m³
Modulo de cisalhamento	3,99 MPa	79 GPa	79 GPa	79 GPa	12 MPa

Fonte: Os autores a partir da base de coeficientes do software *Solidworks* 2018.

Como visto na tabela acima, a pseudo-espécie *Dendrocalamus ghavami* apresenta uma resistência à tração próxima ao do aço CA 25 e bem abaixo dos outros exemplos. Entretanto, por apresentar baixa massa específica e uma superior resistência à compressão, a pseudo-espécie pode ser considerada como um aço vegetal.

A maior vantagem da pseudo-espécie na construção civil está no seu balanço de resistências, já que apresenta resistência à compressão equivalente à de concretos de alta resistência e ao mesmo tempo em resistência à tração considerável, próximo a do aço, tudo isso com uma massa específica de apenas 504 kg/m³, o que reduz em muito o peso próprio da estrutura.

Figura 3 - Colmos de bambu da espécie *Dendrocalamus ghavami* modelados utilizando SolidWorks
Fonte: os autores a partir de modelagens próprias no software Solidworks 2018.

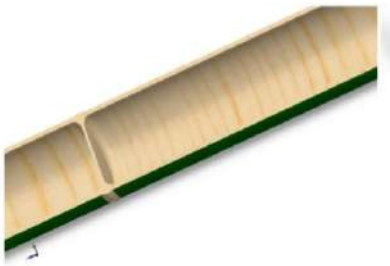


Figura 4 - Colmos de bambu da espécie *Dendrocalamus ghavami* modelados utilizando SolidWorks
Fonte: os autores a partir de modelagens próprias no software Solidworks 2018.

Sua modelagem, realizada conforme exposto no desenvolvimento do trabalho, pode ser contemplada nas figuras 3 e 4, sendo que o resultado obtido foi considerado satisfatório, pela proximidade visual com um colmo de bambu real, contendo as especificidades físicas relacionadas à biologia da espécie simulada e os coeficientes mecânicos supracitados.

O resultado obtido pelo teste de compressão em ambiente virtual resultou em uma resistência à compressão de 74 MPa. Este valor foi obtido observando o módulo de aplicação de força que proporcionou o surgimento de valores menores que 1, de forma significativa, para o fator de segurança (FOS) do corpo de prova. Como enunciado pela ferramenta *simulation* do software *SolidWorks* um fator de segurança menor do que 1 indica que o material falhou naquele local e um fator maior que 1 garante a que o modelo de simulação não rompeu.

Utilizando o resultado supracitado, uma comparação pode ser realizada, relacionando o resultado obtido no teste de resistência à compressão pela espécie *Dendrocalamus ghavami*, com as demais espécies estudadas nesta pesquisa. Na comparação percentual abaixo, o valor obtido pela pseudo-espécie foi adotado como 100%, e os valores relacionados às demais espécies foram convertidos em porcentagens com base no valor adotado total.

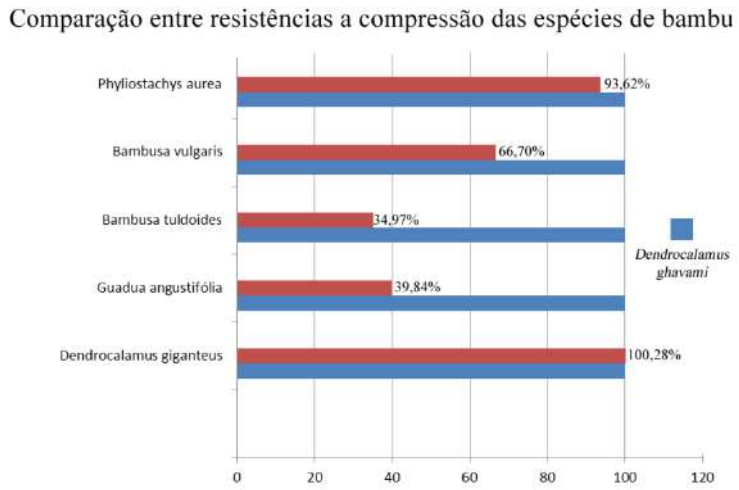


Figura 5 – Comparação entre resistências à compressão das espécies de bambu.
Fonte: Os autores a partir de dados próprios.

4 Conclusão

Consoante com a demanda por materiais construtivos cada vez mais especializados e sustentáveis na construção civil, esta pesquisa realizou a concepção, modelagem e simulações de um material virtual e pseudo-físico com características desejáveis para a construção civil, por ora dispersas entre diversas espécies de bambu.

Foi possível atestar que a simulação de materiais virtuais e pseudo-físicos através de softwares tem validade como ferramenta para a prospecção de materiais avançados, já que abarca a fase concepção e testes em materiais que ainda não foram criados no mundo físico de maneira cada vez mais avançada, através dos modelos de simulação e seu escopo de entrada e saída.

Ao analisar especificamente a concepção, modelagem e testes mecânicos realizados na pseudo-espécie *Dendrocalamus ghavami*, observou-se que esta foi uma interessante premissa, pois

possibilitou avanços na modelagem de elementos biológicos em softwares gráficos e demonstrou o excelente potencial deste material virtual como elemento construtivo através da comparação com o aço. Além disso, foi possível investigar este novo tipo de material de maneira quantitativa ao analisar seus resultados frente a aplicação de tensões nas simulações mecânicas.

Por fim, destaca-se o caráter norteador e fomentador de futuras pesquisas que se interessem pela criação do pseudo-material estudado, visto que houve conclusões positivas quanto ao objeto de estudo concebido perante as premissas apresentadas, atestando relevância da metodologia utilizada na pesquisa.

Acreditando que esta pesquisa é apenas uma etapa inicial na busca por soluções virtuais, gráficas e numéricas que simulem novos materiais, pode-se evidenciar a propensão para o estudo e concepção de softwares que considerem e permitam cada vez mais variáveis ao modelar interações físico-químicas entre materiais, de modo a especular assertivamente a respeito de seu desempenho construtivo e estrutural.

Referências

BRITO, Flávia Maria Silva et al . **Caracterização Anatômica e Física do Bambu Gigante (Dendrocalamus giganteus Munro)**. Floresta Ambient., Seropédica , v. 22, n. 4, p. 559-566, Dec. 2015 Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-80872015000400559&lng=en&nrm=iso>. access on 17 Feb. 2019. Epub Oct 23, 2015

CALLISTER JR., W. D.; RETHWISCH, D. G**. Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma Introdução.** 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

CARBONARI, G.; SILVA JÚNIOR, N. M. da; PEDROSA, N.H; ABE, C. M.; SCHOLTZ, M. F.; ACOSTA, C. C. V.; CARBONARI, L. T. – **O aço vegetal.** Mix Sustentável, Florianópolis, v.3, n.1, p. 17-25, 2017.

COLLI, A.; NASCIMENTO, A. M. N.; XAVIER, L. M.; RUBIM, I. B. - **Propriedades físico-mecânicas e preservação, com boro e tanino, do Bambusa tuldoides (Munro).** Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p. 56 - 64, 2007.

CRUZ, Martha Lissette Sánchez. **Caracterização física e mecânica de colmos inteiros do bambu da espécie Phyllostachys aurea: Comportamento à flambagem**. 2002. 52f. Tese (Mestrado). - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

GHAVAMI, K. **Madeira ecológica para habitações de baixo custo.** SEMINÁRIO NACIONAL DE BAMBU, ANAIS, UnB, Brasília, DF, p. 111-123, 2006.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A.B. **Determinação das propriedades dos bambus das espécies: Mosó, Matake, Guadua angustifolia, Guadua tagoara e Dendrocalamus giganteus para utilização na engenharia**. 1. ed. Rio de Janeiro: RMNC do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio, 2001. 53p.

GHAVAMI, K.; MARINHO, AB.. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie Guadua Angustifolia**. Rev. bras. eng. agríc.ambient., Campina Grande , v. 9, n. 1, p. 107-114, Mar. 2005.

GONÇALVES, M. T. T.; PEREIRA, M. A. R.; GONÇALVES, C. D. **Ensaios de resistência mecânica em peças laminadas de bambu**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, FORTALEZA, CE, 2000, 3p.

HIDALGO-LÓPEZ, **O. Bamboo: The gift of the gods**. Colombia: D'Vinni Ltda, Part 4. 2003. p.142-153.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. **NTC 5525: Informação e documentação: Referências**. Bogotá, p. 12. 2007.

LONGUINHO, Bruno Moreira. **Estudo das propriedades mecânicas do bambu** 2006. 6f. Relatório. – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

MARÇAL, Vitor Hugo Silva. **Uso do bambu na construção civil.** 2008. 60f. Monografia (Projeto final) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MOTA, I. de O.; PEREIRA, M. de A.; DAMACENA, P. C.; SANTOS L. C. B. dos – **Estudo das propriedades físicas e mecânicas do bambu brasileiro (Bambusa vulgaris vittata) para a aplicação na construção de sistemas hidráulicos alternativos de distribuição de água à baixa pressão**. REA – Revista de estudos ambientais. Blumenau, v.19, n. 1, p.18-26, 2017.

PIKER, Daniel. **Pseudo-Physical Materials**, 28 maio 2011. Space Symmetry Structure.

Disponível em: <https://spacesymmetrystructure.wordpress.com/2011/05/18/pseudo-physical-materials/>. Acesso em 08 fev. 2019.

ROSA, Carolina Coelho da. **Análise experimental das propriedades dinâmicas dos bambus das espécies guadua, dendrocalamus e aurea.** 2005. 98f. Tese (Mestrado). - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SOUZA, Andressa Martinelli de. **Os diversos usos do bambu na construção civil.** 2014. 103f. Monografia – Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão 2014.

TEIXEIRA, Fabio Goncalves. **Modelamento paramétrico e geração de malha em superfícies para aplicações em engenharia.** 2003. 145f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

INCLUSÃO DO USUÁRIO NA FASE INICIAL E FINAL DE UM SISTEMA DE WAYFINDING: UM ESTUDO PARA A BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins[1],
ANDRADE, Andrea Faria[2],
COELHO, Laureen Nathali Rousis[3].

Resumo

Para Bins, Dischinger e Mattos (2002), a orientação espacial no sentido de movimento orientado (*Wayfinding*), trata de como os indivíduos se deslocam nos ambientes ou como encontram seu destino, mesmo estando em um espaço desconhecido. Isto é um processo cognitivo que envolve a habilidade ou capacidade de situar-se ou deslocar-se em um determinado lugar, e depende tanto das informações contidas no ambiente quanto da habilidade do indivíduo em perceber e tratar estas informações. O trabalho apresentado neste artigo se refere a um projeto concebido para um Trabalho de Conclusão de Curso, no qual o objetivo foi envolver o usuário na etapa de pré-concepção e na fase final do projeto de um Sistema de *Wayfinding* para a Biblioteca da Universidade. Para a fase inicial do projeto, as necessidades dos usuários foram identificadas a partir da aplicação de um questionário que apontou para um nível de dificuldade significativo dos mesmos para encontrar o material e se orientar no ambiente com base na sinalização existente. Para a avaliação do sistema criado, foi desenvolvido um protótipo a partir de um modelo tridimensional do ambiente e através de imagens interativas em 360 graus de cada pavimento, que se mostraram eficazes no processo de avaliação.

Palavras-chave: *Wayfinding*, Sistema de Sinalização, Ergonomia Informacional.

Abstract

For Bins, Dischinger and Mattos (2002), the spatial orientation in the sense of oriented movement (*Wayfinding*), deals with how individuals move in environments or how they find their destination, even being in an unknown space. This is a cognitive process that involves the ability to situate or move in a particular place, and depends both on the information contained in the environment and on the individual's ability to perceive and treat this information. The work presented refers to a project designed for a Course Completion Work, in which the objective was to involve the user in the pre-design stage and in the final of the design of a *Wayfinding* System for the University Library. For the initial of the project, users' needs were identified through the application of a questionnaire that pointed to a significant level of difficulty in finding the material and orienting itself in the environment based on existing signaling. For the evaluation of the system created, a prototype was developed from a three-dimensional model of the environment and through 360-degree interactive images of each floor, which proved to be effective in the evaluation process.

Keywords: Wayfinding, Signaling System, Informational Ergonomics.

[1] Universidade Federal do Paraná, babi.eg@ufpr.br
[2] Universidade Federal do Paraná, afariandrade@gmail.com
[3] Universidade Federal do Paraná, laureencoelho@gmail.com

1 Introdução

Um sistema de *Wayfinding* tem a função de orientar as pessoas em um determinado ambiente. Essas informações de orientação devem estar em pontos estratégicos do espaço para levar os indivíduos às direções corretas (GIBSON, 2009).

Para percorrer um ambiente é necessário que o indivíduo saiba onde está e para onde pretende ir. Se esta pessoa já tem um conhecimento prévio do local em questão, será mais fácil de entender o destino e percorrer através de pontos de referência existentes. Trata-se de um processo cognitivo que envolve a habilidade ou capacidade de situar-se ou deslocar-se em um determinado lugar, e depende tanto das informações contidas no ambiente quanto da habilidade do indivíduo em perceber e tratar estas informações.

A Ergonomia Moderna considera relevantes os sistemas onde há o predomínio dos aspectos sensoriais relacionados à percepção e ao processamento de informações, além da tomada de decisões dos usuários (*IIDA*, 2005). Nesse aspecto, são necessárias pesquisas relacionadas à ergonomia e usabilidade de sistemas de informação para que projetos utilizando as técnicas de *Wayfinding* sejam factíveis de implementação.

Desta forma, o presente trabalho se refere a um projeto concebido para um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Curso de Bacharelado em Expressão Gráfica, da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, Brasil, cujo objetivo foi o de envolver o usuário na etapa de pré-concepção e na fase final do projeto de um Sistema de *Wayfinding* para a Biblioteca de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Paraná (BCT-UFPR). Além disso, o trabalho proporcionou à aluna que desenvolveu o mesmo, aplicar os conceitos apreendidos em varias disciplinas do Curso em um contexto de concepção de Projeto em função de uma demanda real. O projeto envolveu conceitos vistos nas disciplinas de Elementos Compositivos de Projeto I e II, Fundamentos de Ergonomia, Desenho Técnico, Prototipagem I, Técnicas de Representações Digitais 3D, Modelagem 3D e Desenho de Pictogramas.

2 Desenvolvimento do trabalho

A pesquisa seguiu as seguintes etapas, que serão descritas na sequência: análise do objeto de estudo por meio de questionário aplicado aos usuários da biblioteca e visita ao local para a identificação do sistema de sinalização existente; projeto de um sistema de *Wayfinding*, e; avaliação da proposta de aplicação com os usuários da Biblioteca.

2.1 Análise do objeto de estudo e necessidades dos usuários

A Biblioteca de Ciência e Tecnologia (BCT) está situada no Campus Centro Politécnica em Curitiba-PR, Brasil, ocupando aproximadamente 3.000m², subdivididos em três andares. Dispõem de elevadores de passageiros, banheiros, móveis planejados, salas, mesas e cabines individuais para estudo. O espaço entre os corredores das estantes são padronizados obedecendo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR9050 (ABNT, 2015). A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 9050 define os aspectos relacionados às condições de acessibilidade no meio urbano.

As áreas abrangidas do acervo da BCT são: Arquitetura e Urbanismo; Física; Geografia; Geologia; Geomática; Estatística; Engenharias (Ambiental, de Bioprocessos e Biotecnologia,

Cartográfica, Civil, Elétrica, Mecânica, Produção e Química), Matemática, Matemática Industrial, Química e Ciência da Computação.

Para analisar o sistema de sinalização existente foram fotografados alguns ambientes a fim de descrever o processo pelo qual um usuário segue na busca de um livro no acervo ou outros elementos do local. Com o propósito de observar as principais dificuldades dos usuários em relação ao sistema de sinalização existente, foi aplicado um questionário disponível no Google Formulários, com questões relacionadas *às* dificuldades de localização de materiais do acervo e demais elementos presentes na Biblioteca.

2.2 Projeto do sistema de *Wayfinding* para a BCT

O *Wayfinding* é um conjunto de elementos urbanísticos (nomes de ruas, número de residências, sinais indicativos e outros) que permitem ao usuário a se orientar e locomover pela cidade (*LYNCH*, 1960). O autor comenta que o sistema de *Wayfinding* refere-se ao processo de formar uma imagem mental do ambiente em um indivíduo, baseado em sensação e memória. Com base neste conceito, o *Wayfinding* requer empatia com os usuários para compreender os ambientes e interpretar a informação. O resultado é um ambiente com informação organizada, clara e objetiva, sem percursos confusos para o usuário.

Além disso, o estilo de sinalização a ser adotado, tem na arquitetura o caminho para a concepção do projeto (*CHAMMA* e PASTORELO, 2008). Nela podem-se tirar referências para criar o modelo das placas, totens, adesivos, proporções, cores, tipografia, símbolos e o local onde deverá ser instalado. Em outras palavras, o conceito a ser seguido na elaboração de um projeto de sinalização é o de completar a arquitetura.

Nesse sentido, para desenvolver um sistema de informação de *Wayfinding* é preciso elaborar uma identidade visual para o ambiente. Dessa forma, o sistema de *wayfinding* concebido foi pensado levando em consideração às necessidades dos usuários, e à criação de uma identidade visual para o ambiente, levando em consideração as considerações de Raposo, (2008), que considera relevantes quatro principais elementos gráficos para a concepção de uma identidade visual, sendo elas: logo, símbolo, cor e tipografia. O escopo deste trabalho não envolveu o desenvolvimento de uma logo, considerando apenas os demais elementos

2.3 Avaliação do sistema de *Wayfinding* com os usuários da Biblioteca BCT

A usabilidade é usada para identificar a facilidade que as pessoas têm ao utilizar um dispositivo ao realizar uma atividade. Trata-se de uma apropriação, onde o usuário adequa o dispositivo à atividade. A principal característica para uma usabilidade eficaz pelo indivíduo envolve a facilidade de acesso e aprendizado, e, ao uso eficiente da ferramenta com ou não a ocorrência de erros.

Neste estudo, a usabilidade está associada *à* um sistema de informação de *Wayfinding* que facilite a busca aos materiais do acervo da biblioteca, bem como os outros elementos presentes no local.

Como o sistema criado não pôde ser executado fisicamente, para a sua validação, foi desenvolvido um protótipo a partir de um modelo tridimensional da Biblioteca, semelhante à realidade, sendo este utilizado com os usuários. Além disso, realizou-se um tour virtual interativo com os usuários, usando imagens panorâmicas da biblioteca em 360 graus e imagens renderizadas que mostravam a aplicação do sistema proposto obtidas a partir da modelagem realizada.

3 Resultados

Como comentado, para a fase inicial do projeto, as necessidades dos usuários foram identificadas a partir da aplicação de um questionário, que foram respondidos por 112 usuários de 28 cursos diferentes. Os resultados apontaram para um nível de dificuldade significativo dos usuários para encontrar o material e se direcionar no ambiente com base na sinalização existente. Observou-se que 70,5% das respostas convergiram para um nível de dificuldade mediano *à* muito alto no processo de busca de um material na biblioteca. Além disso, mais de 60% apontaram para um nível alto de tempo despendido na busca e de complexidade de se orientar no local pela primeira vez.

A partir destes resultados, partiu-se para a concepção de um sistema de *Wayfinding* cujo principal objetivo foi o de facilitar o acesso pelos usuários ao acervo e outros elementos presentes na BCT.

3.1 Projeto do sistema de *Wayfinding* para a BCT

A primeira etapa do projeto foi a concepção dos símbolos, ou pictogramas. O termo pictograma é empregado nesse trabalho para representar a simbologia gráfica encontrada em sistemas de sinalização informativa e turística, nos quais são adotados para representar símbolos que possuem semelhança com o objeto, ou conceito, referente.

Para cada uma das áreas atendidas por prateleira e elementos identificados no local, foi elaborado um pictograma a fim de atender a necessidade de se comunicar graficamente com os usuários da biblioteca. O pensamento é visual, e essas reflexões contribuem para entendermos o processo mental no reconhecimento das formas, e que estas por sua vez, são armazenadas em nossa memória conforme nossas experiências no “fluxo contínuo” do tempo (ARNHEIM, 2011).

Esses pictogramas foram feitos baseados na simplificação e na Pregnância da Forma (*Gestalt*), uma vez que esta está relacionada *à* sua fácil compreensão, leitura e identificação de uma composição visual. Quanto maior a Pregnância, maior será o nível de entendimento da leitura da forma (ANDRADE, 2014; GOMES FILHO, 2009; SCHERER, 2012). Os pictogramas referentes a sanitários e elevador foram utilizados da AIGA (*American Institute of Graphic Arts*), uma vez que são de reconhecimento internacional.

Um questionário online foi aplicado aos usuários da BCT-UFPR com o intuito de avaliar a usabilidade e compreensibilidade desses pictogramas. O questionário continha a imagem do pictograma e o nome da sua respectiva área. Obteve-se 70 respostas de alunos dos mais variados cursos do Campus Centro Politécnico da UFPR.

Todos os pictogramas obtiveram mais de 84,3% de avaliação positiva. O ícone que apresentou menor porcentagem de compreensão foi o de Ciência da Computação. Este obteve 68,6% de compreensão. Os usuários referentes ao 31,4% de avaliação negativa salientaram que este símbolo quando associado com o nome da área de referência, torna-se mais fácil de interpretar.

A segunda etapa do projeto foi *à* definição das cores para o sistema de *Wayfinding*. Cada área das prateleiras foi setorizada a partir do uso de cores, de modo a facilitar a busca dos livros pelos usuários. O uso da cor na setorização é capaz de diferenciar elementos dentro de um espaço ajudando na identificação dos elementos (SCHERER, 2012).

Para totalizar a quantidade de cores necessárias para o projeto, foi utilizada a harmonia análoga de cada cor, totalizando 18 modelos de cores. A harmonia análoga é formada por

uma cor primária combinada com duas cores vizinhas no círculo cromático. A cor central é utilizada como dominante enquanto as adjacentes são usadas para enriquecer a harmonia.

Foram escolhidas as cores azul, verde e roxo para as prateleiras do primeiro pavimento e, vermelho, laranja e amarelo para as prateleiras do segundo pavimento. As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, as cores escolhidas para o primeiro e segundo pavimentos, bem como a harmonia análoga de cada cor.

Figura 1 - Paleta de cores para o primeiro pavimento.
Fonte: Autoras.

Figura 2 - Paleta de cores para o segundo pavimento.
Fonte: Autoras.

Essas cores foram aplicadas como fundo nos pictogramas desenvolvidos para cada área de estudo. Para melhor contraste visual, foi aplicada a cor branca nos pictogramas. As Figuras 3 e 4 mostram, respectivamente, a aplicação das cores nos pictogramas desenvolvidos para o primeiro e segundo pavimentos.

Figura 3 - Aplicação de cores nos pictogramas do primeiro pavimento.
Fonte: Autoras.

Figura 4 - Aplicação de cores nos pictogramas do segundo pavimento.
Fonte: Autoras.

Com os pictogramas e as cores já definidos, partiu-se para a produção do *Wayfinding Map*, uma representação que proporciona orientação através da organização da informação. Algumas características são importantes em um *Wayfinding Map*, tais como: a necessidade de ter diferenciação de cores; a utilização de gráfico com mínimo de texto; o emprego de mapas quando não há outra forma de representar a informação; o posicionamento deve estar próximo das entradas e em locais de ponto de decisão (O'NEILL, 1999).

Baseado nesses conceitos e a partir dos layouts produzidos foi elaborado um modelo de *Wayfinding Map* para aplicação em cada andar da BCT-UFPR. A Figura 5 mostra o *Wayfinding Map* desenvolvido para a utilização no segundo pavimento. Na Figura 6 *é apresentada a placa de identificação das prateleiras do acervo.*

Como não foi possível aplicar de fato os modelos desenvolvidos na BCT-UFPR, foi produzido um modelo tridimensional de forma que fosse semelhante a realidade. Esta modelagem foi produzida no *software* SketchUp2015 com base nos layouts desenvolvidos e dimensões obtidas no local.

As imagens foram renderizadas através do *plugin* V-Ray2015. Neste modelo foram aplicados todos os projetos gráficos do sistema de *Wayfinding* concebidos.

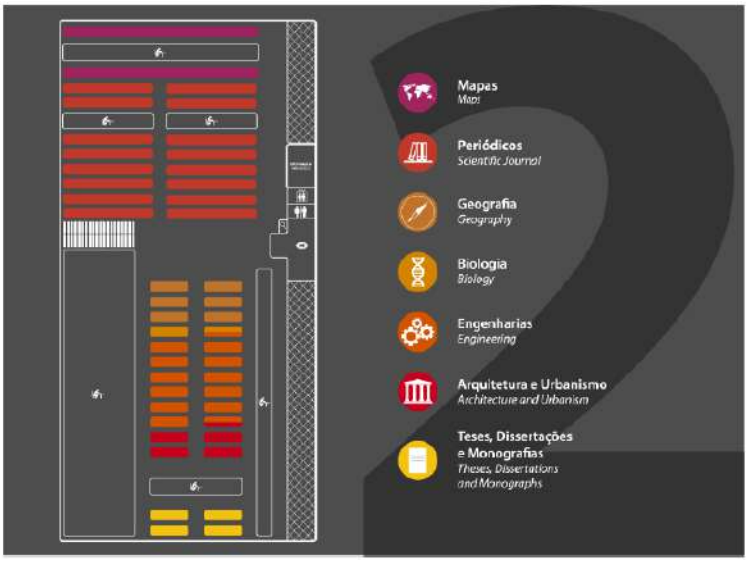


Figura 5 - Wayfinding map desenvolvido para o segundo pavimento.
Fonte: Autoras.

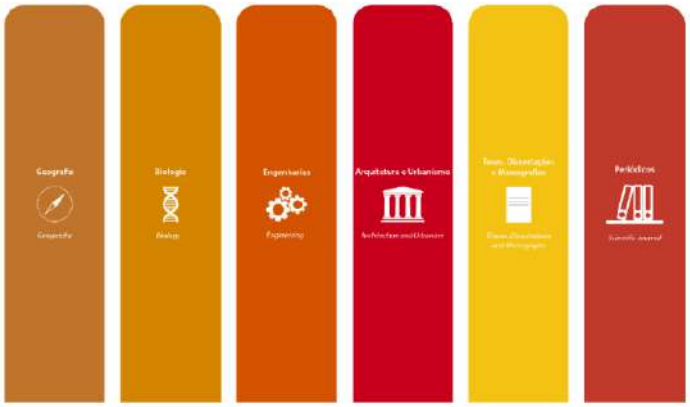


Figura 6 - Placas de identificação para as prateleiras do segundo pavimento.
Fonte: Autoras.

Na Figura 7 se observa que no chão há a aplicação de faixas coloridas de forma a gerar caminhos para as prateleiras do acervo. Essas faixas são denominadas como sistema de circulação. Esse sistema possui a mesma configuração de cores estabelecidas para cada área de estudo das prateleiras do acervo.

Figura 7 - Sistema de *wayfinding* aplicado no modelo 3D.
Fonte: Autoras.

3.2 Avaliação do sistema de Wayfinding com os usuários da Biblioteca BCT

O método de avaliação utilizado foi baseado em observação. Para a avaliação, foram selecionados 15 usuários e levados até a biblioteca. Inicialmente, os usuários foram posicionados no mesmo ponto onde é o centro da imagem interativa em 360 graus (Figura 8).

A imagem gerada não faz a configuração interativa em 360 graus. Para tanto, é necessário usar um sistema adicional que entenda que a imagem precisa ser apresentada com interatividade. Foi utilizado o aplicativo Meu Passeio Virtual, no qual é inserida a imagem e automaticamente ele faz a configuração necessária para gerar a visualização da imagem interativa. Para a avaliação, as imagens interativas em 360 graus mostram a posição do usuário como se ele estivesse na entrada de cada pavimento da biblioteca.

Figura 8 - Imagem 360° do segundo pavimento.
Fonte: Autoras.

Na sequência foi fornecido aos participantes da avaliação um dispositivo móvel com a interação, de modo a fornecer aos mesmos uma realidade virtual do ambiente como se estivessem inseridos dentro do mesmo, ou como se o sistema de *Wayfinding* estivesse realmente aplicado na biblioteca.

Posteriormente foi mostrada a imagem do *Wayfinding Map* a eles com o da memorização dos locais propostos para seguir um percurso. Com base no método de avaliação de sistemas de *Wayfinding* proposta por (SCARIOT, 2013), os usuários responderam a seguinte pergunta: "Como faz para chegar em determinado local?"

O percurso entregue como tarefa foi o de encontrar os seguintes locais nesta ordem:

- Sala administrativa da biblioteca;
- Sala de estudos;
- Mapoteca;
- Cabines individuais de estudo.

4 Conclusão

Com esse trabalho buscou-se mostrar a importância de um sistema de *Wayfinding* eficiente, além de salientar a importância da validação do sistema na fase final do projeto, a partir de um protótipo, o que facilita a observação de problemas e possíveis ajustes antes da implementação *física.*

A problemática inicial se propôs a analisar as principais dificuldades em relação ao sistema de sinalização existente na biblioteca e avaliar quanto a dificuldade e a facilidade de acesso pelos usuários na busca ao acervo e em outros elementos do local.

Durante a análise do objeto de estudo, foi notado uma carência no sistema de sinalização existente na biblioteca e isso causa a ineficiência da busca dos usuários pelo material desejado.

A modelagem tridimensional do ambiente, as imagens 360 graus e o sistema interativo, mostraram-se eficazes no processo de avaliação do sistema de *wayfinding.*

Agradecimentos

À Chefe da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, MSc. Eliane Maria Stroparo pela colaboração nesta pesquisa.

Referências

ANDRADE, A. F. **A *Gestalt* na avaliação da simbologia pictórica com base em tarefas de leitura de mapas.** 216f. Tese (doutorado em Ciências Geodésicas) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

ARNHEIM, R. **Arte e Percepção Visual: uma psicologia da visão criadora**. Trad. de Ivonne Terezinha de Faria. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR9050** : Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 148p.

BINS ELY, V. H. M.; DISCHINGER, M.; MATTOS, M. L. Sistemas de Informação Ambiental – Elementos indispensáveis para acessibilidade e orientabilidade. Congresso Brasileiro de Ergonomia, XII; Congresso Latino-Americano de Ergonomia, VII; Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral, I, 2002, Recife. **Anais.** Recife: ABERGO, 2002.

CHAMMA, Noberto; PASTORELO, Pedro Dominguez. A Justa Medida da Sinalização. Infodesign: **Revista Brasileira de Design da Informação**, São Paulo, v.5, n.1, p.72-74, 2008.

GIBSON, David. **The Wayfinding Handbook**. New York. Princeton Architectural Press, 2009.

GOMES FILHO, J. **Gestalt do Objeto: sistema de leitura visual da forma**. 9ª Ed.São Paulo: Escrituras Editora, 2009.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: E. Blücher, 2005.

LYNCH, Kevin. **The Image of the City**. Massachusetts. MIT Press, 1960.

O'NEILL, M. **Theory and research in design of 'you are here' maps**. London. Taylor & Francis, 1999.

RAPOSO, Daniel. **Design de Identidade e Imagem Corporativa.** Portugal. IPC, 2008.

SCARIOT, C. A. **Avaliação de sistemas de informação para *Wayfinding*: um estudo comparativo entre Academia e mercado em Curitiba**. 2013. Dissertação (mestrado em Design – Programa de Pós Graduação em Design de Sistemas de informação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba).

SCHERER, F. O Uso da Cor em Sistemas de Sinalização. 12° Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia; Produto, Informações, Ambiente construído e transporte. 2012. **Anais**. Natal, Rio Grande do Norte.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DIFERENTES MODOS DE REPRESENTAR ARQUITETURA NA OBRA DE OITO ARQUITETOS MODERNOS E CONTEMPORÂNEOS: ENTRE TEORIA, PROJETO E REPRESENTAÇÃO

FLORIO, Wilson[1],
TAGLIARI, Ana[2].

Resumo

O presente artigo estabelece relações entre Teoria, Projeto e os diferentes modos de representação em arquitetura. O pressuposto é que cada arquiteto se apropria de diferentes modos de representação para apresentar e atingir seus objetivos de tornar visíveis seus conceitos. A seleção dos textos se pautou naqueles que pudessem ser o mais representativo do discurso teórico e prático do arquiteto. Foi possível observar que o tipo de representação utilizado para expressar um conceito é fundamental para interpretar a arquitetura de cada arquiteto. Desenhos artísticos, plantas, cortes, aquarelas, modelos físicos ou digitais, fotografias, diagramas, entre outros tipos de representação acompanham seus textos que configuram a teoria da arquitetura.

Palavras-chave: desenho; teoria e projeto; conceito.

Abstract

This paper establishes relations between Theory, Design and the different approaches of representation in architecture. The statement is that each architect appropriates of different modes of representation to present and achieve their goals of making their concepts visible. The selection of the texts was based on those that could be the most representative of the architect's theoretical and practical discourse. It was observed that the kind of representation used to express a concept is fundamental to interpret the architecture of each architect. Artistic drawings, plans, sections, watercolors, physical or digital models, photographs, diagrams, among other types of representation, accompany their texts that configure the theory of architecture.

Keywords: drawing; theory and design; concept.

[1] Universidade Presbiteriana Mackenzie FAU PPGAU e Unicamp wilsonflorio@gmail.com
[2] Universidade Estadual de Campinas, FEC PPGATC Unicamp tagliari.ana@gmail.com

1 Introdução

Cada meio de representação possui peculiaridades, fazendo com que os arquitetos se apropriem deles para atingir seus conceitos e objetivos de representação em seus projetos. Como recorte, neste artigo foram selecionados textos de oito arquitetos, contendo diferentes tipos de representações, que permitem destacar seus conceitos e respectivas teorias. Vale destacar que não houve a intenção de analisar os desenhos de modo técnico, mas sim uma preocupação de estabelecer relações entre a teoria, projeto e o modo de representação.

A seleção dos textos se pautou naqueles que pudessem ser o mais representativo do discurso teórico e prático do arquiteto. A partir da análise destes livros e textos, durante o curso, foi possível verificar que cada arquiteto, com sua obra teórica e arquitetônica, apresenta um modo particular de expressar suas ideias em arquitetura, em sintonia com seus próprios conceitos e teorias.

Esta pesquisa teve origem na disciplina eletiva oferecida para alunos da graduação e pós-graduação, onde foram debatidos textos de arquitetos selecionados e suas relações com suas respectivas obras de arquitetura. Por conseguinte, este texto apresenta parte da investigação produzida neste curso, relacionando Teoria, Projeto e Representação, com abordagem dos diferentes modos de representar em arquitetura. O critério de seleção dos arquitetos se pautou pelo fato de serem arquitetos que escreveram sobre sua visão de arquitetura. Os arquitetos selecionados para este artigo são Frank Lloyd Wright, Le Corbusier, Oscar Niemeyer, Rafael Moneo, Steven Holl, Rem Koolhaas, Toyo Ito e Patrik Schumacher.

Foi possível observar que o tipo de representação utilizado para expressar um conceito é fundamental para interpretar a arquitetura de cada arquiteto. Arquitetos experientes tem consciência de que um determinado tipo de representação é mais adequado para transmitir determinados aspectos de sua arquitetura.

O texto está organizado em quatro partes: i) introdução; ii) breves considerações sobre as relações entre Teoria, Projeto e Representação em arquitetura; iii) diferentes modos de representar pelos arquitetos selecionados; iv) discussão e considerações finais.

2 Teoria, Projeto e Representação em Arquitetura

A Teoria da Arquitetura teve sua origem na prática projetual, e é constituída por escritos produzidos ao longo de séculos. A forma e espaço de projetos de arquitetura reconhecidos pela crítica pressupõe o esclarecimento de conceitos subjacentes. Os escritos de arquitetos oscilam, podendo ocorrer antes, durante e depois do desenvolvimento de sua obra arquitetônica. Nesta pesquisa pode-se notar que muitos escritos foram elaborados a partir da prática projetual, numa constante reflexão e conceituação sobre sua própria arquitetura. Deste modo, os desenhos e representações que acompanham estes textos destes importantes arquitetos têm fundamental importância para a compreensão de seus projetos.

Sabe-se que o Tratado escrito por Vitrúvio é o mais antigo de que se tem conhecimento. Os *Dez Livros de Arquitetura* de Vitrúvio nos trazem conhecimentos e informações importantes sobre arquitetura e construção em épocas remotas, e contêm os princípios adotados naquela época. Informações sobre a formação do arquiteto, construção, elementos da arquitetura, tipos de edifício, hidráulica, mecânica, insolação e higiene são documentadas e apresentadas nesse Tratado. A famosa tríade vitruviana *firmitas, utilitas e venustas* (solidez, utilidade, beleza) conservou sua validade em projetos e edificações importantes até o século XIX.

No século XV o Tratado de Vitrúvio inspirou os Tratados Renascentistas, como o escrito por Alberti. Em *De Re Aedificatoria*, de 1452, Alberti discute a organização geométrica, proporção, ordem, construção, materiais, ornamentos em diversos tipos de edifícios. No último livro, também é apresentada a questão do restauro. Foi ilustrado posteriormente.

Tratados importantes foram escritos e publicados nos séculos que se sucederam, com contribuições e avanços para a Teoria da Arquitetura. Filarete, em 1465, publicou em italiano seu Tratado ilustrado. Sebastiano Serlio, no século XVI, apresentou a quinta ordem arquitetônica em seu "*Sette libri della'architettura*". Giacomo Vignola, em 1562, publicou um Tratado rico em desenhos com ensinamentos que foram adotados até o século XX.

Os Quatro Livros de Arquitetura de Andrea Palladio, de 1570, reúnem conhecimentos sobre a ativa produção do próprio arquiteto. Palladio desenvolveu uma carreira bastante intensa como arquiteto, com muitas obras construídas, e, a partir dessa experiência, pôde organizar e divulgar este conhecimento no seu Tratado, fartamente ilustrado, com muitos desenhos. O Tratado de Palladio tem grande importância para a representação moderna da arquitetura, com desenhos como os cortes verticais-elevações de edifícios simétricos.

No século XIX, o Tratado de J.N. Durand destaca-se já num contexto moderno. Durand trata de questões como economia da construção, racionalização, relação de arquitetura e utilidade social, além de criar maneiras de representação inovadoras para um Tratado.

Ainda no século XIX, Viollet Le Dûc publica sua Teoria em *Dictionaire Raisonne de L'Architecture Française du XIe au XVIe Siècle*, que é considerado por John Summerson (1994), junto com o Tratado de Alberti, as duas Teorias supremas da história europeia da arquitetura. Le Dûc, que era arquiteto atuante e também professor, desenvolvia trabalhos na área de restauro e era grande entusiasta da arquitetura gótica.

O grande divulgador da perspectiva axonométrica foi Auguste Choisy, em seu *Tratado* sobre arquitetura "*Historie de l'architecture*", publicado entre 1873 e 1899. Choisy utilizou um tipo de axonométrica denominada "*worm-eye-view*", isto é, "ponto de vista da minhoca". Este tipo de desenho permite obter uma visão simultânea da planta, do corte e das elevações de um edifício, numa perspectiva do usuário.

No século XX, *Manifestos* diversos, publicações em revistas, coletâneas e livros com novo formato proporcionaram outra conformação à Teoria da Arquitetura Moderna e aos Tratados, com base em livros autorais, com textos e exemplares de arquitetura, ou escritos por teóricos sobre arquitetura. As representações são variadas com desenhos técnicos e artísticos. O livro *Por uma arquitetura*, publicado por Le Corbusier em 1923, é sem dúvida um importante "Tratado" da Arquitetura Moderna em forma de *manifesto*. Nele, o arquiteto discute a arquitetura da era da máquina, e expõe os princípios de sua própria produção. O livro é ricamente ilustrado com desenhos artísticos, de observação ou mesmo técnicos. Frank Lloyd Wright também escreveu e publicou inúmeros textos. Entre eles destaca-se o livro *The Natural House*, que se apresenta como um Tratado Moderno da Arquitetura Orgânica, escrito durante muitos anos, e publicado por Wright em 1954. O livro apresenta desenhos técnicos dos seus projetos de residências Usonian, como plantas e cortes, além de fotografias.

Se considerarmos que os Tratados Clássicos tinham como objetivo particular a organização, a sistematização e a documentação de conhecimentos a partir de uma prática de projeto e construção, pode-se afirmar que houve uma *íntima* relação entre Teoria e Projeto

de Arquitetura. Neste sentido, o estudo dos textos escritos pelos próprios arquitetos sobre suas arquiteturas tem um enorme potencial para revelar suas ideias e seus conceitos, em especial no que diz respeito aos modos de representação.

3 Arquitetos e seus diferentes modos de representar seus conceitos e teorias

Por meio da pesquisa desenvolvida foi possível identificar diferentes modos de representação da arquitetura realizada pelos arquitetos selecionados. Constatou-se que cada arquiteto utiliza um modo de representar de acordo com seus objetivos, e que melhor atinja os desígnios conceituais do que está sendo apresentado.

3.1 Frank Lloyd Wright e a planta como geradora da arquitetura

A teoria da arquitetura orgânica, escrita e disseminada por Wright em livros e artigos, valoriza a planta como geradora da arquitetura, de dentro para fora (*from within outward)*, criando uma planta com perímetro recortado e permeável, que permite estabelecer relações dentro-fora em relação ao terreno.

Wright escreveu o importante texto *The Logic of the Plan* (WRIGHT, 1928), parte de uma série de textos publicada no livro *"In the Cause of Architecture"* (WRIGHT, 1975), e na Revista *Architectural Record*, entre 1908 e 1928. Neste texto Wright afirma que, *"há muito mais beleza numa bela planta do que em quase qualquer uma de suas últimas consequências"*. No texto Wright enaltece a exploração dos materiais, métodos construtivos, e proporções humanas no processo de projeto. A planta é tratada como geradora do projeto, baseada na modulação estabelecida pelos materiais e nos princípios orgânicos, como a gramática, plasticidade e integridade.

Segundo Edgar Tafel (1979, p.91) para Wright o desenho de plantas, cortes e elevações não precisaria estar perfeito tecnicamente, mas deveria ser um trabalho de arte. Segundo Tafel, no estúdio em Taliesin, uma planta da Martin House (Buffalo, 1904) permaneceu exposta por vários anos, e era apreciada pelo arquiteto em seus mínimos detalhes.

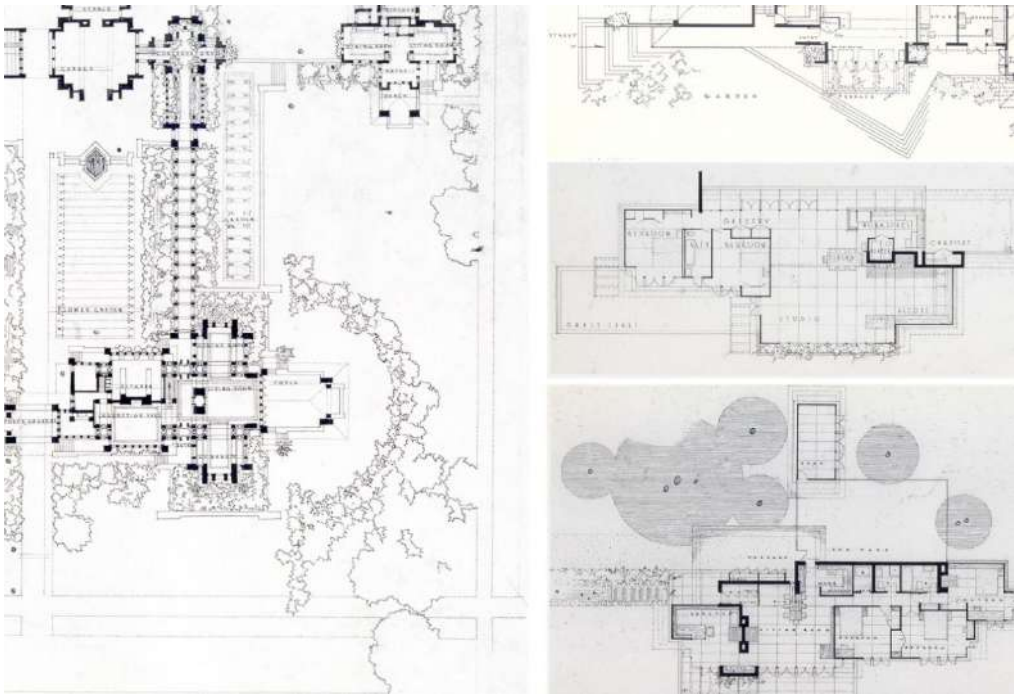


Figura 1 – Plantas de residências projetadas por Frank Lloyd Wright. Martin (1906), Willey (1934), Winckler (1938) e Baird House (1940).
Fonte: PFEIFFER, 1991 e WRIGHT, 1954.

Para Wright (1954, p.181) toda a residência deveria ser concebida como uma obra de arte e, desta maneira, ter sua *gramática*, a relação entre vários elementos arquitetônicos e artísticos, cujo resultado deveria ser a relação articulada e coerente, entre parte e todo.

Wright afirmou que uma boa planta contém informações fundamentais e inerentes ao projeto: *"A good plan is the beginning and the end (...) That means that its development in all directions is inherent – inevitable (...) In itself it will have the rhythms, masses and proportions (...)"* (WRIGHT, 1928). A organização geométrica da planta, assim como a adoção de um sistema de unidades, condiciona a boa qualidade do projeto como um todo, de acordo com o material adotado, conferindo escala e proporção adequada.

3.2 Le Corbusier e a dimensão artística da representação em arquitetura

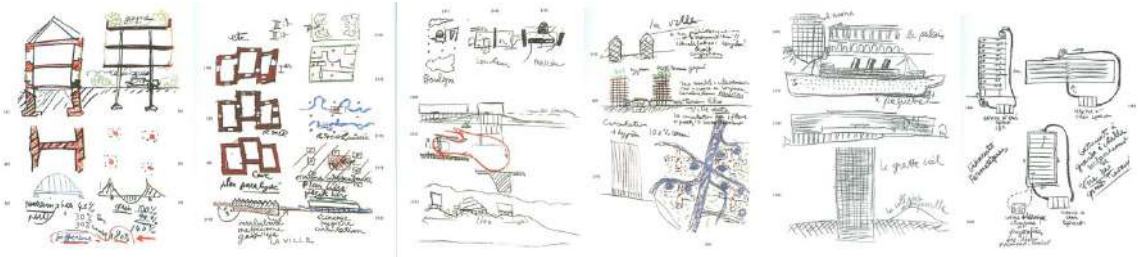


Figura 2 – Desenhos de Corbusier extraídos do livro Precisões.
Fonte: CORBUSIER, 2004.

Corbusier publicou livros e textos que esclarecem seus conceitos e premissas adotadas em seus projetos. Além de arquiteto, era artista plástico, e tinha como suporte de representação telas, esculturas, murais e painéis artísticos. Antes de desenvolver arquitetura, e realizar desenhos técnicos, se expressava por meio das artes plásticas. Portanto, nesta pesquisa, pode-se notar que, em seus livros e textos, o arquiteto representava sua arquitetura por diferentes meios, normalmente com uma proximidade às expressões artísticas. Desenhos artísticos destacando luz e sombra, assim como cores, aquarelas, croquis de estudo e perspectivas, predominam nas representações de Corbusier.

Seus desenhos vêm acompanhados de muitas anotações, que revelam um esforço do arquiteto para transmitir suas ideias e detalhes de forma clara e objetiva: *"Já não lhes falarei mais de poesia e lirismo. Desenharei coisas especificamente razoáveis. (...) Eu direi: técnica, e os senhores reagirão: lírica. Prometo-lhes um poema deslumbrante: o poema das arquiteturas da era moderna"* (Corbusier, 1929. Em 2004, p.49)

De maneira geral, nos escritos de Corbusier, foram identificadas categorias de representações relacionadas à arquitetura: desenhos de observação de edifícios realizados em viagens de estudo; desenhos expressivos, geralmente a mão livre; croquis, perspectivas; desenhos técnicos, como cortes e plantas. Também foi identificado um modo peculiar de representar as perspectivas de sua arquitetura. Normalmente o arquiteto elaborava uma perspectiva do edifício visto por fora, e uma perspectiva interna, geralmente num ambiente com pé-direito duplo, e com uma visão da janela, revelando a natureza e a paisagem exterior.

Nos livros da *Obra Completa*, e também em *Precisões*, parece que os desenhos foram elaborados sem um compromisso maior com a ideia da construção em si, mas sim com a ideia norteadora do projeto. Nestas representações, os conceitos abarcam, tanto questões

atreladas à era da máquina e às novas técnicas construtivas, como o modo de vida moderno, e novas necessidades de funcionalidade e de higiene.

3.3 Oscar Niemeyer. Perspectivas *à mão livre*, em busca da forma nova

Oscar Niemeyer publicou vários livros e textos significativos ao longo de sua extensa carreira. Nestas publicações nota-se o uso intenso de desenhos a mão livre, especialmente elevações, cortes esquemáticos e perspectivas revelando a forma plástica de sua arquitetura. Estes desenhos são associados com as formas da natureza, estabelecendo possíveis relações entre retas e curvas. As perspectivas, elevações e cortes normalmente apresentam representações de figura humana que auxiliam no entendimento da escala e proporção.

Niemeyer (2000. p.265) afirma "(...) *uma das minhas alegrias é procurar a forma nova e criadora que o concreto armado sugere*". Os conceitos principais, identificados em seus textos, envolvem a ideia de leveza e de plasticidade promovida, que, na visão do arquiteto, eram viabilizadas pela técnica construtivo do concreto armado.

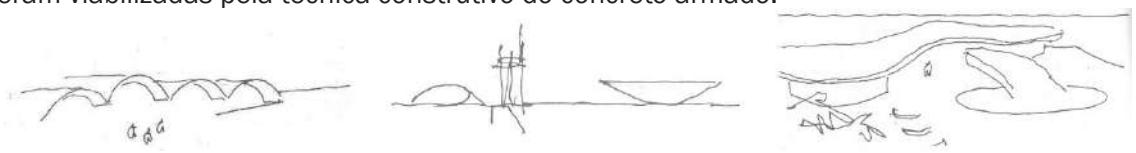


Figura 3 – Desenhos de Oscar Niemeyer
Fonte: NIEMEYER, 2000.

3.4 Rafael Moneo. A axonométrica revelando a quinta vista

Rafael Moneo, além de pesquisador e professor, é arquiteto atuante, e de reconhecida importância na contemporaneidade. Em seus textos nota-se o predomínio de desenhos técnicos, como plantas, cortes, e, particularnente, axonométricas. Típica representação da arquitetura deste período, as axonométricas precisamente desenhadas, com vistas de baixo para cima, foram muito exploradas por arquitetos do período pós-moderno, como, por exemplo, James Stirling, que tinha o objetivo de revelar, de modo mais intenso, o espaço por onde o usuário poderia caminhar.

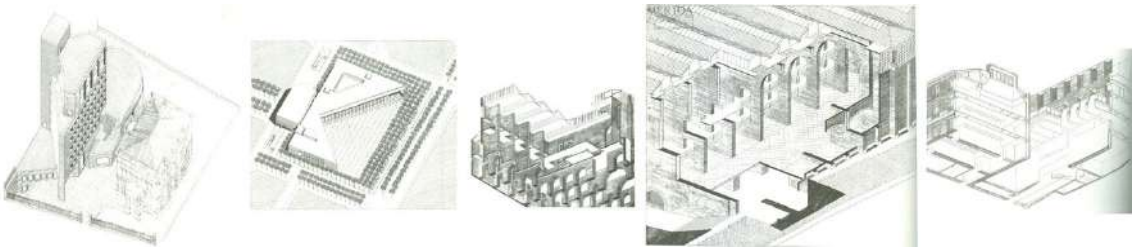


Figura 4 – Axonométricas: Sede de Bankinster, Madrid (1972-1976); Ayuntamiento, Logroño (1973-1981); Museo Nacional de Arte Romano, Mérida(1980-86); Museo Thyssen-Bornemisza, Madrid (1989-1992).
Fonte: MONEO, 2010.

Os conceitos revelados nestes textos da arquitetura de Moneo são a solidez e materialidade da arquitetura, em especial os detalhes de materiais e encontros, relações com a cidade, o entorno e edifícios históricos. Segundo Moneo (2010, p.377), "*La arquitectura nace en el lugar, se engendra en él y, como consecuencia, los atributos del lugar – lo más profundo de su ser – se convierten en algo íntimamente ligado a ella*".

3.5 Rem Koolhaas. Cortes, colagens, diagramas e modelos *físicos*

Rem Koolhaas escreveu e publicou importantes livros, sendo o mais conhecido o *S, M, X, XL* de 1995, que propõe uma maneira particular de apresentar a categorização de seus projetos, desde os pequenos, médios, grandes e até os muito grandes (*extra large*). Nos livros de Koolhaas verifica-se o uso intenso de axonométricas internas coloridas, cortes, diagramas e fotografias de modelos físicos. O arquiteto também explora o uso de diagramas, como um *storyboard*, e desenhos híbridos, com colagem, misturando técnicas para representar suas ideias. "*Among all the borrowings of this decade, chaos is the most paradoxical: seductive, but, except among architects, inaccessible"* (Koolhaas, p.164). Este hibridismo entre formas de representação permite que o arquiteto apresente e desenvolva seus conceitos a partir das questões relativas à complexidade, ao caos, ao dinamismo, e à cultura da congestão (*bigness*) da cidade genérica contemporânea.

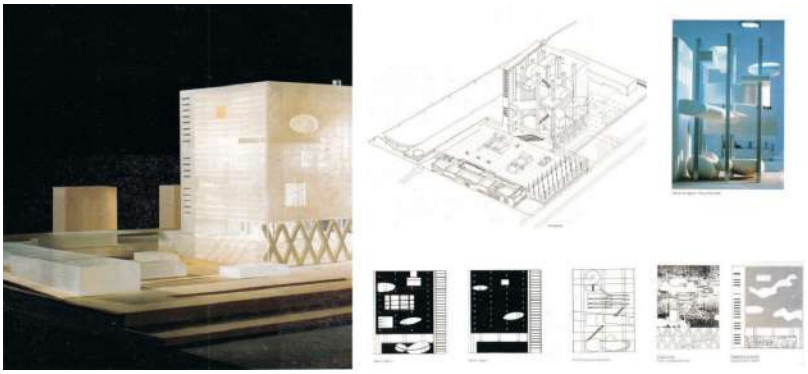


Figura 5 – Representações variadas de Rem Koolhaas / OMA para o projeto da Biblioteca da França (Paris, 1989)
Fonte: El Croquis 53. Rem Koolhaas/OMA 1987-1992.

3.6 Steven Holl. Aquarela para imaginar uma arquitetura perceptiva

A aquarela é o meio mais explorado e característico empregado pelo arquiteto Steven Holl para representar sua arquitetura em seus textos. Mas, nem sempre foi assim. No início de sua carreira em 1976 Holl usava apenas grafite para representar suas ideias, explorando sombras, formas, texturas, luz, superfície e traços. A partir de 1983 começou a usar a aquarela para conceber sua arquitetura: (...) *watercolor is a much more agile technique, which can easily explore the effects of light and shadow on volumes* (Holl, 2012, p.26).

É importante destacar que a técnica da aquarela permite representar, por meio de brilhos, transparências e luzes, conceitos da fenomenologia, como sensação, percepção, dinamismo e leveza que fundamenta sua pesquisa como arquiteto. Segundo o arquiteto "Nas meditações que concernem às concepções iniciais de um projeto, elas partem sempre da forma, do espaço e da luz. Nisso, as aquarelas desempenham um papel fundamental enquanto garantem à intuição uma posição de predomínio sobre o resto". Portanto, a aquarela não se resume apenas ao modo de representar, mas trata-se de uma estratégia projetual. Na arquitetura de Holl, a planta é resultado de um percurso pelos ambientes das perspectivas em aquarela, que permitem o melhor entendimento dos espaços, seus materiais, luzes, reflexos e texturas, que, por sua vez, interferem na percepção do usuário.

Sobre um projeto de anexo que desenvolveu em 1979 Holl escreveu: "*O material, os detalhes e as conexões estavam subordinados a gradações de luz. O anexo se tornou um laboratório para explorar esses dois extremos: as conexões de perspectivas e as gradações de luz*" (Zaera-Polo, 2015, p.245).

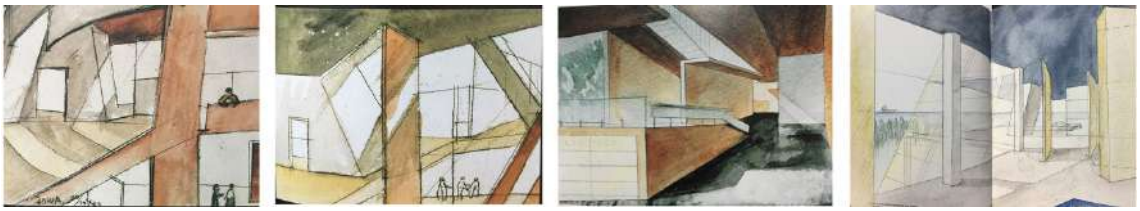


Figura 6 – Representações variadas de Steven Holl para os projetos College of Art History; Cranbrook Institute of Science; Town Center Tower.
Fonte: Holl, Steven, 2000.

3.7 Toyo Ito. Diagramas para simular uma arquitetura fluida

O arquiteto japonês publicou diversos escritos ao longo de sua carreira. A pesquisa de Marina Lacerda (2019) analisa seus escritos e a relação com a obra de arquitetura. O conceito de "Arquitetura Fluida" é explorado pelo arquiteto em seus textos, desenhos, espaços e formas. Uma arquitetura sem limites definidos e com formas difusas: *"I would like to call a building which arises in a space having this transparency. Homogeneity and floating character, 'blurring architecture'. This is synonymous to the 'other, invisible architecture".* (ITO, 1999). Para representar seus conceitos o arquiteto utiliza diagramas associados à breves textos, que explicitam e tornam claro suas principais ideias debatidas nos textos.

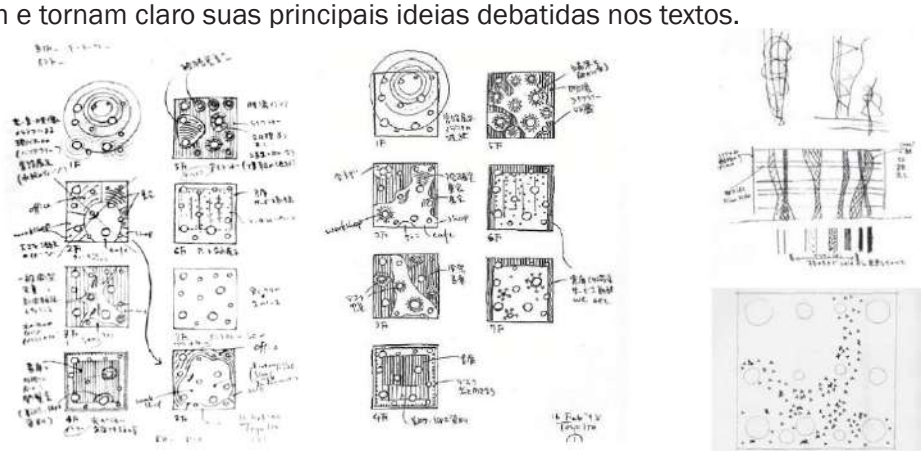


Figura 7 – Diagramas de Toyo Ito sobre o projeto da Midiateca de Sendai.
Fonte: ITO, 2017.

3.8 Patrik Schumacher. Modelos digitais para projetar a partir da parametrização

Schumacher defende que o "parametricismo" é um "novo estilo" das vanguardas contemporâneas. Na sua concepção, o processo de projeto baseado em parâmetros pode ser aplicado desde a escala do edifício até o desenho urbano.

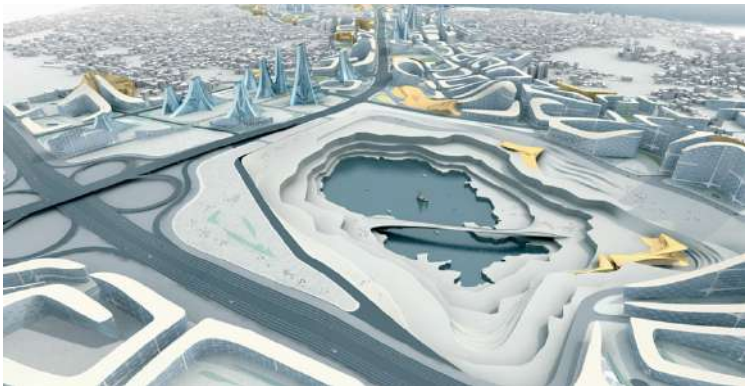


Figura 8 – Representações de Patrik Schumacher / Zaha Hadid Architects para o projeto Kartal-Pendik Masterplan, Istanbul, Turquia (2006) a partir do parametricismo.
Fonte: SCHUMACHER, Patrik, 2011.

Nas imagens e desenhos que acompanham seus textos pode-se notar estudos de massa de edificações em contextos urbanos, assim como a definição de diferentes tipos de edifícios, organicamente amalgamados às quadras e sistemas de circulação. É perceptível o caráter aproximativo do "estudo de massa" dos projetos urbanos, assim como o caráter prospectivo das propostas urbanas. Por outro lado, as imagens utilizadas para explicar os edifícios demonstram uma investigação sobre diferentes configurações de partidos arquitetônicos, com ênfase em implantações em quadra aberta, conectando espaços públicos e privados.

O discurso teórico é acompanhado por telas de *scripts*, demonstrando sua atuação como um arquiteto de vanguarda, com propensão à inovação. Assim, o arquiteto se empenha em demonstrar, na prática, seu entendimento sobre a modelagem paramétrica, aplicada na exploração de novas formas, definidas, corajosamente, como um "novo estilo": o parametricismo: *"There is a global convergence in recent avant-garde architecture that justifies its designation as a new style: parametricism. It is a style rooted in digital animation techniques, its latest refinements based on advanced parametric design systems and scripting methods".* (Schumacher, 2009, p.15)

4 Discussão e considerações finais

O pressuposto da pesquisa realizada é que cada arquiteto, com suas respectivas teorias e conceituações em arquitetura, se apropria de diferentes modos de representação para apresentar e atingir seus objetivos de tornar visíveis seus conceitos.

Frank Lloyd Wright, e sua teoria da arquitetura orgânica, valoriza a planta como geradora da arquitetura. Le Corbusier, e seus escritos sobre a vida e arquitetura moderna, associou desenhos a mão, com caráter mais artísticos, e textos explicativos em suas obras. Como exímio desenhista, Oscar Niemeyer produziu desenhos livres e expressivos para representar sua visão sobre a arquitetura moderna dotada de formas plásticas e curvas, também acompanhado por textos explicativos.

Os arquitetos do período posterior, a pós-modernidade, como Rafael Moneo e Vittorio Gregotti, exploram o uso de axonométricas na representação de suas arquiteturas. Assim como Mario Botta, James Stirling e Richard Meier, do mesmo período, que utilizam o desenho da axonométrica e tornam democrático a todos o entendimento do projeto, revelando a "quinta vista". Rem Koolhaas, e sua teoria da "congestão", da "cidade lixo" e do mundo contemporâneo complexo e caótico, representa sua visão de arquitetura por meio de muitos cortes, diagramas, colagens e modelos experimentais.

Steven Holl, que desenvolve uma arquitetura relacionada e fundamentada com os conceitos da fenomenologia, se apropria da aquarela para representar uma arquitetura sensível, com brilhos e transparências. Toyo Ito e sua teoria da arquitetura fluida explora diagramas para simular uma arquitetura complexa e sem forma definida. Enquanto Patrik Schumacher utiliza modelos digitais em sintonia com a ideia da parametrização da arquitetura e da cidade.

Diante do que foi exposto, é possível afirmar que os arquitetos consagrados construíram um método próprio para expressar suas ideias, seus conceitos e, assim, demonstrar seus pontos de vista sobre seus entendimentos da arquitetura que praticam. Assim, mais do que mera ilustração, as representações que acompanham os textos escritos pelos arquitetos revelam e complementam seu pensamento. Consequentemente torna-se vital perceber a coerência e a estratégia de cada arquiteto no momento em que está colocando seu ponto de vista por meio de um texto e sua representação gráfica.

A partir da investigação realizada, pode-se concluir que o pressuposto é válido, fato que nos leva a afirmar que o modo de representação é fundamental para expressar ideias, conceitos e teorias em arquitetura. Assim, as representações presentes nos textos de arquitetos consagrados estão intimamente relacionadas com suas ideias e conceitos, e não necessariamente com sua concretização.

Referências

CORBUSIER, Le. **Por uma Arquitetura**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1994.

CORBUSIER, Le. **Precisões sobre um estado presente da arquitetura e do urbanismo**. 5ª. Edição. São Paulo: Cosac & Naify, 2004.

FLORIO, Wilson. **Da Representação à simulação infográfica dos espaços arquitetônicos.** Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade Mackenzie, 1998.

HOLL, Steven. **Color Light Time**. New York: Lars Müller Publishers, 2012.

HOLL, Steven; **Parallax**. New York: Princeton Architectural Press, 2000.

ITO, Toyo. **Architecture in a simulated city**. Kenchiku Bunka. Tóquio: Shokokusha Publishing, v. 46, n. 542, p. 23 – 35, 1991.

_____. Blurring Architecture, 1999c. In: MAFFEI, Andrea (org.). **Toyo Ito: Works, projects, writings.** Tradução Christopher Evans. Milão: Electa, 2002.

KOOLHAAS, Rem. **Delirius New York**. London: Oxford University Press, 1978.

KOOLHAAS, Rem. **S,M,X,XL**. New York: The Monacelli Press, 1995.

LACERDA, Marina P. **Por uma arquitetura fluida. Uma análise entre teoria e prática nas midiatecas de Toyo Ito**. Dissertação de Mestrado. Campinas: PPGATC FEC, Unicamp, 2019.

MONEO, Rafael. **Apuntes sobre 21 obras**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2010.

NIEMEYER, Oscar. **As curvas do tempo**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2000.

SCHUMACHER, Patrick. **The Autopoiesis of Architecture: A New Framework for Architec-**

ture. New York: Wiley, 2011.

_____. Parametricism. A new global style for Architecture and Urban Design. **Architectural Design**, v. 79, n.4, 2009. p.14-23.

TAGLIARI, Ana. **Frank Lloyd Wright. Princípio, Espaço e Forma na Arquitetura Residencial**. São Paulo: Annablume, 2011.

WRIGHT, Frank Lloyd. In The Cause of Architecture I: The Logic of the Plan. ***The Architectural Record***, January, 1928.

_____. **The Essential. Frank Lloyd Wright. Critical writings on architecture**. Edited by Bruce Brooks Pfeiffer. Princeton: Princeton University Press, 2008.

_____. **The Natural House**. New York: Horizon Press, 1954.

ZAERA-POLO, Alejandro. **Arquitetura em diálogo**. São Paulo: Cosac Naify, 2015.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESIGN E COMUNICAÇÃO GRÁFICA EM APRESENTAÇÕES PROJETUAIS DE ARQUITETURA: O CASO DO KUNSTHAL DE OMA NO LIVRO S, M, L, XL

Souza, Gabriel Girnos Elias de[1]

Resumo

Voltado à compreensão da expressão projetual por meio da comunicação visual, este artigo tem como tema o papel retórico do design gráfico nas apresentações de projetos de arquitetura contidas em publicações impressas. Para examinar os potenciais expressivos de escolhas de design e comunicação visual, o estudo adota como estudo de caso a apresentação projetual do Kunsthal de Rotterdam, do escritório OMA (Office for Metropolitan Architecture), tal como feita em seu livro S, M, L, XL. Expoente máximo de uma categoria de livro autoral de arquitetura que emergiu nos anos noventa, o qual funde "monografia" e "manifesto", esse tomo serve como exemplo não-convencional da variedade e riqueza de efeitos e significados adicionáveis à experiência das informações arquitetônicas por meio dos recursos disponíveis na mídia do livro impresso. Após uma caracterização sucinta da organização geral de forma e conteúdo do livro, a análise se deterá pormenorizadamente nas escolhas gráficas (estrutura, encadeamento, iconografia, diagramação) desenvolvidas na apresentação projetual do Kunsthal.

Palavras-chave: Apresentação de Projeto; Arquitetura; design gráfico; livro impresso.

Abstract

Thinking design expression through visual communication, this paper's subject is the rhetorical role of graphic design in the presentation of architectural projects in printed publications. In order to examine the expressive potential of design and visual communication choices, the chosen case study is the design presentation of the Kunsthal of Rotterdam building, from Office for Metropolitan Architecture (OMA), as it was done in its book S, M, L, XL. A major exponent of an architectural book category that emerged in the 1990's, which merges aspects of "monograph" and "manifesto," this volume serves as an unconventional example of the variety and richness of effects and meanings added to the experience of architectural information through the resources of printed book media. After a brief characterization of the general organization of the form and content of the book, the analysis will focus in detail on the graphic choices (structure, chain, iconography, diagramming) developed in the Kunsthal design presentation.

Keywords: Design presentation; Architecture; graphic design; printed book.

[1] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, gabrielg@ufrrj.br

1 Introdução

A pesquisa que deu origem a este texto se afilia ao campo mais amplo dos estudos dedicados ao valor retórico da representação na disciplina da arquitetura e urbanismo. Mais precisamente, ela se dedicou aos efeitos estéticos, simbólicos e retóricos da *apresentação projetual*: ou seja, o *conjunto discursivo multimodal* que emprega conteúdos textuais e pictóricos de tipos variados, articulados em diferentes níveis de interação de acordo com o caráter e estilo da obra, do arquiteto ou mesmo do suporte ou publicação que veicula essa apresentação. E, em meio a esse tema, o enfoque mais específico deste texto recai sobretudo sobre a importância discursiva do design gráfico nos livros impressos de escritórios de arquitetura e urbanismo.

Publicações são, por excelência, a mídia do discurso da arquitetura e do urbanismo, constituindo o principal meio de promoção, reprodução e reflexão sobre suas práticas e valores e, portanto, de sua constituição como profissão e como corpo disciplinar. As publicações fundamentam o que é reconhecido como "boa" arquitetura, principalmente tendo-se em vista que grande parte das obras que servem de referência a estudantes e profissionais só é visitada em primeira mão posteriormente — se tanto. Essa imbricação entre arquitetura e seus meios de representação e difusão é profundamente arraigada em nossa cultura: autores como Beatriz Colomina (2002, p. 213) têm ressaltado o quanto a própria emergência arquitetura moderna do século XX está indelevelmente ligada à exploração das mídias não apenas como meio de difusão do construído, mas como outro *contexto de produção* paralelo à prancheta de projeto e ao sítio de construção. No caso específico de publicações produzidas *pelos próprios arquitetos* e estúdios de arquitetura — para divulgação e promoção de sua obra entre o público em geral — a apresentação de projetos torna-se retoricamente carregada por natureza: eles necessitam construir tanto inteligibilidade quanto *persuasão* acerca do que é apresentado.

A partir dos anos noventa, contudo, ocorreu a proliferação de um tipo particular de publicação que chamarei aqui de "monofesto", contração entre "monografia" e "manifesto": livros em geral extensos, escritos e produzidos pelos próprios estúdios de arquitetura para exibição de obras e projetos desses grupos — à maneira dos *portfolios* — mas que procuravam afirmar-se como "obras" intelectuais de densidade própria, mesclando ensaios, manifestos, narrativas e pesquisas; condensando, enfim, elementos de uma *identidade intelectual e profissional*. Essa afirmação do livro como "obra" por sua vez, veio acompanhada de um marcante investimento nos recursos e potenciais expressivos do design gráfico, principalmente nas apresentações de projetos; não por acaso, tais livros por vezes são elaborados em diálogo direto com designers gráficos. Pode-se citar entre esse grupo de publicações *S, M, L, XL* (1995) e *Content* (2003), de Rem Koolhaas e OMA; *FARMAX* (1999) e KM3 (2003), do grupo MVRDV; *Move* (1999), de UNStudio; *Agenda* (2010), do JDS Architects; e *Yes is More*, do grupo BIG (2010).

Há ainda relativamente poucos estudos de fôlego sobre essa relação mais recente entre a configuração material (ou *design*) do livro impresso e o discurso ou a cultura disciplinar da Arquitetura. Autores como Mario Carpo (2001), André Tavares (2016) e Beatriz Colomina (2010) desenvolveram estudos aprofundados sobre a relação arquitetura e livros, mas nenhum deles se dedica ao momento contemporâneo[2]. A situação peculiar dos livros de arquitetura a partir

[2] Os dois primeiros autores fazem um panorama histórico mais amplo desde o advento da imprensa; o livro organizado por Colomina, por sua vez, dedicou-se à relação entre design editorial e imaginação arquitetônica em revistas independentes e alternativas dos anos 60 e 70.

dos anos noventa tem sido abordada apenas em artigos curtos de autores como Charles Jencks (2002), Kester Rattembury (2004) e Michael Kubo (01/04/2009); ou, em uma abordagem mais voltada ao ensino prático, em iniciativas como o seminário anual *Books and Architecture*, organizado por Luke Bulman na Yale University desde 2007 (BULMAN, 2018). Até o momento, a obra mais extensa dedicada à relação mais contemporânea entre livro e discurso projetual é a tese de doutorado cuja pesquisa origina este artigo (SOUZA, 2015).

Tendo em vista contribuir minimamente para o preenchimento dessa lacuna, o presente texto examina um caso particular dos anos noventa para, a partir dele, ter amostras dos potenciais mais recentes do design gráfico da mídia *livro* em afetar retoricamente a leitura e percepções de arquitetura em uma apresentação de projeto. Para esta reflexão, optou-se pela análise da apresentação de um projeto de Rem Koolhaas e OMA, inserida naquele que é um dos livros mais vendidos, conhecidos e discutidos da história editorial de arquitetura: o já citado *S, M, L, XL*[3].

2 S, M, L, XL: Características gerais

Lançado em 1995, *S, M, L, XL* (*Small*, *Medium*, *Large*, *Extra-Large*) foi concebido não só como veículo de divulgação da obra de OMA (*Office for Metropolitan Architecture*), mas com a ambição de ser em si mesmo uma *obra* com sua própria proposta estética e intelectual. O livro já chamava atenção tamanho colossal de 1380 páginas, atingindo 2,7 kg de massa impressa (Figura 1), mas esse volume massivo era acompanhado por uma avassaladora torrente de imagens, informações e especulações. Tanto em suas palavras quanto em sua iconografia, há nesse livro uma invulgar mistura de reflexão, análise, "confissão" e humor — expondo, por exemplo, aspectos triviais, falhos, surpreendentes ou cômicos da atividade profissional da arquitetura, num trânsito tranquilo entre cultura erudita e a cultura comercial, entre referências internas ao campo profissional da arquitetura e outras do mundo midiático de domínio geral. Tudo isso urdido com a sagacidade ensaística particular de Koolhaas, que em parceria com a editora Jeniffer Sigler e o Designer gráfico Bruce Mau, investiu em ideias de hibridação cultural, de multiplicidade de gêneros de comunicação e de *performatividade* do design — ou, como definiu Mau (2000), a ideia de que o livro não deve apenas informar, mas sim se *comportar* de uma determinada maneira.

Não é por acaso que Bruce Mau foi creditado como coautor na capa do livro; do ponto de vista *gráfico*, salta aos olhos a riqueza visual com que as reflexões, narrativas, propostas e ironias do livro são transformadas, nuançadas e expandidas pelas escolhas em diagramação, tipografia e iconografia. A predominância de imagens de arquitetura — perspectivas, plantas, croquis e, principalmente, fotos — é intercalada por imagens variadas e não relacionadas à área: anúncios publicitários, reportagens jornalísticas, fotos científicas, fotos etnográficas, pornografia, obras de arte, catástrofes e muito mais. Um exame rápido do livro revela a recorrência não de fotos que ocupam todo o campo visual, e de *sequências contínuas* destas — e às vezes longas, com muitas páginas. O termo "cinemático já foi repetida-

[3] Rattenbury (2004) recordava que *S, M, L, XL* tem sido provavelmente o único "best-seller" da área da arquitetura a se manter até hoje, esgotando cada edição já feita. Um pequeno indicador dessa popularidade pode ser visto nos dados levantados pelo editor e pesquisador Michael Kubo: numa pesquisa sobre os "10 livros mais importantes" — que recebeu respostas de 150 profissionais e acadêmicos dos E.U.A.— *S, M, L, XL*, teria se destacado como o livro citado por mais entrevistados, com enorme vantagem sobre quaisquer outras obras mencionadas por estes (KUBO, 01/04/2009).

mente usado por críticos variados e pelos próprios autores para descrever esses efeitos; a declarada inspiração de Bruce Mau nos efeitos de intensidade e temporalidade do cinema declaradamente moldou muito da concepção do livro (MAU, 2000, p.338).

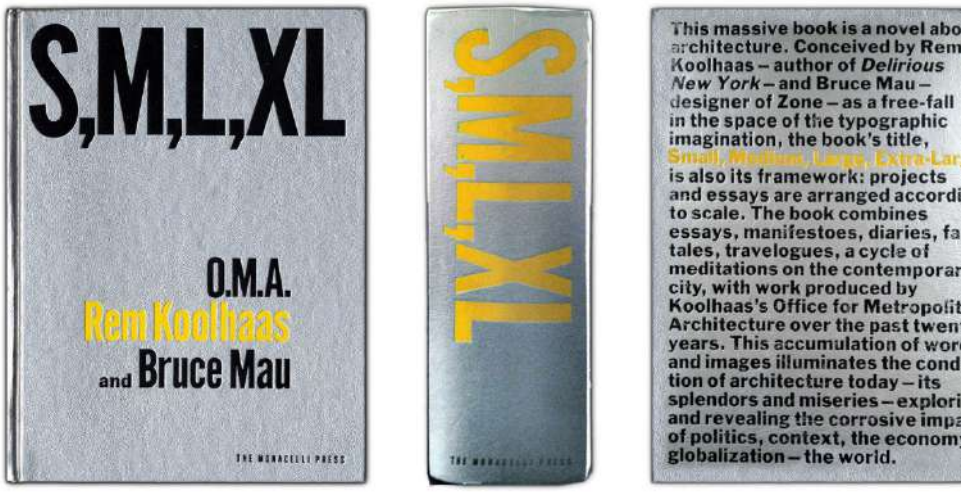


Figura 1 - Exterior de *S, M, L, XL*, 1ª Edição.
Fonte: montagem de fotos do autor do artigo, feitas a partir do livro de KOOLHAAS e MAU, 1995.

Em *S, M, L, XL*, os projetos de OMA são tratados como capítulos ou "episódios" que, seguindo o título do livro, ficam agrupados por escala ("pequeno", "médio", "grande", "extragrande"). Como cada "episódio" projetual é enfaticamente individualizado no que toca ao estilo gráfico e literário, o tomo assemelha-se a um enorme conjunto de livretos semi-independentes. Do ponto de vista da comunicação visual, um dos momentos projetuais mais instigantes para o leitor de *S, M, L, XL* é o episódio "*Life in the Box?*", que se dedica a traduzir a experiência de um edifício projetado por OMA: o Kunsthal de Rotterdam.

3 Análise: "Life in the Box?" e o Kunsthal de Rotterdam

Inaugurado em 1992, o *Kunsthal* é um espaço municipal de exposições na rica cidade industrial de Rotterdam (que é onde OMA se originou e tem seu escritório sede até hoje). A edificação foi parte de uma proposta mais ampla para um concurso que incluía ainda um parque (cujo projeto vencedor também foi o de OMA) e um museu (que acabou sendo projetado por outro escritório). Dispostos num eixo, as duas edificações culturais ficariam nas extremidades, com o parque no meio. Além de ser um centro cultural, o Kunsthal pensado por OMA também serve como acesso principal ao parque, em sua avenida mais movimentada.

Alguns "episódios" de *S, M, L, XL* se concentram no processo criativo de projeto; outros, na história de negociações e trabalho por trás do edifício; outros, no projeto em si. Como o Kunsthal já estava pronto e em uso quando o livro estava em produção, sua apresentação em "*Life in the Box?*" usa 44 páginas (430-473) quase inteiramente para falar do interior do edifício construído, com visível protagonismo da fotografia. O capítulo, contudo, se inicia em completa continuidade com capítulo anterior, "*New Rotterdam*" (pp.400-429), o qual explica justamente a proposta de OMA para o concurso que incluía Museu, Parque e o Kunsthal.

Como pode-se ver na Figura 2, a página-dupla de abertura de "*Life in the Box?*" ("Vida na caixa?") tem uma divisão: uma página só com imagem (no caso, um diagrama do edifício)

em outra só com palavras. Mesmo assim, conjunto mantém grande unidade devido ao fundo inteiramente branco e ao fato de tanto palavras quanto desenho se resumirem a linhas pretas. O visual desse início é tão semelhante à linguagem gráfica do final de "*New Rotterdam*" que, ao se virar as páginas, o único sinal de que um novo capítulo se iniciou está no discreto título à direita. Essa escolha ressalta a ligação com o episódio anterior, bem como reforça o contraste deste com as páginas que chegam em seguida.

Como a encomenda, o sítio de intervenção e os acontecimentos em torno do projeto já estão explicados no capítulo anterior, todo o texto explicativo de "*Life in the Box*?" se limita a sete linhas nessa primeira página-dupla, as quais depuram sucintamente o partido projetual adotado: uma caixa atravessada por um conjunto complexo de circulações e desníveis que a dividem em quatro áreas. O diagrama axonométrico na página à esquerda, por sua vez, é o correlato gráfico dessa enfática concisão: subtraindo vedações, o desenho representa apenas os pisos que constituem o intrincado espaço interior da edificação, exprimindo graficamente o problema espacial envolvido no projeto.

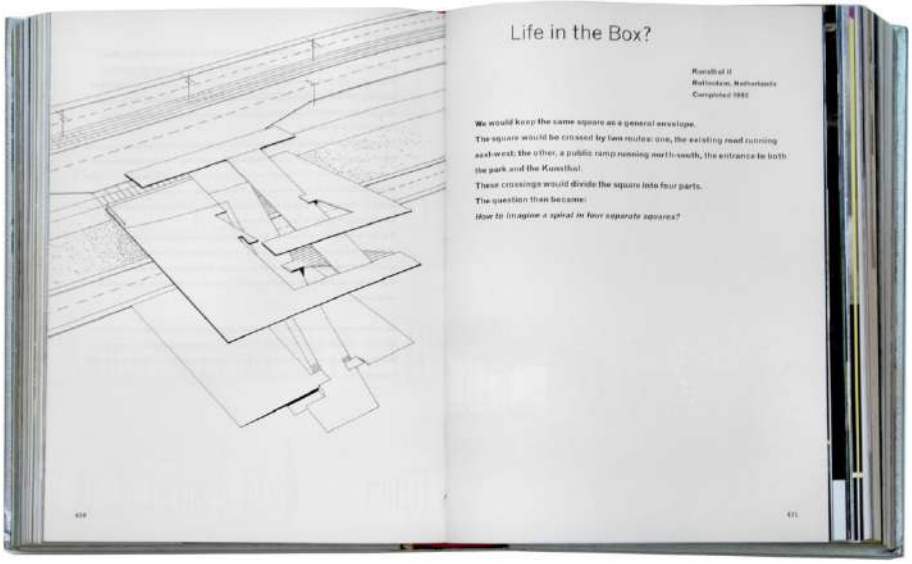


Figura 2 - Página dupla de "abertura" de *Life in the box?* (p. 430-431).
Fonte: arquivo do autor.

Após o início, as páginas seguintes se dedicam a mostrar a edificação de maneira enfaticamente cinematográfica: uma foto ocupa por completo cada página-dupla, como a capturar instantâneos de uma *promenade architecturale* corbusiana (Figura 3). Essa escolha faz muito sentido no caso do Kunsthal, cuja concepção projetual está essencialmente imbricada à organização do deslocamento do público por seu interior e através dele. A apresentação, assim, tomou forma de uma "visita guiada" iniciando-se na avenida que dá acesso à entrada principal, em nível superior, atravessando cada um dos ambientes existentes na edificação e terminando no parque ao qual o Kunsthal serve de entrada.

O percurso segue coerentemente por 18 páginas-duplas (432-467), cada uma completamente ocupada por uma fotografia da edificação. A escolha dos ângulos e pontos de vista das imagens e a escolha por extrapolar a borda do livro tendem sempre a procurar o efeito de "incluir" o leitor dentro da foto, como se estivesse ele mesmo adentrando os espaços mostrados. Contudo, apesar da evidente conexão dos momentos selecionados na sucessão de imagens,

não há preocupação em simular perfeitamente um percurso literalmente realizado: alternam-se fotografias noturnas e diurnas, coloridas e em preto e branco. A sequência de imagens, portanto, é ressaltada como operação de *montagem*: não são, portanto, fragmentos extraídos de um percurso "factual", e sim a construção de um percurso "ficcional" — e da arquitetura que ele desvela — a partir de fragmentos diferentes; a continuidade do caminho mental pelo espaço se constrói, assim, em meio à evidente descontinuidade temporal e visual das imagens.

Em praticamente todas as fotos há alguma referência de escala — sejam pessoas ou objetos de tamanho conhecido como cadeiras, portas, veículos — que ajuda o leitor a orientar a compreensão das dimensões espaciais e ancorar sua imersão na imagem.

Figura 3 - Excertos da "visita guiada" pelo Kunsthal, respectivamente as páginas-duplas 432-433, 434-435, 440-441, 444-445, 450-451, 456-457, 458-459 e 464-465.
Fonte: arquivo do autor.

O fator mais distintivo e enigmático dessas páginas de perambulação pelo Kunsthal é o fato destas terem sempre três camadas distintas de informação sobrepostas às enormes fotos principais, as quais serão identificadas aqui como *vista auxiliar* (imagem); *instruções* (texto); e o *diálogo* (texto das "Vozes" 1 e 2), como pode-se ver na Figura 4.

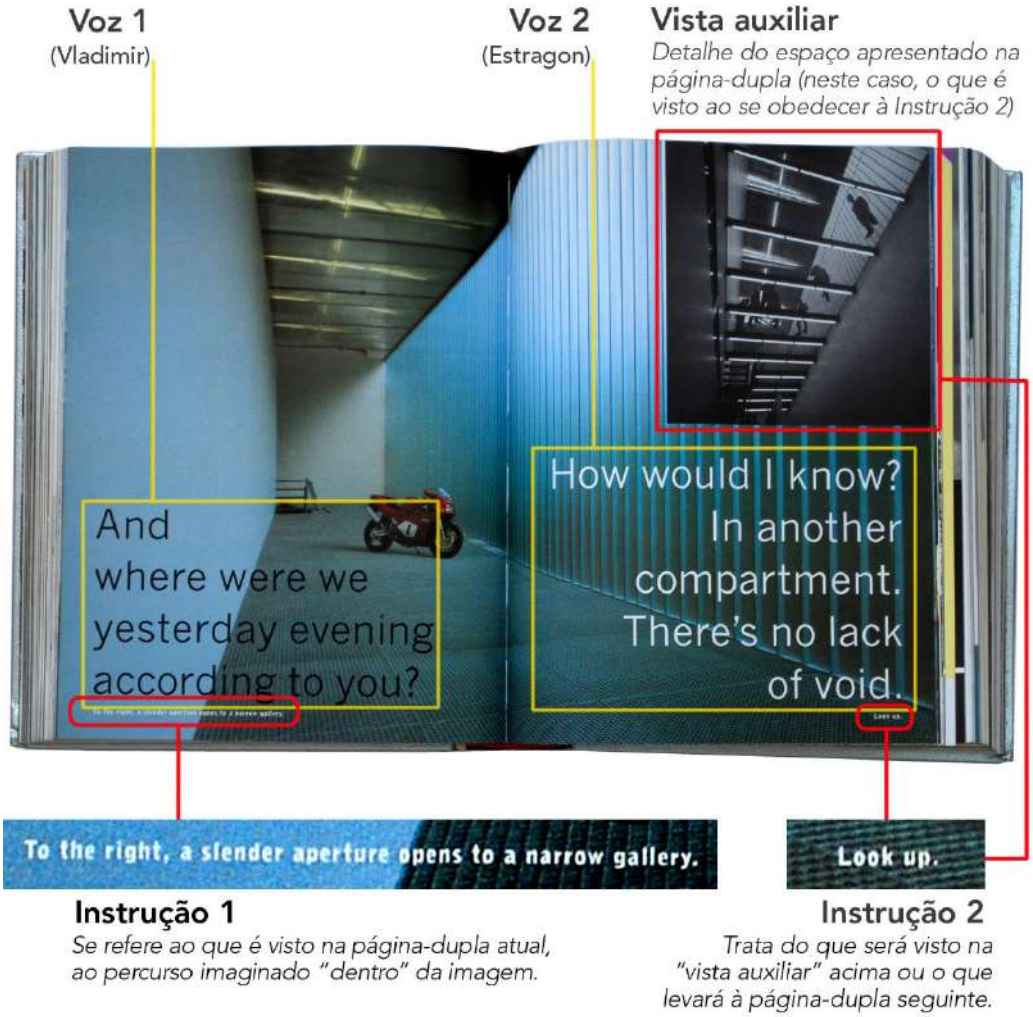


Figura 4 - Análise gráfica identificando os elementos principais da página-dupla de *Life in a box?* a partir da página 448-449.
Fonte: arquivo do autor.

As "vistas auxiliares" estão presentes na maioria das páginas-duplas do capítulo (11 delas) e são sempre uma única foto relativamente pequena (um quinto da área da página, aproximadamente), localizada no canto superior direito de cada página-dupla. Essas fotos menores não dialogam entre si, mas sim com a grande imagem à qual se sobrepõe: mostram sempre uma variação, um detalhe ou um ângulo diferente do mesmo ambiente mostrado na foto maior de fundo, ou ainda outro ambiente visível a partir do mesmo; em geral, são preto-e-branco quando as fotos maiores são coloridas, e vice-e-versa.

As "instruções" são a informação verbal mais discreta, formada por uma sequência de sucintos apontamentos de percurso: pequeninas letras brancas na barra inferior das páginas, que dizem para onde ir e para que direção olhar ("aproxime-se do edifício pelo boulevard", "entre na rampa pelo dique", "no meio da descida, entre no auditório", "vire a esquerda", "olhe para cima", "veja a audiência, mas não ande até lá"); as fotos de página-dupla e

as fotos menores sobrepostas em geral equivalem àquilo que se veria ao obedecer a essas instruções, o que reforça o aspecto de sucessão das informações visuais. Em várias das fotos de página-dupla, por outro lado, o ângulo e enquadramento parecem tirar partido da ordem de leitura condicionada pela mídia livro — varredura visual esquerda-direita, nos leitores ocidentais — para reforçar a sequencialidade da apreensão, já sugerida pelas instruções.

O "diálogo", por fim, é a mais saliente e inusitada das informações verbais sobrepostas às páginas: em letras muito grandes (mas da mesma família predominante no livro), com parágrafos alinhados ao canto inferior externo de cada página (logo acima das instruções de percurso), lê-se uma série de frases que, logo, percebe-se serem de uma conversa entre duas vozes não identificadas ("Voz 1" e "Voz 2" na Figura 4). Em cada página há uma única frase: as da primeira voz estão sempre na página esquerda, em letras pretas; as da segunda, na página direita, em letras brancas. Em alguns momentos essas frases são curtas; em outros, ocupam grande área de suas páginas, "poluindo" a foto de fundo e, às vezes, até a foto menor no canto superior; em outros, ficam quase invisíveis devido ao fundo muito claro ou escuro da foto. Essas palavras não "participam" do espaço das fotos, mas "flutuam" sobre elas como em uma camada transparente imaginária entre foto e leitor. Esse diálogo nem começa e nem acaba na apresentação do projeto, nem estabelece qualquer relação com o passeio arquitetônico realizado; na verdade, não parece ter *qualquer conteúdo reconhecível* afora a tentativa circular de um dos personagens de se lembrar de algo que não sabe o que é.

O texto, contudo, produz estranhas reverberações na leitura inicial que se tem das fotos — até porque a sobreposição induz o leitor a pensar de início que há, afinal, *alguma* relação com o que está sendo mostrado nas imagens. Só na última página dessa *promenade architecturale* é que o leitor atento pode descobrir, em letras pretas minúsculas, que o colóquio misterioso é um trecho da peça *Esperando Godot*, de Samuel Beckett[4]; ou seja, trata-se de um trecho cuja cadência e significado interno são completamente independentes daqueles do passeio pelo Kunsthal. A escolha da peça e do trecho, contudo, não parecem de todo aleatórias: não é difícil relacionar a circularidade da conversa entre os personagens Vladimir e Estragon com o movimento em espiral realizado pelo trajeto no edifício, no qual volta e meia se retorna a pontos já visitados, ainda que em outro ângulo.

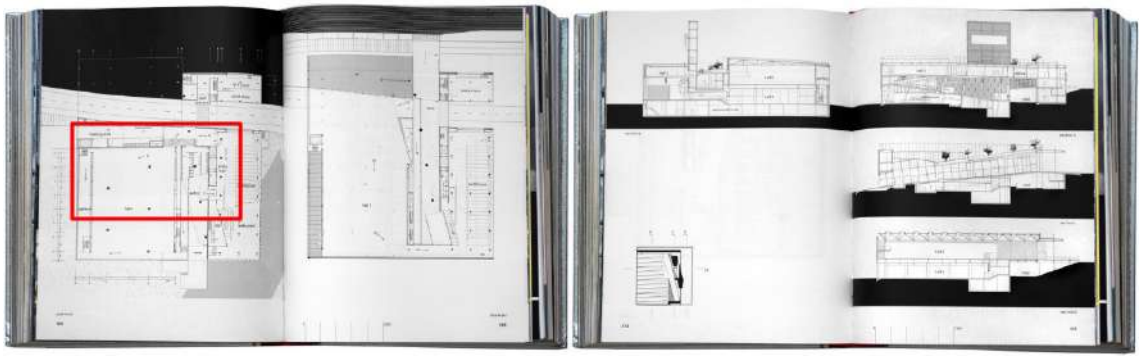
Segundo a editora Jennifer Sigler (2011), originalmente a sequência de páginas "fotográficas" do capítulo tinha dificuldade em manter o interesse da leitura; numa evidente inspiração cinematográfica, a intenção de incorporar o diálogo teatral às fotos foi conferir ao passeio uma "trilha sonora" que intensificasse a impressão de cadência e duração. O resultado também tem o efeito de provocar estranhamento atiçar a curiosidade, engajando o leitor a tentar descobrir onde a fala vai chegar e o que significa. A sobreposição das "vozes" à sequência fotográfica gera a impressão de uma conversa casual que ocorre enquanto duas pessoas passeiam pelo edifício; como se o leitor ouvisse o diálogo de outros dois transeuntes enquanto "andasse" pelo local (através das fotos), ou como se o trajeto mostrado fosse justamente aquele apreendido pelos olhos dos próprios interlocutores fictícios, no estado de

[4] Obviamente, leitores bem familiarizados com a peça poderiam reconhecer a referência de imediato. Estudiosos de Beckett podem notar ainda que a pergunta-título do capítulo faz referência a "Life in the box", um influente ensaio do crítico Hugh Kenner sobre *Esperando Godot*, incluído em seu livro *Samuel Beckett: a critical study*, de 1968.

"distração" típico da vivência cotidiana da arquitetura. Na verdade, a hierarquia das informações indica o reconhecimento da primazia dessa fruição distraída; uma vez que os textos das "instruções de percurso" são pequenos e fáceis de ignorar numa leitura rápida, pode-se até considerar que a primeira experiência de leitura que os autores imaginaram para o capítulo seja aquela guiada primariamente por esses diálogos: o edifício é aquilo que é visto "ao fundo", com atenção ou deslumbramento pontuais, enquanto se tenta entender o que, afinal, essas "pessoas" estão dizendo.

Após o término do *tour*, a apresentação interrompe radicalmente o fluxo verbo-visual anterior, com as três páginas-duplas finais contendo quatro plantas cortes do edifício: desenhos bem tradicionais, razoavelmente detalhados, monocromáticos e discretos, dispostos sobre páginas brancas. O exame detalhado das plantas, porém, revela um detalhe importante: setas que equivalem a cada passo dado no trajeto fotográfico, numeradas de acordo com a sequência realizada desde a entrada pela rua superior até se chegar à cobertura da edificação (ver o destaque ampliado da Figura 5). A fruição "cinematográfica" do edifício pode, então, ser mapeada retrospectivamente pelo leitor para realizar a construção mental do esquema geométrico-espacial. Assim, após o "passeio guiado" fluido pelas páginas, a experiência de leitura exigida para se aproveitar os números e setas nas plantas é a do vai-e-vem entre estas e cada um dos "passos" recém vistos. Trata-se do tipo de movimento pendular entre distintas modalidades de representação geralmente exigida para a compreensão global do objeto edificado, e que também serve para coordenar e unificar a apreensão "em primeira pessoa" que perspectivas e fotografias oferecem apenas fragmentariamente.

Por fim, é importante destacar como o percurso espiralado construído no livro procura destacar características de "adjacência" da arquitetura retratada: a multiplicação de perspectivas, a complexidade da convivência de tantas situações e experiências arquitetônicas uma próxima à outra, mostrando a existência de "vida" na "caixa". Ao destacar a grande densidade de variações e sua fluidez de acesso, a apresentação do Kunsthal resume uma espécie de microcosmo no qual *complexidade* e *integração*, temas arquitetônicos essenciais para OMA, são manifestados sem serem evocados.



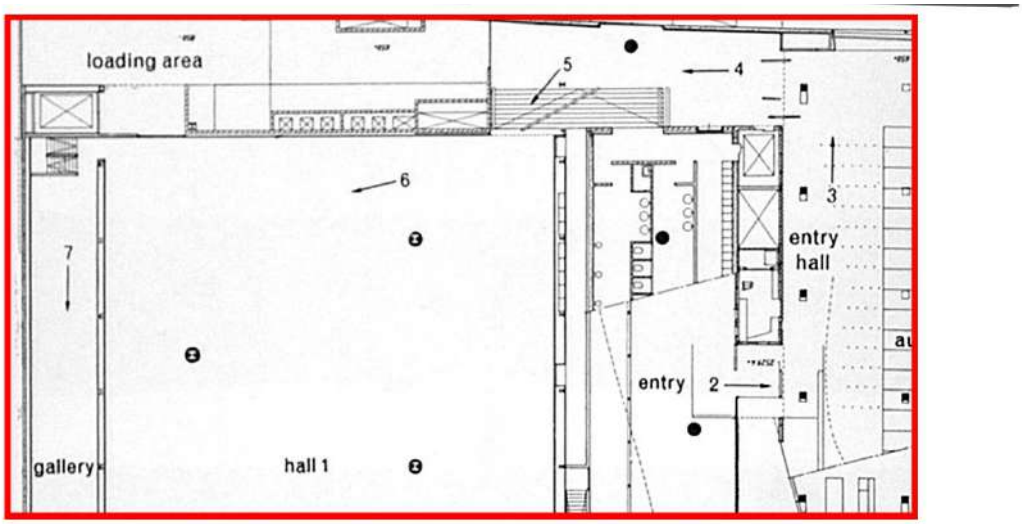


Figura 5 - Acima, páginas-duplas de plantas e cortes, respectivamente p. 468-469 e p. 472-473, com indicação de área ampliada em vermelho. Abaixo, detalhe recortado e ampliado da planta da página 468, com os números de indicação de percurso.
Fonte: arquivo do autor.

O caso da apresentação do Kunsthal ilustra bem o efeito de certos aspectos básicos da do design de *S, M, L, XL*, em especial na atitude "cinemática" buscada. A leitura do capítulo mostra, por exemplo, que o tamanho e formato do livro se adequa bem à fruição desejada: suas páginas-duplas permitem imagens grandes o suficiente para "envolver" o olhar, mas ao mesmo tempo têm dimensões contidas o suficiente para que o leitor não tenha que se afastar do livro para ver o todo, e nem tenha que ver cada página-dupla em movimentos muito longos do olhar (o que repartiria sua fruição em várias "tomadas").

A a duração alongada do capítulo, por outro lado, parece uma escolha retórica e estética. Afinal, do ponto de vista da inteligibilidade elementar, uma apresentação até mais eficiente de Kunsthal poderia se efetuar com bem menos de 44 páginas. O mesmo pode ser dito para *S, M, L, XL* como um todo: de uma perspectiva estritamente econômica, não é exagero dizer que com metade das 1380 páginas o conteúdo "essencial" do livro já poderia ser comunicado de maneira eficiente, detalhada e, ainda assim, visualmente instigante. Além das "inserções" constantes de imagens, textos e elementos (aparentemente) sem relação direta com os conteúdos das apresentações de projeto, a grande quantidade de imagens ocupando sozinhas páginas-duplas inteiras é desnecessária do ponto de vista da simples eficiência comunicativa das informações pictóricas. Um alongamento da quantidade de páginas dedicadas à apresentação poderia até servir à busca pela descrição e discussão exaustiva dos projetos, mas não é o caso de "*Life in the box*?". Na verdade, os episódios de *S, M, L, XL*, raramente se preocupam em esmiuçar de fato os projetos.

Ainda assim, a abundância de páginas não é mera prodigalidade. No capítulo examinado, pode-se ver que a extensão incomum da apresentação se relaciona à possibilidade de exploração de efeitos, pausas, gradações, continuidades e choques; uma adição de "temporalidade" e "espacialidade" que busca tanto ocasionar uma experiência imersiva quanto produzir eventuais disrupções. Seu design, portanto, se preocupa menos com a inteligibilidade imediata dos conteúdos projetuais e mais em estabelecer certa *intensidade de fruição* dessa informação e em *agregar significados* através dessa fruição.

4 Considerações Finais

No exemplo de apresentação projetual aqui analisada, a linguagem gráfica dedica-se a explorar a mídia livro para expandir significados e impressões do projeto e da edificação. Nota-se preocupação menor com uma representação detalhada dos caracteres físico-espaciais do edifício do que com criar outras experiências de comunicação da arquitetura. Conforme já comentado, apresentações de projeto possuem funções intrinsecamente persuasivas; no exemplo estudado, porém, não é exagero considerar que a apresentação parece tão interessada em ressaltar a qualidade particular do projeto quanto em ressaltar sua própria qualidade como experiência de leitura.

Por um lado, o estranhamento produzido pelas diversas camadas de informação sobrepostas redireciona repetidamente a atenção do leitor ao próprio ato de representação e comunicação da arquitetura empreendido em *S, M, L, XL*. Contudo, é igualmente possível apontar que esse estranhamento guarda considerável homologia com a própria experiência espacial que OMA escolheu conferir a seu Kunsthal. Retomando o termo de Bruce Mau, pode-se dizer que o livro tenta *comportar-se* como a arquitetura que mostra.

Essa homologia do escritório e das obras com a mídia livro, por sua vez, tem em si mesma funções retóricas próprias: ela é *persuasiva* a respeito da engenhosidade dos produtores do livro. O uso criativo da linguagem é componente decisivo da construção do *ethos* do discurso, da imagem daquele que enuncia. E *S, M, L, XL*, afinal, é um *produto* de OMA, tanto quanto seus projetos arquitetônicos; assim, ele não apenas veicula e divulga representações documentais de projetos do estúdio, mas é em si mesmo um projeto deles, uma *amostra* de suas atividades, atitudes e, principalmente, da *inteligência* de OMA, de Rem Koolhaas e de Bruce Mau. Como todo "portfolio", *S, M, L, XL* tem intenção de convencer o público menos da qualidade de alguma obra em particular (como uma prancha de concurso) do que da *criatividade do projetista*. Esse, afinal, seria o objetivo central do papel da configuração dos livros contemporâneos de autoapresentação de arquitetos: usar a engenhosidade da linguagem consubstanciada no design e no texto para atestar e manifestar a habilidade criativa e intelectual de seus autores.

Longe de um ponto final, obviamente, este último apontamento é antes um ponto de partida; há muitos livros a serem considerados e analisados a partir dele. Para estudos posteriores, recomenda-se novamente os autores já mencionados na introdução, principalmente Tavares e Colomina. Na tese que origina este artigo (SOUZA, 2015), por sua vez, pode-se encontrar mais estudos de caso, discussão de metodologia de análise e, sobretudo, um aprofundamento da reflexão esboçada nestas considerações finais.

Referências Bibliográficas

BULMAN, Luke (org). **Books and Architecture**. Yale School of Architecture, 2018. URL: http://www.booksandarchitecture.org. Acesso: 03/03/2019.

CARPO, Mario. **Architecture in the Age of Printing: Orality, Writing, Typography, and Printed Images in the History of Architectural Theory**. Cambridge: The MIT Press, 2001.

COLOMINA, Beatriz. Architectureproduction. In RATTENBURY, Kester (org.). **This is Not Architecture: Media Constructions**. Londres: Routledge, 2002, pp. 205-221.

COLOMINA, Beatriz. **Clip, Stamp, Fold: The Radical Architecture of Little Magazines, 196X to 197X**. Barcelona: ACTAR Publishers, 2010.

JENCKS, Charles. Post-Modernism and the revenge of the book. In: RATTENBURY, Kester. (org.). **This is Not Architecture: Media Constructions**. Londres: Routledge, 2002, pp.174-197.

KOOLHAAS, Rem, MAU, Bruce. **S,M,L,XL (Small, Medium, Large, Extra-Large).** New York: Monacceli Press, 1998 (3ª Ed.).

KUBO, Michael. Publishing Practices. **Archis** 2009 nº4, 01/04/2009. URL: http://volume project.org/publishing-practices/. Acesso: 12/09/2018.

*MAU, Bruce**. Life Style***. London: Phaidon Press Limited. 2000.

RATTENBURY, Kester. Architecture Books. **Icon Magazine**, nº 015, September 2004. URL: https://www.iconeye.com/component/k2/item/2703-architecture-books-%7C-icon-015-%7C-september-2004. Acesso: 12/09/2018.

SIGLER, Jennifer. Editalk with Jennifer Sigler. Entrevista concedida a B. Mcgetric. In MCGETRIC, B. **Who Is Architecture? Conversations on the Borders of Building**. Hong Kong: Timezone 8, 2011 10/01/2009. URL: http://www.brendanmcgetrick.com/blog/2009/10/ 01/ editalk-with-jen-sigler/. Acesso: 18/08/2012

SOUZA, Gabriel Girnos Elias de. **Ficções projetuais: projeto gráfico e discurso profissional em livros contemporâneos de escritórios internacionais de arquitetura e urbanismo**. Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes & Design, 2015.

TAVARES, André. **Uma Anatomia do livro de arquitetura**. Porto: Dafne Editora, 2016.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS DE EDIFICAÇÕES VIA METODOLOGIA BIM – INTEGRAÇÃO ENTRE SOFTWARES DE PROJETO

RODRIGUES, Glauco José de Oliveira[1],
SANTOS, Natália Victoria[2].

Resumo

Por meio da história das construções, observa-se que a complexidade do processo da engenharia civil vem aumentando ao longo dos séculos. A falta de compatibilização de projetos vem sendo um dos principais fatores de ineficiência e desperdício de material na construção devido à falta de vinculação adequada entre projetos durante as fases de planejamento e execução da obra. Hoje, escritórios de engenharia e arquitetura realizam projetos diversos de forma independente, tendo sua real sobreposição apenas na fase construtiva. Torna-se então necessária a criação de métodos onde haja interoperabilidade, permitindo a correção de erros ainda na fase de desenvolvimento. A tecnologia BIM apresenta o formato IFC, o *Industry Foundation Classes*, como um formato de arquivo universal onde a existência de dados abertos e acesso não proprietário permite que um mesmo arquivo seja legível em diferentes plataformas e possibilita que qualquer desenvolvedor implemente o IFC no seu software. Para melhor compreensão das formas de integração e execução de projetos foi feito esse estudo dos métodos de integração entre os softwares Revit e CypeCAD.

Palavras-chave: BIM; Computação Gráfica; Modelagem.

Abstract

Throughout the history of structural engineering, constructions have become more and more complex. Compatibility issues between projects have been one of the major factors for inefficiency and material wastage on construction sites due to lack proper linkage between projects during the planning and execution phase. Nowadays, engineering and architecture offices make many projects among others apart, having they overlapped only during construction phase. It is necessary to create methods when there is interoperability, allowing the correction of errors still in the development phase. The BIM technology presents the IFC format, also known as *Industry Foundation Classes*. It's a universal file format where the existence of open data and non-proprietary access allows the same file to be readable across different platforms and enables any developer to implement IFC format in their software. To better comprehension on the variety of ways of integrations and execution of projects, this study's been done on the different methods of integration between the softwares Revit and CypeCAD.

Keywords: BIM; Graphic Computation; Modeling;

[1] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Ex-aluna Colégio Pedro II.
nataliasvictoria@gmail.com
[2] Universidade do Estado do Rio de Janeiro glauco.rodrigues@oi.com.br

1 Introdução

1.1 Considerações iniciais

O presente texto intenta uma reflexão sobre como a construção civil trabalha nos dias de hoje e o que as tecnologias já desenvolvidas e em fase de desenvolvimento podem melhorar a área. Ao longo da história obras de engenharia vem se tornando cada vez maiores e mais complexas necessitando um nível de qualidade e precisão cada vez maior para obtenção dos resultados esperados.

Teicholz (2004) em seus estudos de produtividade do trabalho da indústria da construção, destaca que grandes empresas da área de tecnologia vêm crescendo exponencialmente em termos de produtividade enquanto o setor de construção civil se encontra praticamente estagnado nos últimos 50 anos. Isso se deve em grande parte na falta de planejamento prévio, autorização de início das obras com projetos preliminares e compatibilização de projetos só na fase construtiva, fase está que qualquer problema gera significados custos orçamentários e de tempo para todas as partes.

Os custos de intervenção na estrutura para atingir nível de durabilidade e proteção, crescem exponencialmente quanto mais tarde for a intervenção (HELENE, 1997). A evolução desses custos se assimila a uma progressão geométrica de razão 5 conforme a lei de evolução dos custos. (SITTER, 1984). Analogamente é possível analisar que o custo de intervenção nas construções por problemas de compatibilização também cresce exponencialmente conforme o problema avança de uma fase da obra para outra.

Tradicionalmente é desenvolvido um projeto arquitetônico preliminar, onde o mesmo é enviado para os projetistas estruturais e instalações, que desenvolvem seus projetos de forma independente, com pouca ou nenhuma verificação de compatibilidade entre eles nessa primeira fase da obra.

Para mudar esta concepção de projetar destaca-se o BIM (*Building Information Modeling*) como uma tecnologia em pleno desenvolvimento onde nos últimos anos diversas empresas vêm se adaptando a ele. Do inglês, *Building Information Modeling* ou Modelagem de Informação na Construção, a tecnologia BIM surge como um meio de integração de projetos através da sua sobreposição e migração entre diversas plataformas. Com isso, os profissionais que antes trabalhavam de forma isolada conseguem em um mesmo arquivo integrar diversos projetos. Por esse método é possível a otimização de materiais e mão de obra, reconhecimento de interferências ainda nas primeiras fases da obra, aperfeiçoando cronogramas, aumentando a qualidade e agilidade na construção.

A figura 1 apresenta a integração proporcionada pelo uso do *Build Information Modeling*, pode-se observar que os projetos, com seu uso, são partilhados por diversos tipos de profissionais, de forma simultânea.

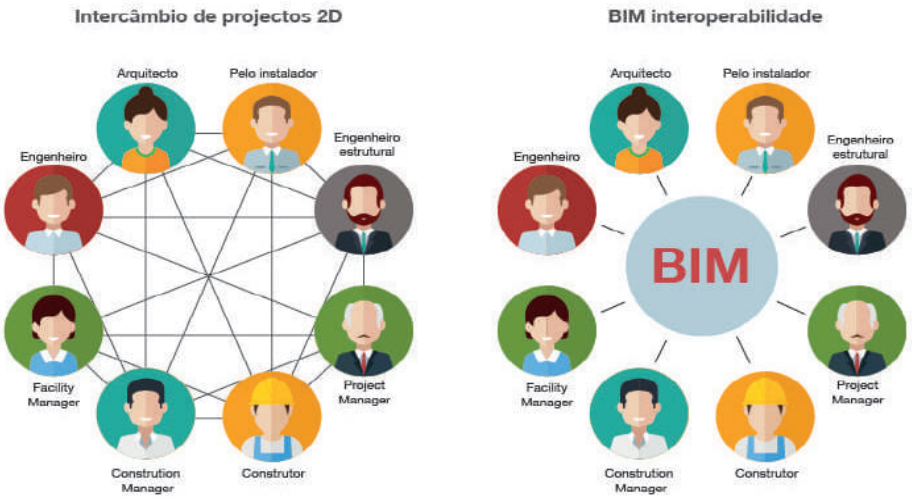


Figura 1 - Interoperabilidade entre profissionais da AEC.
Fonte: Biblus. Disponível em < http://biblus.accasoftware.com/ptb/ifc-o-que-e-e-para-que-serve--qual-e-a-ligacao-com-o-bim/grafico_ifc-pt-2/> Acessado em 12 de novembro de 2018.

Essa interoperabilidade ocorre com o auxílio do formato IFC. O *Industry Foundation Classes* é um formato de arquivo universal de dados abertos e acesso não proprietário. Em outras palavras, ele permite que qualquer desenvolvedor possa implementá-lo em sua plataforma.

Eastman et al. (2014) destaca ainda que o IFC é o único modelo existente de dados de forma não proprietária, pública com um bom desenvolvimento para indústria de arquitetura, engenharia e construção. Sua cobertura vai desde a geometria do objeto, as relações entre eles, as propriedades e metapropriedades dos mesmos.

Esse processo será focado no estudo da compatibilidade entre os softwares REVIT (2019) e CYPECAD (2019). O REVIT (2019) é um programa focado na elaboração de projetos com suporte no colaborativo e multidisciplinar, incluindo projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos, hidrossanitários e mecânicos. Já o CYPECAD (2019) foi desenvolvido para dimensionamento de projetos estruturais em concreto armado, protendido, pré-moldado, aço, estruturas mistas e madeira. Seu dimensionamento é capacitado para as normas de concreto armado (ABNT NBR 6118), estruturas metálicas (ABNT NBR 8800), fundações (ABNT NBR 6122), carregamentos (ABNT NBR 6120), barras (ABNT NBR 7480), ventos (ABNT NBR 6123) e ações e combinações (ABNT NBR 8681). (MULTIPLUS, 2019).

Trabalhos semelhantes já foram desenvolvidos por autores como a integração dos softwares da mesma companhia o REVIT e o ROBOT feito por Braunstein (2016). Além dele, Bard (2018) realizou uma tentativa de integração do CYPECAD com o REVIT, considerando apenas as formas na sua integração e não conseguiu um resultado satisfatório. Com isso, o presente trabalho pretende realizar uma análise mais profunda dos métodos de integração entre os softwares, em busca de um resultado favorável a realização da metodologia BIM.

No Brasil uma obra de grande porte utilizando essa tecnologia é a Arena MRV, uma parceria entre o Clube Atlético Mineiro e a empresa de engenharia MRV. Ainda não iniciada, a obra para a realização do estádio do clube vem sendo abordada congressos de discussão BIM, como ocorreu o estudo de caso pelo sócio diretor da Farkasvölgyi Arquitetura, Bernardo Farkasvölgyi no segundo dia da BIM Experience 2018. Ainda em fase de projeto como mostrado na

figura 2, o início das obras tinha perspectiva de 2018 e atualmente está para 2019, a arena é um empreendimento de capital privado para construção de um estádio para o clube.

Figura 2 - Vista frontal do projeto da Arena MRV.
Fonte: Site da MRV Arena. Disponível em: < http://www.mrvarena.com.br/?gclid=Cj0KCQiA_4jgBRDhARIsADezXcj_b5FqIPG0hj_pQ7jR6IhA6L8K_QY2F9IN80-nvSoGhI_QLFRLC_UaAkBZEALw_wcB >. Acesso em 01 de dez de 2018.

1.2 Justificativa

Segundo Castelani e Santos (2016), a indústria da construção civil desperdiça diversos recursos humanos e materiais. Tal fato segundo eles se dá pelo grande volume de dados inerentes a um empreendimento, envolvimento de diversas pessoas e organizações com limitações e capacitações diferentes.

Além disso, Eastman et al. (2014), destaca que os problemas de projeto tais como inconsistências e imprecisões tornam difícil a fabricação de materiais fora do canteiro pois somente lá é possível descobrir as condições exatas da etapa em questão. Por conta disso, a produção se torna mais demorada, cara e de baixa precisão.

Torna-se então necessária a criação de métodos onde haja interoperabilidade, permitindo a correção de erros ainda na fase de desenvolvimento. Dessa forma surge o conceito de *Building Information Modeling* ou Modelagem de Informação na Construção como um processo maior que qualquer software (LAISERIN, J. 2007) e uma alternativa para redução de desperdícios e interferências entre projetos.

Ainda segundo Eastman et al. (2014), acredita-se que o BIM trará benefícios também para a sociedade no geral, por argumentarem que edificações melhores consomem menos recursos naturais e financeiros, além de exigirem menos manutenção.

Entretanto, muito se fala sobre as vantagens e desvantagens da metodologia BIM, suas aplicações e a mudança de mentalidade no conceito de projetar e executar obras, mas raras são as literaturas que elucidam métodos de produção de projetos efetivamente compatibilizados e como a engenharia estrutural pode participar dessa integração.

Com isso objetivo deste estudo foi avaliar as formas de integração entre softwares Revit e CypeCAD durante a elaboração de um projeto estrutural de uma edificação multifamiliar.

2 Vantagens e desvantagens da implementação do BIM

Eastman et al. (2014) destaca em seu livro os benefícios e os problemas oriundos da implementação do BIM. Dentre os aspectos positivos destacam-se a realização de um modelo de construção vinculado a uma base de custos que permite gerar uma estimativa relativamente precisa de orçamento; Correção automática de erros inerentes a sobreposição de projetos; Redução de gasto pela detecção de erros ainda na fase de projeto; Possibilidade de colaboração entre múltiplas disciplinas de forma instantânea; Capacidade de simular o processo construtivo e expor a aparência da construção e do canteiro vinculado ao cronograma físico. Quantos aos problemas inerentes dessa implementação pode-se destacar a dificuldade de alinhamento de técnicas para os diferentes membros da equipe; Questões legais acerca do direito de propriedade dos dados de projeto, bem como de quem são as responsabilidades e os custos; Custos e responsabilidades pela implantação do BIM na empresa.

Reitera-se como vantagens em se optar em desenvolver os modelos nas plataformas IFC segundo o Site Oficial da Autodesk: Possibilidade de detectar erros de compatibilização ainda em fase de projetos e que só seriam reconhecidos em fase construtiva; modelagem interativa e de fácil reconhecimento para clientes com a possibilidade de renderização para melhor visualização; interoperabilidade entre diversos softwares incluindo todos os programas da Autodesk; produção de diversas fases da construção integradas de forma eficiente ganhando velocidade e permitindo o trabalho simultâneo por diversos profissionais; quantificação de materiais de forma instantânea, tanto da parte estrutural como de todos os materiais de construção, gerando um orçamento global e completo da obra.

As desvantagens oriundas da aplicação da metodologia envolvem o elevado tempo para mudança de mentalidade e capacitação dos usuários e o elevado custo financeiro da aquisição dos softwares. Esse preço elevado pode gerar uma barreira para a implementação do BIM para autônomos e empresas de pequeno e médio porte. No Brasil, como descrito anteriormente, o Estado caminha para a obrigatoriedade do BIM nas obras públicas. Com isso, as empresas com pouco capital financeiro para investimento nesse setor acabarão barradas dessa parte do mercado, acentuando ainda mais o oligopólio das grandes construtoras no país.

3 Metodologia

Baseado nos objetivos propostos inicialmente, buscou-se delimitar a metodologia de forma a destacar a forma de modelagem de um projeto estrutural e elucidar a viabilidade da interoperabilidade entre softwares. Nesse sentido, conforme a figura 3, o estudo começa com a importação de do modelo arquitetônico pré-modelado para o template estrutural que será o local de modelagem da estrutura. Feito isso, são lançados os elementos de pilar, viga, laje e carregamento. Depois de verificada a consistência da modelagem a mesma é exportada para o CypeCAD em diversos formatos de IFC para verificação de qual melhor atende o objetivo do estudo que por sua vez é o intercâmbio do maior número de informações possíveis. Esses modelos são então analisados e por fim o melhor modelo importado será dimensionado e produzida suas formas.

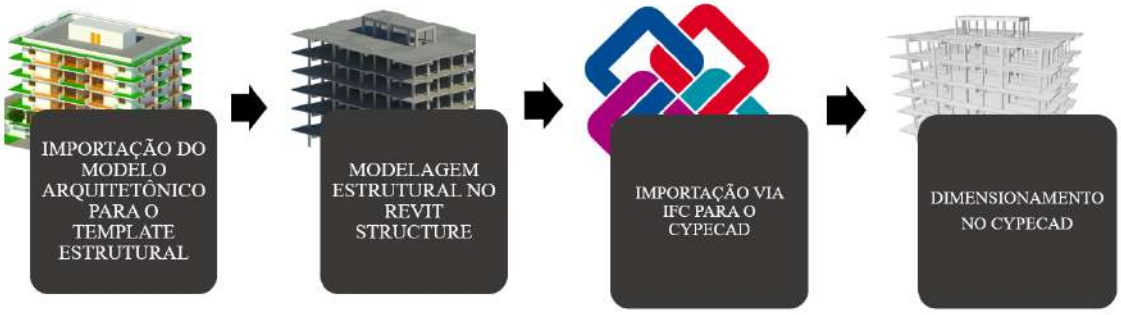


Figura 3 - Etapas do Estudo.
Fonte: A autora, 2019.

3.1 Modelo arquitetônico

O projeto a ser modelado é um edifício de cinco pavimentos tipo, garagem, entrada, cobertura e pavimento único de autoria própria apresentado na figura 4. Por esse modelo é possível a obtenção de diversas informações vitais para a obra tais como a geração de quantitativos de vedação, esquadrias, plantas executivas, cortes e estudo solar. Para o projeto será utilizado o modelo apenas para efeitos de compatibilização e importação de níveis.

As plantas arquitetônicas e a modelagem arquitetônica feita no REVIT (2019) não serão abordadas no presente trabalho, mas são apresentadas abaixo para melhor visualização.

Figura 4 – Modelo Arquitetônico.
Fonte: A autora, 2019.

3.2 Modelagem dos pilares

O início da modelagem dos pilares, conforme figura 5, começa com a configuração das dimensões e propriedades físicas dele. No programa já existem colunas pré-carregadas que vem junto ao template escolhido. Entretanto, torna-se necessária a configuração deles para se adaptar ao projeto.

Para adaptar-se ao modelo arquitetônico existente, consoante as dimensões mínimas para pilares segundo a norma de projetos em concreto armado, a NBR 6118/2014, foram definidos pilares de dimensões 25 x 30 cm e 25 x 50 cm, ambos com material estruturado definido como concreto moldado in loco com fck 30MPa e para classe de agressividade moderada um recobrimento de 30 mm conforme a tabela 7.2 da NBR6118/2014.

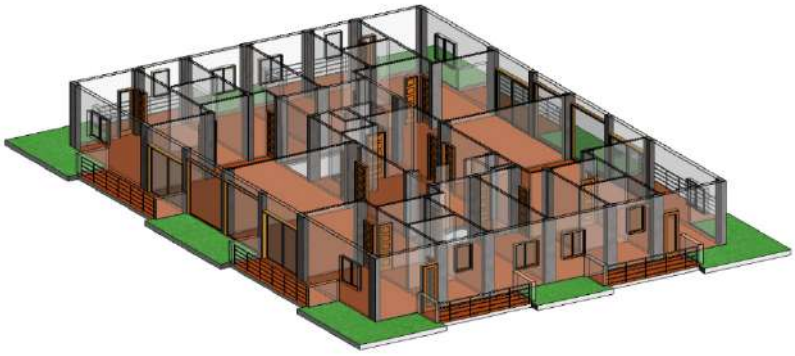


Figura 5 – Vista Compatibilizada - Pilares.
Fonte: A autora, 2019.

3.3 Modelagem das vigas

A modelagem das vigas segue o lançamento similar ao de uma alvenaria, conforme figura 6. Os eixos são usados como guias para lançamento das vigas definindo duas interseções de eixos ou o centro de um pilar como o início e o fim de uma viga.

Para um estudo preliminar da estrutura foram lançadas vigas de dimensões 20 x 60 cm com as mesmas características físicas dos pilares, ou seja, em concreto moldado in loco com fck 30MPa e para classe de agressividade moderada um recobrimento de 30 mm conforme a tabela 7.2 da NBR6118/2014.

Figura 6 – Vista Compatibilizada - Vigas.
Fonte: A autora, 2019.

4 Métodos de exportação

Hoje no mercado, existem algumas versões de IFC cada uma com sua peculiaridade. Nesse sentido foi testado as formas de exportação utilizando todos os tipos de IFC presentes no mercado para verificação.

O site da empresa Autodesk (2018) define as seguintes versões:

- IFC 2x2: Responsável pela definição de vista do modelo Coordination View.

- IFC 2x2 Singapore BCA e-Plan: Utilizado para o envio de arquivos para o servidor Singapore BCA e-Plan Check.
- IFC 2x3: Responsável pela definição de vista do modelo Coordination View.
- IFC 2x3 2.0: Responsável pela definição de vista do modelo Coordination View 2.0.
- IFC 2x3 GSA: Responsável para enviar arquivos para o US Government Services Administration.
- IFC 2x3 Basic FM: Usado principalmente na Bavária para ativar a entrega do gerenciamento de informações para instalação.
- IFC 2x3 Extended FM: Formato IFC equivalente de saída COBie requerida pelo Governo da Inglaterra para seu mandato 2016 Level 2 BIM para a colaboração no serviço do setor público.
- IFC 4: Definida pela buildingSMART podendo ser vista de transferência ou de referência. O IFC de referência cria um modelo que não pode ser modificado.

5 Resultado das exportações

A tabela 1 apresenta os resultados da exportação do modelo estrutural do REVIT (2019) para o CYPECAD (2019).

Tabela 1 - Elementos exportador por tipo de IFC

TIPO DE IFC	Materiais	Níveis	Pilares	Vigas	Lajes	Carregamentos
IFC 2x2 Coordination View	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
IFC 2x2 Singapore BCA e-Plan Check	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
IFC 2x3 Coordination View	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
IFC 2x3 Coordination View 2.0	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
IFC 2x3 GSA Concept Design BIM 2010	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
IFC 2x3 Basic FM Handover View	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
IFC 2x3 COBie 2.4 Design Deliverable	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
IFC 4 Reference View	ERRO AO IMPORTAR PARA O CYPECAD					
IFC 4 Design Transfer View	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO

Fonte: A autora, 2019.

Avaliando os resultados é notável que os tipos de elementos efetivamente importados para o CYPECAD (2019) são os mesmos independentes do tipo de IFC utilizado, influenciando apenas na quantidade de elementos de cada tipo que são reconhecidos.

Especificando cada elemento analisado, deve destacar que enquanto os pilares por apresentarem o melhor desempenho na importação, conservando geometria e posição. Por outro lado, os elementos de vigas e os carregamentos são completamente perdidos, mesmo as vigas sendo inicialmente reconhecidas no ato de importação. Lajes, por outro lado, são importadas em forma de máscaras, necessitando toda sua caracterização.

Quanto as características cabem ressaltar a importação completa dos níveis e a necessidade de reinserção de dados das características dos materiais. Esse último nem sendo apresentado como opção na importação, aparecendo apenas na janela de dados da obra.

6 Conclusão

Partindo do micro para o macro verificasse que a interoperabilidade, mais especificamente a capacidade de exportação do REVIT para O CYPECAD ainda é deficiente. Destacando a não compreensão dos elementos exportados de um programa para o outro.

Além disso, a perda de informação varia significativamente, podendo ser completa como foi constatado no elemento de vigas ou parcial como ocorreu na perda de alguns pilares. Nesse sentido, se chega à conclusão que apesar dos diversos fatores positivos que poderiam ser gerados com a integração como a velocidade de produção e a redução de erros devido à realização de projetos de forma simultânea, ela ainda não é completamente aplicada nos programas em questão.

Voltando-se para o macro, mesmo com os crescentes avanços da tecnologia BIM na construção civil ainda é deficiente nas formas de integração entre softwares como se constatou no presente trabalho.

De um lado grandes empresas de tecnologia criam hoje uma vasta gama de programas de projeto, modelagem e análise que trabalham entre si. Por outro lado, a transferência de arquivos entre programas de diferentes desenvolvedores ainda apresenta perda de informação e como consequência essa perda de informação gera gastos em tempo e dinheiro, reduzindo a produtividade. Como consequência, um projetista ou uma empresa fica restrita a adquirir programas de um mesmo desenvolvedor, não escolhendo por fim aqueles que mais lhe agradem.

Entretanto, a transferência dos elementos geométricos e suas posições depois de modelados e integrados ao modelo arquitetônico é um avanço. Essa integração já atende em parte aos engenheiros civis, pois durante esse processo é verificado questões de compatibilidade de projetos que em programas de dimensionamento estrutural onde só se utiliza plantas baixas como máscaras poderia passar despercebidos. E quando essa integração estiver completa e funcional a indústria da construção civil finalmente trabalhara com uma boa produtividade, com um menor número de erros e mais sustentável na sua gestão de recursos e geração de lixo.

Referências

ARENA MRV. Disponível em: <www.mrvarena.com.br/>. Acessado em: 01 de dezembro de 2018.

AUTODESK AutoCAD. Versão de estudante 2018. Autodesk Inc, 2018.

AUTODESK REVIT (2019). Versão de estudante 2019. Autodesk Inc, 2019.

AUTODESK.Help – **Opções de configuração de exportação de IFC**. Disponível em: < https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/REVIT(2019)-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/REVIT(2019)-DocumentPresent/files/GUID-E029E3AD--1639-4446-A935-C9796BC34C95-htm.html >. Acessado em: 14 de outubro de 2018.

BARD, G.N.,2018. **A metodologia BIM na integração de projetos de engenharia – um estudo de caso aplicado a estruturas**. Projeto de Graduação. Universidade Veiga de Almeida, UVA, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

BRAUNSTEIN, F.A.,2016. **Emprego de modelo computacional integrado na plataforma Bim na análise de estruturas de concreto**. Projeto de Graduação. Universidade Federal Fluminense, UFF, Niterói/RJ, Brasil.

CASTELANI, W.; SANTOS, E. T., 2016, "**Normas brasileiras sobre BIM**", Revista Concreto & Construções, outubro - dezembro, Número 84, p.54 – 59.

CYPECAD (2019). Versão de estudante 2019. Cype Ingenieros, 2019.

EASTMAN, C. M., 1975, "**The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design**", Journal AIA, Março, Volume 63, Número 3, p.46-50.

EASTMAN, C. M. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadore**s. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483p.

HELENE, Paulo Roberto Lago. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1997.

JACOSKI C. A., 2003. **Utilização de arquivos IFC na transferência de dados entre projetos digitais**. Artigo para o 16° Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, 08 – 11 de setembro de 2003.

LAISERIN, J., 2007. "**To BIMfinity and Beyond**!", Cadalist, Novembro, Volume 24, Número 11, p. 46-48.

MULTIPLUS, Softwares Técnicos. CYPECAD (2019) – **Software para cálculo estrutural e projeto estrutural**. Disponível em: <https://www.multiplus.com/software/CYPECAD (2019)/> Acesso em:10 de dezembro de 2017.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A LINGUAGEM GRÁFICA DE LYGIA PAPE PARA O "CINEMA NOVO". FILME: MANDACARU VERMELHO (1961)

MARTINS, Maria Clara Amado[1],

Resumo

O desenho é uma expressão gráfica utilizada como recurso de comunicação visual de um objeto a fim de torná-lo legível. A primeira ideia que vem à mente para "desenhar algo" é a constituição do processo, seu aspecto físico, cultural e os instrumentos utilizados para tal. Há que se considerar que o desenho é um processo mental condutor de uma ideia que será exteriorizada em qualquer suporte, e, por ser uma linguagem de representação traduz emoções, sentimentos, pensamentos e ideias filosóficas. O presente trabalho está alicerçado na linguagem gráfica da artista visual Lygia Pape (1927-2004) para a criação dos créditos do filme Mandacaru Vermelho (1961) de Nelson Pereira dos Santos, representante do "cinema novo". Neste estudo de caso o filme apresenta uma temática ligada à região nordeste e os símbolos, caracteres e suportes escolhidos pela artista produzem uma Estética das emoções da história. O objetivo do trabalho é analisar a criação da artista dentro do contexto cultural e cotejar a linguagem gráfica utilizada com sua produção de arte. Para tal, serão apresentados os processos criativos utilizados nesta mídia para estabelecer as afinidades entre o cinema novo e a arte.

Palavras-chave: Linguagem gráfica, cinema novo, Lygia Pape, Mandacaru Vermelho, anos 60.

Abstract

Drawing is a graphic expression used as visual communication feature of an object to make it readable. The first idea that comes to mind to "draw something" is the constitution of the process, its physical, cultural aspect and the instruments used for it. It is necessary to consider that the drawing is a mental process leading to an idea that will be externalized in any medium, and, because it is a representation language, it expresses emotions, feelings, thoughts and philosophical ideas. The present work is based on the graphic language of the visual artist Lygia Pape (1927-2004) for the creation of the credits of the film Mandacaru Vermelho (1961) by Nelson Pereira dos Santos, representative of the "new cinema". In this case study the film presents a theme related to the northeast region and the symbols, characters and supports chosen by the artist produce an aesthetic of the emotions of the story. The objective of the work is to analyze the creation of the artist within the cultural context and to compare the graphic language used with her art production. To do so, we'll present the reative processes used in this media to see the affinities between new cinema and art.

Keywords: graphic expression, new cinema, Lygia Pape, Mandacaru Vermelho 60's.

[1] UFRJ, Centro de Letras e Artes, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
mariaclaraamado@gmail.com

1 Lygia Pape e suas Teias

Lygia Pape está entre as artistas mais relevantes da história das artes no Brasil. Desde 1954 no cenário nacional, sua produção artística é marcada pela multiplicidade tendo atuado em diferentes mídias e suportes como papel, metal, madeira, fotografias, tintas, instalações, joias e filmes. Esta variedade de mídias e a sua criatividade fizeram de sua arte um campo fértil de representação e que, associado ao seu refinamento estético produziram obras como Design de joias, Gravuras Tecelares, Livros-poema, Livro da Criação, Livro do Tempo, Livro da Arquitetura, Livro Noite e Dia, Eat-me: a gula ou a luxúria, Amazoninos, as Tteias, entre tantas outras obras espalhadas em galerias e museus do Brasil e do mundo.

Em 1959 participou do Movimento Neoconcreto junto com seus pares do Rio de Janeiro Amílcar de Castro, Lygia Clark, Reynaldo Jardim, Ferreira Gullar, Cláudio Mello e Souza, Theon Spanudis e Franz Weissmann. Mas, que fique claro que as características daquele movimento já estavam na obra dos artistas que assinaram o famoso Manifesto (MANIFESTO NEOCONCRETO, 1959) e que aquele período deve ser visto como datado. Pelas características apresentadas na obra de Pape não é possível estabelecer uma categoria na qual a artista possa ser classificada, uma vez que sua inteligência artística a fazia caminhar em diversas direções e seu potencial inventivo era imensurável.

As 'Teias' citadas no título apontam para a ideia que a mesma fazia de sua própria obra, na qual todos os caminhos estavam atravessados, tal qual uma tessitura em que as linhas se entrelaçam. Nas teias de sua obra, não havia uma ordem que identificasse o começo e o fim de algum trabalho, posto que seu pensamento contínuo a levava de um livro a outro, ou de uma gravura a um poema, rediscutindo a questão temporal da sua arte. Seu fazer era contínuo, tal qual uma 'teia'.

E, para além deste processo, há que se considerar que a "experimentação" que atravessou toda a obra da artista aparece não só na pluralidade de sua produção, mas também na possibilidade do espectador interagir com o seu fazer artístico através de qualquer sentido. Lygia era uma fenomenóloga e como tal, o momento da suspensão do sujeito na obra ajuda a compreender o caminho do design e do cinema em sua arte.

Por exemplo, em suas xilogravuras Tecelares (Figura 1) uma linha riscada na madeira em diagonal era muito mais que uma representação linear. Na imagem abaixo, a linha em diagonal crescia em direção a novos espaços, que não apenas o da impressão no papel. Pensar a obra fora dos limites deste suporte a tornava maior. Em um depoimento sobre suas gravuras, a artista começa afirmando que estas têm um "caráter essencialmente gráfico", para em seguida completar:

> Uso a gravura dentre os vários meios de expressão artística, enquanto o problema proposto for a realização de uma ideia através dos meios gráficos. Para mim a gravura deverá manter, antes de tudo, esse caráter essencialmente gráfico, sob pena de desvirtuar-se em qualquer outra coisa que não seja mesmo gravura. (SUPLEMENTO DOMINICAL, 1959, p. 6).

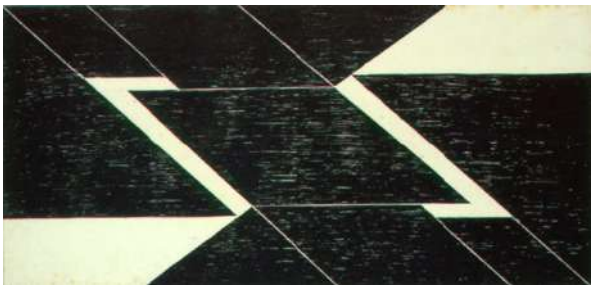


Figura 1 – Xilogravuras Tecelares, 1959
Fonte: Disponível em http://www.lygiapape.org.br. Acesso em: 16 abr. 2019.

Pape, no mesmo depoimento, ainda agrega valores semióticos ao tratar a cor "negra" impressa como espaço virtual e a 'cor branca' do papel, como espaço real. Ou seja, sem distinção entre arte e design ou design e arte. São caminhos naturais que vão ser incluídos na produção da artista com muita naturalidade. E do design para o cinema.

2 Lygia Pape e o pensamento gráfico

Se por suas gravuras 'Tecelares' é possível fazer a passagem natural para a importância da linguagem gráfica, também é possível ver sua manifestação por outros trabalhos, como o momento em que é convidada pela marca Piraquê para a criação de seu logotipo e toda a programação visual de seus produtos, incluindo as embalagens de massa e biscoitos, além da divulgação nos veículos que transportavam seus produtos. Isto vai acontecer na década de 60 e, considerando a ousadia do convite da marca a uma artista visual, tal fato sedimenta o entendimento de Pape sobre a importância da expressão gráfica como forma de arte.

Ao se transformar em "designer" da marca por quase toda a sua vida, Lygia Pape se tornou responsável pelo ineditismo do método de embalar os biscoitos, abolindo as caixas e criando o formato de pacotes que conhecemos hoje. "Esse novo formato permitiu que as embalagens tomassem a forma espacial de seus conteúdos agregando o próprio volume da embalagem à identidade visual do produto". (MARTINS, 1994, p. 5)

Quando comparadas com as embalagens dos biscoitos Maizena, Goiabinha e Presuntinho, estas palavras-chave fazem sentido, aliadas aos rasgos em diagonal pausados espacialmente como as linhas de força dos Tecelares. Sobre estas gravuras, a artista afirmou:

> Apenas procuro chegar a uma maior síntese possível no campo formal, procuro o máximo de tensão dentro de um vocabulário reduzido intencionalmente. Uso formas geométricas, quase sempre, por sabê-las mais distantes de qualquer alusão ao mundo exterior, e logicamente mais expressivas por si mesmas. (BORJA-VILLEL, 2011, p. 85)

Os Tecelares de Lygia apresentam uma sensibilidade que extrapola as simples questões óticas e seriais de sua própria concepção. E ao mesmo tempo ultrapassam os limites de seu próprio espaço com suas formas inconclusas. Do mesmo modo, a identidade visual das embalagens Piraquê também realiza uma mobilização total do espaço e do tempo, com suas "inconclusões formais", fazendo com que o espectador possa "imaginar" como completá-las, como pode ser percebido na clássica embalagem dos biscoitos Maizena (Figura 2).

Figura 2 - Biscoitos Maisena- Piraquê (Identidade visual criada por Lygia Pape).
Fonte: Disponível em: http://pordoisfios.wordpress.com/2011/06/25/biscoito-maizena.
Acesso em: 15 abr. 2019.

O fato é que a criação da identidade visual da linha Piraquê marcou uma ruptura no mercado com a valorização da relação da arte com o design ou vice-versa. A comprovação vem da durabilidade do seu trabalho.

> De uma forma geral, pode-se dizer que poucos trabalhos de design gráfico são tão duradouros, principalmente na área de embalagens, onde um trabalho não costuma ter vida útil maior do que cinco anos em geral. Estar no mercado há 50 anos é um tributo inegável ao gênio da artista e designer. (LOYOLA, 2011, p.2)

O imprescindível para Lygia Pape passa pela necessidade de exprimir a realidade complexa do homem moderno através da reposição da expressividade como linguagem, por qualquer possibilidade sensorial que se pudesse manifestar. Se as linhas de seus Tecelares são diagonais que se transportam do papel para o espaço, e se outras diagonais marcam uma identidade visual na embalagem de um produto que também supera o objeto, o que predomina é facultar ao participante um exercício para além da simples observação. Novamente a experimentação como característica maior da obra da artista e de quem a recebe, excluindo-se todo o automatismo daquela sociedade.

A passagem para o cinema acontece pelo mesmo entendimento. Obra, espaço, experimentação, expressão gráfica. A própria artista em seus depoimentos estabelecia um momento em que o nascimento do interesse pelo cinema no seu fazer artístico surgia. Segundo ela em vários depoimentos e entrevistas, quando constrói aquela que seria a última página do Livro da Criação – A Luz, em 1958, a artista percebe que uma nova dimensão estava sendo apresentada a ela.

3 Lygia Pape e os letreiros do Cinema Novo: o filme Mandacaru Vermelho (1961).

O Livro da Criação é entendido pela artista como uma sinalização da passagem para o cinema. Nele, a artista estabelece um roteiro no qual trata da criação do homem e do mundo dentro de uma leitura própria e em cada página / unidade criada fazia pequenas esculturas, como disse: "...era como se eu fizesse uma série de pequenas esculturas que desse a leitura da formação do mundo" (PAPE, 1995).

E, como dito anteriormente, aquela que seria a última "unidade" (Figura 3) é assim descrita pela artista: "por fim, a Luz, que é a informação plena" (PAPE, 1995). Ou seja, a Luz é a tradução de um elemento que se apoia entre o visível, o invisível e o legível e no encerrar-se

como unidade de seu livro, teria que ocupar outro lugar de manifestação. A artista mergulha na arte do cinema como mais um fio de sua teia e a sensação da luz torna-se plena na fenomenologia do olhar.

O cinema surge na obra de Pape como consequência de seu processo inventivo, que atravessa o corpóreo e o tátil de sua obra para o espaço e o tempo plenos, assim como a Luz do Livro da Criação. No entanto, há que se refletir que mais que um processo inventivo da artista, o cinema responderá à estrutura convencional da arte como uma forma libertadora. O cinema nos anos de 1960 é uma resposta ao tempo.

Figura 3 - Livro da Criação - "por fim, a Luz, que é a informação plena"
Fonte: Disponível em: http://www.lygiapape.org.br. Acesso em: 16 abr. 2019.

Lygia tem em seu grupo cultural e afetivo cineastas ligados ao que se chamou de 'Cinema Novo' e que ficou conhecido como gênero cinematográfico exclusivamente brasileiro. Este grupo se estabeleceu no cenário áudio visual nacional na segunda metade do século XX e destacou-se por dar ênfase à igualdade social, ao intelectualismo e à valorização das raízes nacionais, fazendo oposição ao cinema que se produzia no Brasil e que consistia, principalmente em musicais, comédias e épicos à maneira de *Hollywood*.

A historiografia dividiu o Cinema Novo em 3 (três) fases que se diferem em tema, estilo e assunto. A primeira fase vai de 1960 a 1964, a segunda fase de 1964 a 1968 e a última vai de 1968 a 1972 aproximadamente.

Na primeira fase do Cinema Novo a temática se volta para os problemas enfrentados no sertão nordestino, abordando a fome, a desigualdade social, a exploração do homem pelo homem e a alienação religiosa. Destacam-se nessa fase diretores como Cacá Diegues, Ruy Guerra, Paulo César Saraceni, Leon Hirszman, David Neves, Joaquim Pedro de Andrade, Luiz Carlos Barreto, Glauber Rocha e Nelson Pereira dos Santos.

Lygia Pape em entrevista falava da importância daquelas pessoas e das reuniões que fazia em sua casa no alto do Jardim Botânico. Inclusive contou que o primeiro filme de seu amigo Glauber Rocha foi visto em sua casa:

> O primeiro filme de Glauber Rocha mostrado no Rio de Janeiro foi visto por Mário Pedrosa, Lygia Clark, Hélio Oiticica e outros na minha casa. Era o "Pátio". Glauber era colaborador do Suplemento Dominical do Jornal do

> Brasil, que era o jornal do grupo Neoconcreto. Nada mais natural que o víssemos em primeiro lugar. (BORJA-VILLEL, 2011, p. 327)

Assim o Cinema Novo entrou na vida de Lygia Pape. A artista atuou profissionalmente como design, realizando créditos, cartazes e displays. O estudo de caso escolhido para refletir sobre a linguagem gráfica de Pape para o Cinema Novo é o filme Mandacaru Vermelho (1961) de Nelson Pereira dos Santos.

Comecemos pensando sobre o primeiro Cartaz que criou para o filme em que usa a xilogravura como *práxis* artística, posto que os veios da madeira criam uma referência circular quase no centro da peça, com uma carga expressiva tão forte, que faz lembrar a seção de um tronco de árvore, madeira e matéria prima da xilo (Figura 4).

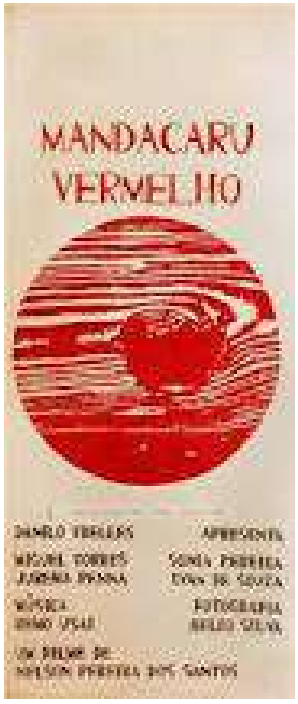


Figura 4 – Primeiro cartaz realizado para o filme Mandacaru Vermelho
Fonte: Disponível em: http://www.lygiapape.org.br. Acesso em: 16 abr. 2019.

São duas as referências da artista para este design: a primeira está inicialmente em sua própria obra pois nos remete ao processo utilizado em suas gravuras Tecelares, quando os veios da madeira e a diferença de linhas apresentam uma linguagem abstrata que remete aos grafismos. Ou seja, suas pesquisas no campo das artes remontam à ideia de Teia que Lygia faz de sua própria obra.

A segunda referência faz uma aproximação com a 'literatura de cordel' tão presente nas manifestações do nordeste brasileiro como um gênero literário popular, nos quais os relatos orais se transformam em contação de história.

A ideia do processo para a criação do cartaz faz o enfrentamento da subjetividade da obra da artista, pois mesmo entendendo as possibilidades de reprodução industrial de um trabalho de programação visual como o cartaz em questão, a artista mantém o rigor da peça 'matriz' da gravura em madeira. Os Tecelares eram obras únicas, sem numeração, enquanto o cartaz de um filme é criado para gerar várias cópias.

Só que Lygia mantém a originalidade da gravura no cartaz ao criar uma matriz, ou um espelho da matriz, uma vez que as informações gráficas do cartaz foram impressas em papel japonês, com uma gramatura adequada ao manuseio, aspectos estes que guardam semelhanças com os Tecelares. E, tal qual suas gravuras, os cartazes têm a leitura de uma obra de arte, porque dependendo do número da cópia agrega-se um valor maior ou menor à peça.

O segundo cartaz realizado para o filme foi realizado no mesmo ano de 1961. A diferença para o primeiro é que a artista atua com uma ideia que desta vez seria reproduzida tipograficamente e, por isso, escolhe um formato adequado para a reprodução industrial. Vale a ressalva que neste momento, o então Presidente da República Juscelino Kubitschek, criou incentivos para a importação de equipamentos gráficos durante seu governo, o que viabilizou o desenvolvimento da indústria gráfica brasileira.

Se o primeiro cartaz retoma o processo da gravura, tão entranhado na obra da artista, o segundo se vale da reprodução em série, o que poderia gerar uma atitude paradoxal com relação aos princípios e conceitos da subjetividade da obra de Pape. Mas não foi o que aconteceu. O processo de reprodução industrial não inibe a postura crítica de sua obra, nem tão pouco o caráter fenomenológico que a traduz.

O projeto do segundo cartaz é marcado pela não distinção dos limites entre as cores e estas parecem misturar-se entre si o que reforçava a subjetividade do trabalho. Do mesmo modo a artista escolheu usar tons intermediários entre o vermelho e o amarelo que desafiavam o formato do papel avançando sobre as bordas, num processo conhecido no design como “sangrar o papel”, tal qual as diagonais dos seus Tecelares que se expandiam para além do suporte.

Figura 5 – Segundo cartaz para o filme Mandacaru Vermelho.
Fonte: Disponível em: http://www.lygiapape.org.br. Acesso em 16 abr. 2019.

Outro dado relevante para esta análise gráfica foi a utilização pela artista de fotogramas recortados do filme na composição do cartaz, alternando as imagens com as letras dos créditos, o que dá um caráter orgânico ao cartaz. Esta estratégia de antecipar algumas cenas e seus personagens do filme ‘seduziam’ o espectador antes mesmo de ver o filme.

Podemos pensar também na recepção deste segundo cartaz, não pela beleza da forma, mas por suas tonalidades ‘quentes’ e provocadoras e pela ausência de uma ‘ordem’ em sua

organização gráfica. Do ponto de vista formal, parece não ter sido a rigidez construtivista a escolha de Pape para o design do cartaz.

Decerto não seria, considerando que toda sua obra é pautada por regras conceituais que colocam o espectador como protagonista e a artista não aceitaria composições que seriam impostas por desenhos apenas para facilitar a reprodução. Tal qual nas embalagens dos biscoitos Piraquê, ela imprimiu o valor da arte e da surpresa ao design do cartaz.

E a literatura de cordel, citada como uma referência que se aproxima do processo do cartaz? A resposta está no entendimento desta literatura, que, enquanto poema popular impresso em folhetos, também apresenta desenhos realizados em xilogravuras como meio para ilustrar os seus versos.

A popularização destes poemas se dá como tradição na região Nordeste e sua presença é marcada por vários romancistas em seus textos, e não seria diferente na obra prima de Nelson Pereira dos Santos. Assim como, não passariam despercebidas as relações entre as xilogravuras impressas nos cordéis e as xilogravuras de Lygia. O 'mandacaru' (figura 6) é muito representado na literatura de cordel, como identidade do sertão nordestino.

Figura 6 – literatura de cordel com xilogravura do Mandacaru Vermelho
Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Mandacaru_Vermelho. Acesso em: 19 abr. 2019.

A reinscrição do tema no cartaz do filme, pode ser percebida como afirmação de identidade através de um signo daquela região. Do semiárido nasce uma flor vermelha, do semiárido nasce um filme de amor.

4 Conclusão

As questões apontadas para ampliar o entendimento da linguagem gráfica de Lygia Pape para o 'cinema novo' qualificaram o que denominamos de 'Teias' em suas obras. As tessituras entre a compreensão de seu fazer artístico são legitimadas por processos intelectuais que a colocaram na vanguarda naqueles anos de 1960 por apostar na importância do sujeito na construção da obra.

Os fios de sua 'teia' artística encontraram nos cartazes para o cinema a potência de sua obra e este estudo de caso, os cartazes do filme Mandacaru Vermelho, é uma possibilidade para conhecer algumas de suas questões. Que fique claro que não há uma Lygia Pape *designer* e uma Lygia Pape artista. Ambas se encontram naquilo que a conduz: a Arte.

Nos dois cartazes a afinidade é latente com suas xilogravuras Tecelares. Se no primeiro temos o processo da matriz em madeira, os veios da peça aparecendo na representação grá-

fica, o uso da cor vermelha, as letras fora de um padrão tipográfico convencional, no segundo as relações não se afastam do princípio das obras de Lygia Pape.

Neste, a reprodução tipográfica não ocultou o enredamento do espectador com o *design* produzido. Os desenhos produzidos naquelas xilogravuras alcançavam o espaço, saindo da bidimensionalidade para o espaço em três dimensões, para um lugar que não se alcançava a não ser na imaginação. No segundo cartaz dá-se um processo semelhante e a escolha de Lygia por deixar as cores escorrerem para fora do suporte, faz com que o espectador as acompanhe no seu percurso no espaço.

A artista aposta também na redução dos créditos do primeiro para o segundo cartaz afim de equilibrar a passagem formal para o uso de cores quentes, fotogramas, curvas e a presença de plantas nativas do agreste nordestino, como próprio mandacaru, planta típica da caatinga, também conhecido cientificamente como *"Cereus jamacaru"*. Este é um sinal que aproxima Lygia Pape do lugar do filme. O uso das cores quentes somado à presença da vegetação, substitui simbolicamente o *locus* da cena e aproxima o espectador daquela literatura recontada pelo cinema.

No primeiro cartaz também pode ser percebida a recriação do lugar, não só pelo artesanato da criação, como também pelas letras escolhidas e pelos veios da madeira utilizada como fundo e plano, centralizados e esquentados pela escolha da cor vermelha.

A reflexão final é poder pensar a linguagem gráfica desenhada para a apresentação de um cartaz de cinema, como parte de uma disciplina que atravessa muitos campos da arte. E mais, entender que ela foi criada por uma artista que estabeleceu muitos percursos no campo da criação e estes formaram uma grande Teia que auxilia na compreensão da obra de Pape, reconhecidamente, um dos nomes mais importantes da história da arte no Brasil.

O cartaz do filme Mandacaru Vermelho está na história do desenho gráfico do cinema novo, desde os anos de 1960 até hoje, o que legitima não pensar o design como disciplina isolada, e sim, parte de um processo criativo para além de sua função.

Lygia Pape, como autora do cartaz, inscreveu nesta obra a sua maturidade enquanto artista completa, não apenas por ter trabalhado em muitos 'meios', mas por ter reafirmado a importância de pensar o design como arte. E mais..., a artista de muitas 'teias', autora de uma obra tecida por vários fios, entre eles o cinema, valoriza o 'fazer artístico' como um cruzamento disciplinar necessário para a construção de uma ideia.

Referências

ARCHER, Mich ael. **Arte contemporânea: uma história concisa**. Trad. Alexandre Krug, Valter Ielis Siqueira. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

BORJA-VILLEL, Manuel J., VELAZQUES, Teresa. (Org.) **Lygia Pape. Espacio Imantado**. 1ª. Ed. Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofia, 2011.

BURKE, Peter. **O que é história cultural?** 2ª. Ed. Trad. Sérgio Goes de Paula, Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

CANONGIA, Ligia. **Quase cinema: cinema de artista no Brasil-1970/80**. Rio de Janeiro: Funarte, 1981.

LOYOLA, Paulo de. A Piraquê e a Pape. Blog, Rio de Janeiro, 17/08/2011. In: http://www.deloyola.net/blog Acesso em: 16 abr. 2013..

MARTINS, Maria Clara Amado. **Inovações Pedagógicas: o ensino das Artes Visuais no curso de arquitetura e Urbanismo.** Cadernos ABEA, v.1, 2015.

MARTINS, Maria Clara Amado. Lygia Pape e a união entre a arte e o design. A marca Piraquê In: **Anais do Congresso Graphica 13. X International Conference of Graphics Engennering for arts and design**. http://wright.ava.ufsc.br, acessado em 10 de maio às 15 horas.

PINHEIRO FILHO, Carlos Douglas Martins. **Lygia Pape e o Cinema**. Revista Ensaios. Rio de Janeiro: UFF, 2015.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia da Percepção**. Trad. C. Moura. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

PAPE, Lygia. **Lygia Pape**. Rio de Janeiro: Funarte, 1983. (Arte Brasileira Contemporânea).

PAPE, Lygia. **Gávea de Tocaia**. São Paulo: Cosac & Naif, 2000.

ROCHA, Glauber. **Revolução do Cinema Novo**. São Paulo: Cosac & Naif, 2004. (Coleção Glauberiana)

VIANY, Alex – **O Processo do Cinema Novo**. São Paulo: Aeroplano Editora, 2002.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA COM SÓLIDOS DE PAPEL EM DISCIPLINAS DE DESENHO TÉCNICO NO CAMPUS PATOS DO IFPB.

ARAÚJO, Bruna Lima de[1],
NUNES, Angela Araújo[2],
ROCHA, Maria Heloísa Furtunato[3].

Resumo

Nos meses de abril e maio de 2019, três aulas foram realizadas no Campus Patos do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) como experiência didática de conclusão do projeto de pesquisa Desenho de Caixa, que consiste na investigação de sólidos geométricos de papel como ferramentas para ensino-aprendizagem de desenho técnico. Neste trabalho apresentamos, além do relato deste experimento, o processo metodológico que envolve o uso destes artefatos de papel nas aulas de desenho técnico no Campus.

Palavras-chave: Desenho Técnico; Sólidos de Papel; Ensino.

Abstract

In April and May 2019, three classes were held at the Campus Patos of Instituto Federal da Paraíba (IFPB) as didactic experience to conclude Desenho de Caixa research project, which consists in the investigation of geometric paper solids as tools for teaching-learning of technical drawing. In this paper we present, besides the report of this experiment, the methodological process that involves the use of these paper artifacts in the technical drawing classes at the Campus.

Keywords: Technical Drawing; Paper Solids; Teaching.

[1] IFPB, bruna.lima@academico.ifpb.edu.br
[2] IFPB, angela.nunes@ifpb.edu.br
[3] IFPB, heloisa.maria@academico.ifpb.edu.br

1 Pesquisa associada ao ensino do desenho técnico.

O desenho técnico[4] é uma linguagem universal feita através de símbolos, códigos e grafismos tem por finalidade a representação da forma, dimensão e posição de objetos, de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas modalidades da indústria e construção civil. Ele fornece as bases gráficas para a concepção e execução de produtos, fundamentais para o processo de documentação de projetos da engenharia e arquitetura.

Assim como qualquer linguagem demanda alfabetização – embasado no binômio ensino-aprendizagem – o desenvolvimento, a execução, a interpretação e expressão da decodificação do desenho técnico exigem treinamento específico. De uma maneira geral, as disciplinas que tratam do desenho técnico destinam-se inicialmente ao estudo de formas geométricas planas e, com o desenvolvimento do conteúdo programático, passam a ser exploradas as formas espaciais.

Na aplicação das formas tridimensionais, a metodologia básica consiste em conceber graficamente as formas espaciais em um plano bidimensional, seja o papel ou a tela de um computador ou também transformar as formas bidimensionais em representações tridimensionais. E neste transformar algo tridimensional em uma figura plana, faz-se necessário entender e até conceber mentalmente a forma espacial reproduzida na figura plana e vice-versa, alternando esta forma projetada no imaginário, para a completa realização da representação gráfica. Este idealizar o que não é visível e ter a capacidade de entender uma forma espacial, a partir de uma figura plana, é tido como visão espacial. Em princípio, a visão espacial é um dom que todos possuem, mas alguns sentem muita dificuldade para colocá-la em prática.

O conhecimento e domínio acerca da visão espacial tem extrema importância para os profissionais e estudantes da área de construção civil. Contudo, a sistemática retirada de disciplinas como desenho geométrico e geometria descritiva do Ensino Fundamental e Médio, prejudicou sensivelmente o desenvolvimento da inteligência espacial dos alunos. São necessários conhecimentos básicos sobre formas e figuras geométricas e a pré-disposição para a exploração da percepção espacial, informações que quase não são oferecidas nas referidas séries anteriores, tornando bastante comprometido o ambiente para aprendizagem do desenho. Sendo difícil estabelecer uma conexão satisfatória para repassar positivamente o conteúdo a todos, sem que haja a implementação de algum recurso auxiliar que possa facilitar ou melhorar a compreensão dos alunos e instigar o aprendizado.

A dificuldade de entendimento dos alunos foi reconhecida através da vivência em sala de aula com disciplinas ligadas ao desenho desde 2009 nos Cursos de Edificações, Eletrotécnica, Segurança do Trabalho e Design de Interiores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) dos Campi de João Pessoa e Patos, confirmando a necessidade de implementar um meio didático complementar. A maior parte dos alunos, notadamente os recém ingressos, apresentava grande dificuldade na percepção e compreensão das formas espaciais, mesmo possuindo alguma habilidade para executar os desenhos e primar pela expressão gráfica.

[4] Utilizamos a denominação desenho técnico com letras minúsculas para tratar do conteúdo programático, da matéria. Quando nos referimos à disciplina, utilizamos a denominação com letra maiúscula inicial.

Compreende-se facilmente que o desenho técnico desempenha um papel importante na vida acadêmica dos cursos técnicos, e intervém praticamente em todos os setores da atividade industrial, influindo de modo preponderante no progresso científico. O engenheiro, arquiteto e profissional habilitado da construção civil utilizam o desenho para criar, transmitir, interpretar e analisar informações. Sendo de grande relevância qualquer instrumento metodológico que venha a ajudar no ensino e na aprendizagem dos conteúdos desta disciplina.

Diante dessa realidade, já em 2015 no Campus Patos, nas aulas de Desenho Básico e Técnico e Desenho Técnico começaram a ser utilizados, de maneira experimental, pequenos sólidos de papel no intuito de auxiliar a compreensão das formas geométricas, da espacialidade destes elementos e assim conseguir a assimilação dos principais temas tratados na disciplina. Os alunos, ao terem acesso concreto aos elementos que eram apresentados apenas nos livros e slides de maneira virtual, conseguiam o aguçamento da visão e percepção espacial. A partir dessa versão reduzida, executada tridimensionalmente em papel, os modelos mostraram-se importantes meios de viabilização e concretização daquelas formas antes apenas idealizadas. O contato direto com aquela peça produzida, para realizar o exercício imaginado pelo professor, teve um alcance metodológico considerável por ser inédito para muitos discentes.

A partir dos progressos nas aulas pelo uso do método, surgiu a possibilidade de realizar o projeto de pesquisa "Emprego de Modelos Tridimensionais Físicos como Assistentes Metodológicos no Ensino e Aprendizagem de Desenho Técnico". A equipe executou nove diferentes peças, com base nos conteúdos programáticos das disciplinas Desenho Básico e Técnico e Desenho Técnico[5]. Elas foram aplicadas em atividades planejadas de acordo com o tema e ao fim da pesquisa foi feito o comparativo entre os alunos que passaram e os que não passaram pelo método. As respostas daqueles que passaram pelo método foram unânimes em ressaltar que os modelos de papel ajudaram na compreensão do conteúdo, facilitaram a aprendizagem, mostraram-se um método simples e interessante, além de melhorar o raciocínio espacial. Atingindo os pontos chave dos objetivos da pesquisa. Enquanto, mesmo tendo conhecimento sobre o assunto da matéria, os alunos que não tiveram acesso às peças de papel mostraram-se interessados pelo procedimento e não tiveram nenhuma experiência similar.

Com os resultados positivos advindos da primeira montagem do projeto, a continuação veio com o "Projeto Desenho de Caixa: Investigação de Sólidos Geométricos de Papel como Ferramentas para Ensino-Aprendizagem de Desenho Técnico"[6]. Nesta edição foram feitas oito peças de papel destinadas ao uso em três experiências em salas de aula dos demais professores de Desenho Técnico do Campus Patos, numa tentativa de disseminar o método e de conhecer as possibilidades de utilização segundo esses profissionais. Esse momento da investigação trata do encerramento de mais um ano deste projeto que propõe e possibilita a conexão entre pesquisa e prática docente no ensino do desenho técnico. A meta desta edição foi esta ampliação para outras disciplinas dada reconhecida importância que o desenho possui para os setores da atividade industrial, influindo de modo preponderante no progresso científico, sobretudo nos cursos técnicos disponíveis no Campus.

[5] As disciplinas citadas nos projetos são ministradas pela coordenadora do projeto.
[6] Primeiro projeto aprovado no Edital Nº 24/2016, duração de 08/2016 a 08/2017. Segundo projeto, no Edital Nº 10/2018, duração de 08/2018 a 08/2019. Ambos pelo PIBIC-EM e IFPB.

2 A tridimensionalidade como ferramenta metodológica

O ensino do desenho técnico tem passado por intensas transformações desde o advento e popularização da tecnologia de informação. Com os avanços computacionais, o enfoque dos questionamentos foi direcionado sobre os meios de ensino e como os docentes utilizariam esses instrumentos de representação. Mas, independentemente das questões envolvendo a postura metodológica de representação gráfica, um ponto sempre esteve na pauta do trabalho de docentes e pesquisadores do desenho técnico: o raciocínio lógico-espacial dos alunos. Como se podia melhorar e explorar a compreensão do alunado sobre a tridimensionalidade quando esse público estava cada vez mais distanciado do exercício da espacialidade?

O conhecimento e domínio acerca da visão espacial, ou seja, a capacidade de compreender mentalmente uma forma tridimensional sem vê-la, tem extrema importância para os profissionais e estudantes da área de construção civil. Na tentativa de suprir as dificuldades de aprendizagem dos alunos, a sugestão recomendada e mostrada nesta experiência foi a utilização de pequenos sólidos feitos de papel como recurso para auxiliar a realiza*ção d*as atividades de Desenho Técnico. Materializando aquelas imagens contidas nos livros ou criando formas para ilustrar o conteúdo das disciplinas, utilizando materiais acessíveis e de baixo custo.

A escolha do expediente metodológico foi construída a partir da leitura de autores como Segall (2007), Rozestraten (2003), Tagliari, Perrone e Florio (2014) que, em suas diferentes abordagens, colocavam o modelo tridimensional como importante recurso para *a prática docente nas escolas de arquitetura. Embora o foco destes estudos estivesse voltado para o* processo de manufatura da maquete como parte da metodologia projetual em arquitetura, sempre permaneceu em evidência a importância desses objetos para a melhoria do raciocínio lógico-espacial dos alunos, pela possibilidade de manipulação real das peças e de interpretação *não mais abstrata* do espaço.

Inclusive, Cavassani (2014, p.16) ressaltou esta relevância didática das maquetes:

> A maquete tem uma enorme importância no que se refere ao aprendizado dos estudantes sobre as disciplinas de edificações, arquitetura ou interiores. Ela é fundamental para que o aluno veja de maneira concreta suas ideias, desenhos técnicos ou simplesmente rabiscos. É a chance também de o aluno começar a vislumbrar as infinitas possibilidades de modelagem em espaço tridimensional para fixação e vislumbre daquilo que foi previamente planejado.

A construção de objetos em uma escala reduzida, historicamente demonstra a evolução dos modos de representar e as influências dos avanços tecnológicos na construção civil e na arquitetura. No Renascimento, a reprodução miniaturizada ganhou importância e tornou-se fundamental na antecipação das ideias e dos problemas, como uma ferramenta de comunicação do projeto aos clientes e como complemento do desenho técnico e arquitetônico. As maquetes de Michelangelo e Antonio da Sangallo para São Pedro e os modelos de Brunelleschi, por exemplo, são modelos tridimensionais que realmente se tornaram populares porque foram amplamente divulgados para o público em geral por meio de exposições.

Antes do século XVIII, quando a educação em arquitetura passou a ser ministrada por escolas de belas artes, as maquetes foram substituídas por desenhos técnicos bidimensionais. No entanto, foi em meados deste mesmo século, que as maquetes passaram a ter um valor edu-

cativo, quando foram utilizadas pelas escolas técnicas. No final do século XIX, arquitetos como Antonio Gaudí usaram maquetes para explorar ideias estruturais e linguagens arquitetônicas. Gaudí utilizava frequentemente maquetes moldadas pela gravidade para testar e definir a forma dos seus projetos, o que proporcionou uma nova arquitetura, que se traduziu em obras como a Sagrada Família em Barcelona. Foi no início do século XX, no contexto da Escola Bauhaus de Walter Gropius, que as maquetes ganharam maior importância, quando os arquitetos modernistas olhavam para a arquitetura como uma experiência do movimento através do espaço. Através de arquitetos como Gerrit Rietveld e a sua sequência de maquetes para a casa Schröder em Utrecht (1920), a maquete volta a ter importância no contexto e concepção do projeto.

A evolução da percepção formal e da utilização das maquetes e modelos acontece ao concomitantemente à sofisticação das necessidades humanas. Objetos miniaturizados que se assemelhavam a formas arquitetônicas foram encontrados desde as primeiras civilizações, eram peças artísticas produzidas por artesãos, não tinham caráter tecnológico e apenas remetiam formalmente às obras arquitetônicas. Pode ser considerada a fase inicial de representação figurativa da realidade por meio de objeto, mesmo que sem representar ainda um protótipo construtivo, pois tinha finalidade religiosa, cultural (ROZESTRATEN, 2003).

Na década de 1990, o surgimento das novas tecnologias fez com que o papel da maquete física fosse novamente desafiado, chegando ao ponto de se imaginar que as ferramentas digitais fossem substituí-la. Atualmente, a crítica aos limites da informática abre espaço para a pesquisa de relações complementares entre o desenho manual, as representações eletrônicas e a modelagem. Os estudos e pesquisas, cada vez mais, reconhecem na modelagem manual uma experiência construtiva real, sequencial e multissensorial que, mais do que um simples recurso de representação, pode se constituir em um processo investigativo de conhecimento (ROZESTRATEN, 2004).

O modelo e a maquete têm em comum a origem relacionada à forma, no sentido de moldá-la ou reproduzi-la e são considerados instrumentos facilitadores da percepção espacial e projetual, já que se caracterizam por sua relação direta com a forma de representação da realidade miniaturizada. Enquanto o termo maquete física foi sempre utilizado para tratar a representação miniaturizada do objeto arquitetônico, feita com materiais que remetam aos objetos utilizados na construção civil. Enquanto que os “modelos são representações tridimensionais reais, em escala exata ou aproximada, com características diversas[7]” (SEGALL, 2007, online).

A maquete, como apresentação espacial do projeto arquitetônico, é capaz de representar objetos tridimensionais que integram a descrição técnica do desenho e comunicam os aspectos proporcionais, formais e decorativos do projeto. Facilitando, a captação das relações espaciais, dos volumes, dos materiais, das cores e das propriedades de um espaço e de um ambiente que ainda não exista ou esteja fora do alcance visual de quem precisa representá-lo. Essa representatividade do espaço não construído permite que as maquetes físicas também sejam instrumentos de estudo de obras não construídas, como um instrumento de apreciação que contribui para uma análise mais complexa, por abranger espaço e forma. Como apontam Tagliari, Perrone e Florio (2014, p.105):

[7]A partir desta distinção, tratamos o produto dos projetos pela denominação de modelo, sólido, peça. Este cuidado na nomenclatura procurou evitar equívocos pela expectativa gerada no uso do termo maquete, que para alguns está invariavelmente associada à representação miniaturizada do objeto arquitetônico.

> A construção das maquetes não se limita a uma atividade mecânica de representação do espaço em escala reduzida. Ao contrário, em cada etapa da construção da maquete, o projeto é analisado e entendido, nas questões que envolvem sua tridimensionalidade. A vantagem de se utilizar maquetes físicas deve-se a sua riqueza de informações, que são proporcionadas pelas três dimensões, e a oportunidade de emprestar propriedades do mundo real, como, por exemplo, a proporção, forma e espaço.

Os estudos exploram que por meio da modelagem de objetos, o indivíduo desenvolve e aguça seu senso espacial pela própria observação, construção e investigação da peça, através de uma série de treinamentos. Nas experiências dos projetos, os alunos não tiveram oportunidade de produzir os sólidos de papel, por ainda não ser uma meta do estudo por razões operacionais, mas o acesso ao objeto real possibilitou à maioria deles diminuir as dificuldades de entendimento da disciplina de desenho, por manipularem aquelas formas segundo as indicações do professor ou como lhes fosse favorável para entendê-las. E, mesmo que, *não fosse* objetivo do estudo a produção do objeto tridimensional para exercício da criatividade e ludicidade, foi possível trabalhar a manufatura e modelagem em outros momentos com o oferecimento de várias oficinas de maquetaria, já que os alunos também terão acesso à criação de projetos em estágios posteriores da formação escolar.

3 Experiência didática

A pesquisa iniciada em agosto de 2018 conta com duas alunas bolsistas e uma voluntária do 2º ano do Curso Integrado em Edificações do Campus Patos. A primeira parte realizada foi a revisão bibliográfica, em seguida foi feito o treinamento da equipe para utilização do plotter de recorte *Silhouette Cameo* e nas técnicas de maquetaria. Então foram definidos oito tipos de peças, segundo o conteúdo programático da disciplina de Desenho Técnico, planificadas, recortadas pela máquina e coladas[8]. Após os testes iniciais, simulando a rotina na sala de aula, foram definidas as cores e fabricadas em grande quantidade, sendo 20 exemplares de cada peça para serem utilizadas pelos professores na experiência. Estes sólidos de papel, produzidos nesta edição, farão parte do acervo de peças do Campus que vem sendo montado com desde projeto anterior e com a contribuição de projetos de extensão.

Também foi fornecido aos professores participantes um kit com um exemplar planificado de cada peça e 20 de um modelo específico para que eles possam reproduzir a experiência quando desejarem, conforme Figura 1.

Figura 1 – Kit e planificações dos sólidos
Fonte: Autoras, 2019.

[8] Nos testes são usados papel branco com gramatura de 90g/m² ou Kraft e para as peças finalizadas Papel Color Plus colorido com gramatura superior a 180g/m².

3.1 As peças

As peças foram produzidas para contemplar a explanação de conteúdos programáticos de disciplinas de desenho técnico, como geometria plana, geometria espacial, geometria projetiva, planificação, vistas ortográficas, cortes, cotagem e perspectivas. Foram nomeadas a partir da categoria em que foram desenvolvidas, buscando seguir uma determinada ordem de complexidade. Foram realizados vários testes sobre o tamanho e proporção adequados para que não gerassem dúvidas no desenho e fosse sempre possível de ser feito confortavelmente numa prancha de formato A4.

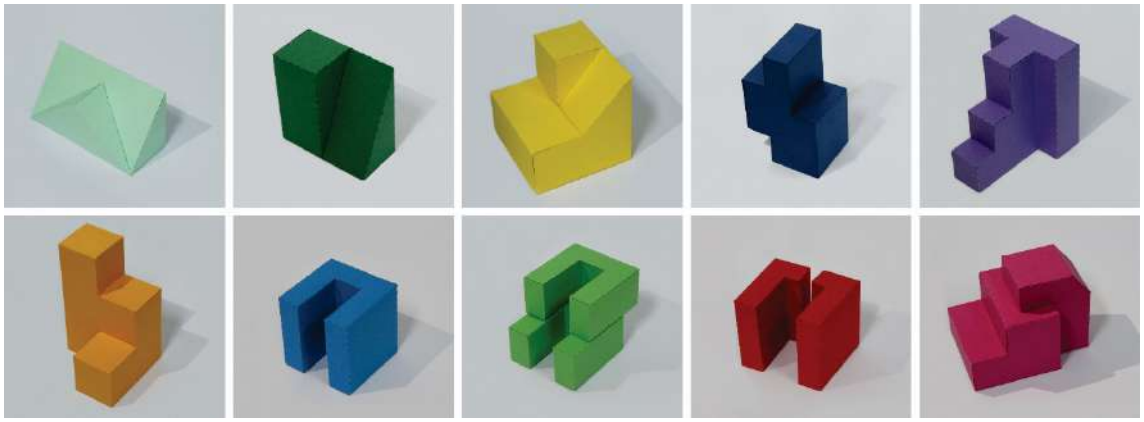


Figura 2 – Sólidos de Papel do Projeto Desenho de Caixa
Fonte: Autoras, 2019.

Conforme aparecem dispostas na Figura 2, temos as peças: P01 – modelo em papel verde água, é formado por dois prismas triangulares engastados, para mostrar deformações de superfícies inclinadas; P02 – modelo em papel verde escuro, trata-se de uma justaposição de um prisma quadrangular e triangular para abranger conceitos sobre distâncias verticais, horizontais e superfícies inclinadas; P03 – modelo em papel amarelo, a partir da derivação da peça anterior, com acréscimo de mais um prisma retangular na base; P04 – modelo em papel azul escuro é uma forma quadrangular obtida por recorte para trabalhar o conceito de aresta invisível nas vistas ortográficas; P05 – modelo em papel roxo, é um resultado multivolumétrico quadrangular concebido para mostrar diferença dos traços em vista ortográfica; P06 – modelo em papel laranja é uma forma hibrida por justaposição e recorte quadrangular em desnível ajuda na compreensão da diferença de traços e perspectivas; P07 – modelo em papel azul claro, forma quadrangular simples obtida por recorte para expor esquema de corte horizontal com peça auxiliar em papel verde claro e corte vertical em papel vermelho; P08 – modelo em papel magenta, forma quadrangular complexa obtida com engaste de peças de recorte para desenhos com aresta invisível, diferença de traços e faces inclinadas.

3.2 A experiência

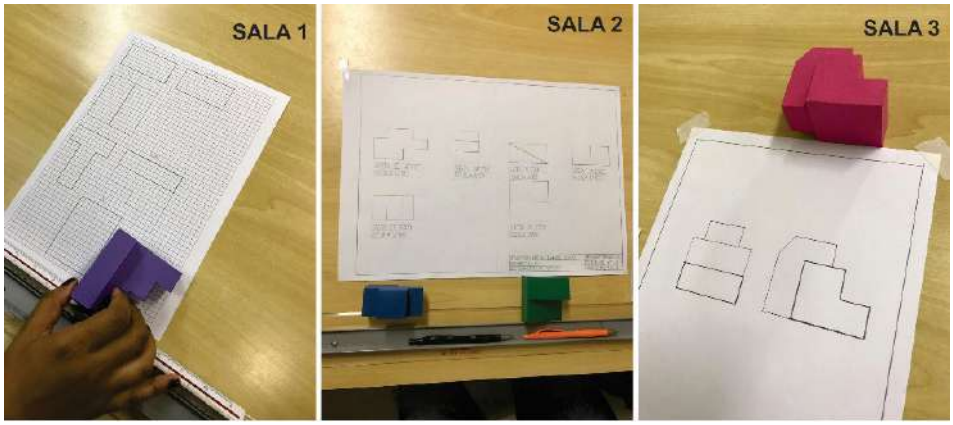
O experimento consistiu na utilização dos sólidos de papel por três professores do Campus Patos em uma atividade de sala de aula, seguida da apreciação do exercício e avaliação do desempenho dos alunos por eles e da análise do método pelos alunos através de um questionário. Nas três práticas, a equipe do projeto apenas esteve na apresentação do trabalho, cada docente pode conduzir sua atividade conforme a metodologia que decidiu adotar, sem interferências.

A primeira atividade foi conduzida pela professora Marcella Portela na disciplina de Desenho Básico e Técnico do Curso Técnico Subsequente em Eletrotécnica. Estavam 30 alunos presentes na sala 1, para terem a segunda aula sobre vistas ortográficas. Assim, a professora decidiu explorar os modelos disponíveis de maneira variada, entregando a cada aluno um exemplar diferente por vez e pedindo que fossem feitas as vistas frontal, superior e lateral esquerda. Foram utilizadas as peças de P01 a P07, com ênfase para os sólidos P05, P06 e P07, mais utilizados pelos alunos. Ao final da aula eles deveriam ter produzido ao menos três conjuntos de vistas de duas peças diferentes. Eles utilizaram papel milimetrado fornecido no verso do questionário e desenharam *à mão livre*, sempre sob a orientação da docente.

A segunda atividade foi realizada na disciplina de Desenho Técnico do Curso Tecnológico em Segurança do Trabalho pela professora Fernanda Farias. Na sala 2 estavam 34 alunos, que também tiveram as aulas iniciais sobre as vistas ortográficas, porém se encontravam mais avançados graças à maior carga horária da disciplina. A abordagem da docente consistiu em utilizar apenas dois modelos de formas mais simples, P02 e P04, para que os alunos pudessem entender plenamente a peça e desenvolver o desenho com o mínimo de auxílio e erros. Os alunos fizeram as três vistas principais dos dois modelos, a instrumento em uma folha de papel sulfite A3.

A última turma foi da disciplina de Desenho Básico e Técnico do Curso Técnico Subsequente em Edificações, sob os cuidados do professor Eudes Raony. Com carga horária semelhante à turma anterior, a sala 3 encontrava-se num patamar análogo de conhecimento e, com 34 alunos presentes, o professor optou por distribuir vários modelos diferentes concentrados nas peças P01, P04, P05 P08. Os alunos escolhiam a posição das peças e desenhavam as três vistas principais do sólido dado, sendo realizado a instrumento em uma folha de papel sulfite A4.

Os professores tiveram liberdade para utilizar os sólidos do modo como julgassem ser mais eficaz e benéfico para o aproveitamento da turma, independentemente de ter relação com o objetivo didático para que foi criado aquele modelo. Já que, a utilização dos itens do conteúdo programático serviu mais para balizar as formas geométricas das peças, não sendo um fator de imposição de uso como mera ilustração de algum tema da disciplina, visto que as possibilidades de emprego das peças não são limitadas dessa maneira.



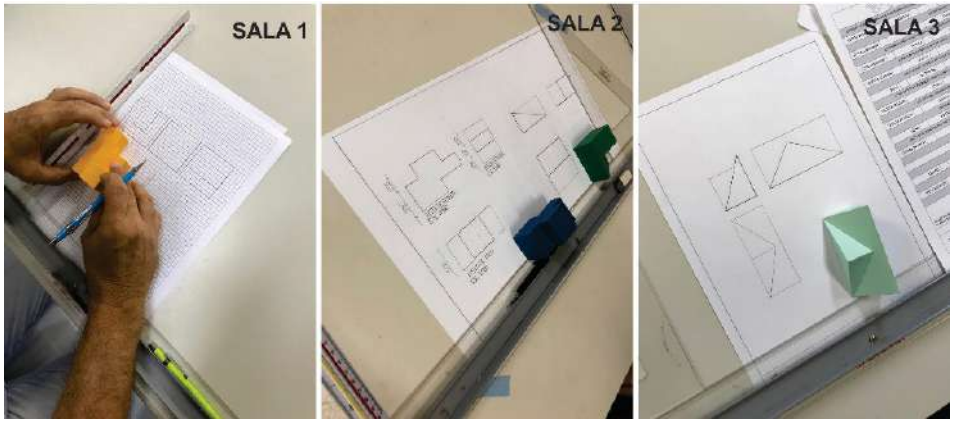


Figura 3 – Imagens das atividades realizadas na experiência didática.
Fonte: Autoras a partir de imagens dos professores, 2019.

Segundo o relato dos docentes, a maioria dos alunos conseguiu executar o que fora pedido na atividade e realizar as três vistas ortográficas de pelo menos um sólido, conforme apresentado na Figura 3. Não apresentaram resistência para utilizar o método, mostraram-se entusiasmados e após o contato inicial desenharam com rapidez os principais traços, mas solicitaram ajuda para realizar/entender/traçar alguma vista, as linhas invisíveis ou inclinadas que requeriam maior aguçamento da percepção espacial.

Na sala número 2, a produção rápida do desenho e a resposta hábil dos alunos fez com que a professora se questionasse sobre a escolha da peça e refletisse sobre uma outra mais complexa. Porém, esse resultado só comprovou que o fato dos sólidos apresentarem a materialização do objeto pretendido, isso permitiu a investigação e fez com que o trabalho transcorresse de forma acelerada e eficiente. Adiantar uma peça mais complexa pode gerar dificuldades na representação, pois mesmo que os alunos compreendam aquele sólido ainda não possuem repertório gráfico suficiente para representá-lo. Como ocorreu na sala 1, onde foram distribuídas algumas peças que seria difícil para que os alunos, no estágio em que se encontravam, desenhassem completamente apesar de entendê-las. Então, alguns dos exercícios nesta sala apresentaram erros de medidas, proporção, de domínio de traços, que facilmente serão sanados nas próximas aulas com o restante da explanação da professora e a consequente maturidade gráfica da turma.

Na análise docente, os três apontaram que os alunos mostravam dificuldades no exercício do raciocino lógico-espacial e na compreensão do conteúdo. Classificaram como bom o desempenho dos alunos no exercício, acreditaram ser benéfica a utilização dos sólidos nas aulas e que houve alguma melhora no entendimento da tridimensionalidade. Confirmaram que as peças foram importantes para auxiliar a diminuir as dúvidas dos alunos e mostram-se dispostos a aproveitar o método em outros momentos e sugeriram outras disciplinas que caberia a utilização.

Ao todo, foram 98 alunos que participaram deste momento da pesquisa. E pelas respostas nos questionários podemos coletar as impressões que eles tiveram sobre a experiência. A maioria nunca tinha utilizado um método semelhante e aqueles que responderam conhecer tiveram acesso ao projeto em edição anterior. Eles demonstraram interesse pelo uso da peça, ressaltaram a manufatura, cores e formas. Como resultado positivo reconheceram que as peças melhoraram seu entendimento do conteúdo e dos desenhos em três dimensões, aperfeiçoando inclusive a própria percepção que tinham da matéria e dos conceitos anteriores.

Em destaque, professores e alunos foram unânimes em assinalar que as peças tinham um formato muito simples, porém é importante atentar que foram cometidos alguns erros mesmo com a simplicidade das peças e é preciso despertar para a possibilidade de novas maneiras de interação com os sólidos. Como incrementar as posições do observador para gerar vistas mais complexas e distintas dos modelos, sugerir a autonomia na realização dos desenhos para que o aluno possa expandir a investigação da peça sem o auxílio do professor ou dos colegas e que isto seja feito consulta para aferir a capacidade do aluno em assimilar o conteúdo no exercício proposto.

4 Conclusão

Para alguns alunos, apenas os tradicionais treinamentos do desenho técnico, envolvendo as figuras virtuais serão suficientes para administrar o conhecimento sobre a disciplina. No entanto, para um contingente cada vez maior de discentes, será preciso inserir mecanismos para auxiliar a compreensão sobre conteúdos do desenho, e até anteriores a ele, que precisam ser entendidos para melhorar o desempenho educacional.

Os sólidos de papel como assistentes metodológicos, tem sido de grande valia para ajudar os alunos no Campus Patos. Após termos como bem-sucedida a experiência didática relatada, a intenção é que as peças confeccionadas, nesta e em outras edições do projeto, possam continuar ajudando os professores e alunos. Disponibilizar o método para que tenhamos diversos replicadores, por se tratar de algo fácil de ser executado, por demandar equipamentos simples, pouco material e ainda poder ser melhorado com a participação dos alunos na manufatura das peças. E que, mesmo num mundo de grandes transformações tecnológicas, instrumentos didáticos artesanais podem coexistir com as novidades informacionais.

Agradecimentos

Aos colegas professores Marcella Portela, Fernanda Farias, Eudes Raony e suas respectivas turmas que gentilmente aceitaram participar dessa experiência. Ao PIBIC-EM do CNPq e ao IFPB pelo suporte para a realização dos projetos de pesquisa.

Referências

CAVASSANI, Glauber. **Técnicas de Maquetaria**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014. 120p.

TAGLIARI, Ana; PERRONE, Rafael; FLORIO, Wilson. Os Projetos Residenciais Não-Construídos de Vilanova Artigas em São Paulo. **PÓS**, São Paulo, v. 21, n. 35, p. 098-117, junho 2014.

ROZESTRATEN, Artur Simões. **Estudo sobre a história dos modelos arquitetônicos na antiguidade:** origens e características das primeiras maquetes de arquiteto. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ROZESTRATEN, Artur Simões. Modelagem manual como instrumento de projeto. **Arquitextos**, São Paulo, ano 05, n. 049.04, Vitruvius, jun. 2004. Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.049/576. Acesso em: 19 abril 2013.

SEGALL, Mario Lasar. Modelagem tridimensional real e ensino de arquitetura. Ferramenta de projeto e construção de repertório. **Arquitextos**, São Paulo, ano 08, n. 091.07, Vitruvius, dez. 2007. Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.091/ 186. Acesso em: 19 abril 2013.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA VOLTADA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE PICTOGRAMAS: UM ESTUDO COM ALUNOS SURDOS

SILVA, Alix Ribeiro da[1],
ULBRICHT, Vania Ribas[2],

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de desenvolver a partir do ensino de desenho pictográfico com uso de elementos da linguagem visual, uma comunicação alternativa sobre Educação Ambiental para pessoas surdas. Na metodologia da pesquisa fez-se um estudo de caso realizado com seis alunos surdos pertencentes ao Atendimento Educacional Especializado da Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição. O tema Educação Ambiental foi trabalhado com os alunos por meio de diversas atividades didáticas, onde foram levantadas palavras-chave para desenvolvimento de pictogramas gráficos com uso de elementos da linguagem visual. Concluiu-se que, para os surdos a comunicação visual é uma forma de comunicação alternativa que deve levar em conta parâmetros de acessibilidade, em especial o uso da cor em imagens, pois, ajuda na compreensão da leitura visual, assim promovendo inclusão social e digital.

Palavras-chave: Comunicação alternativa; comunicação visual; pictogramas; pessoas surdas; acessibilidade.

Abstract

This work aims to develop from the teaching of pictographic drawing using elements of visual language, an alternative communication on Environmental Education for deaf people. In the methodology of the research, a case study was carried out with six deaf students belonging to the Specialized Educational Attendance of the School of Basic Education of Our Lady of Conception. The theme Environmental Education was worked with the students through several didactic activities, where they were raised keywords for the development of graphic pictograms with use of visual language elements. It was concluded that for the deaf the visual communication is a form of alternative communication that must take into account parameters of accessibility, especially the use of color in images, therefore, it helps in the comprehension of the visual reading, thus promoting social and digital inclusion.

Keywords: Alternative communication; visual communication; pictograms; deaf people; accessibility.

[1] PPGEGC-UFSC, alixribeiro@gmail.com
[2] Professora do PPGEGC-UFSC, vrulbricht@gmail.com

1 Introdução

A comunicação é responsável pela interação entre os seres humanos, sendo indispensável para a vida em sociedade, para perpetuação do conhecimento e evolução das espécies (NUNES et al., 1998). Normalmente, a comunicação entre os seres humanos acontece de forma natural a partir de suas relações sociais. Porém, há seres humanos que, por apresentarem alguma deficiência, acabam tendo alguns sentidos do corpo comprometidos, como por exemplo, o sentido da audição.

Em decorrência do comprometimento da audição, em especial da surdez, a comunicação e interação entre surdos e ouvintes, pode ficar comprometida, haja vista que, na maioria das vezes o surdo não é oralizado e nem faz leitura labial; e os ouvintes não sabem ou não dominam a Língua de Sinais Brasileira (Libras).

Considerando poucas pessoas dominam a Libras, desenvolver uma comunicação alternativa torna-se fundamental no processo de inclusão desta comunidade, a fim de promover a igualdade e interação entre todos.

O uso de imagens pictográficas é uma estratégia que pode garantir de forma lúdica a autonomia das pessoas surdas na sociedade por meio da comunicação visual, sendo essa uma comunicação alternativa, considerada por Nunes et al. (1998) como um importante recurso para a promoção do desenvolvimento das pessoas que não possuem a linguagem oral.

Para Darras (2003), existe um vocabulário gráfico de desenhos esquemáticos, usado por crianças, jovens e adultos não artistas, que permanece na memória e que está disponível para ser utilizado quando for solicitado. A memorização e organização deste vocabulário gráfico se dá a partir da interação e convívio do ser na sociedade, por meio dos órgãos dos sentidos que são a base da aquisição e formação do conhecimento.

No contexto educacional, trabalhar o aprendizado das pessoas surdas levando em conta seu conhecimento de linguagem visual e uso de desenhos, neste caso desenhos pictográficos sobre Educação Ambiental, é uma proposta que visa promover sua autonomia, permitindo alavancar o conhecimento dos estudantes surdos.

Justifica-se a escolha do tema, pela importância e relevância social que o mesmo apresenta, promovendo o acesso à informação e a comunicação por meio de pictogramas referentes à Educação Ambiental.

Um estudo realizado por Ribas (2018) aponta que, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes ao ano de 2010, 360 milhões de pessoas se autodeclararam deficientes auditivas no mundo. No Brasil, os dados indicaram 1.798.967 pessoas com deficiência auditiva e destes, 344.206 se declararam surdos.

Com base nesses dados, percebe-se a relevância em desenvolver estudos que os auxiliem a viver com autonomia em uma sociedade que por tempos os discriminou e marginalizou, mantendo-os fora da participação social mais ampla (política, econômica, educacional).

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa de mestrado realizada com seis alunos surdos da Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição, na Cidade de São José, Santa Catarina, onde objetivou desenvolver, a partir do ensino de desenho pictográfico com uso de elementos da linguagem visual, uma comunicação alternativa sobre Educação Ambiental para pessoas surdas.

Na pesquisa, o tipo de estudo adotado foi o estudo de caso, que, segundo Yin (2001), além de utilizar técnicas de pesquisas históricas, permite agregar diversas fontes de evidências, como interrogações dos acontecimentos estudados e entrevista com os alunos envolvidos. A pesquisa foi realizada por meio da técnica de pesquisa-ação, haja vista que, o pesquisador inseriu-se no contexto escolar do aluno, para assim ter familiaridade com seus processos de ensino e aprendizagem e comunicacional, além de, buscar melhorar a racionalidade e a justiça de suas práticas sociais e educacionais (COHEN; MANION; MORRISON, 2007).

2 Revisão bibliográfica

Nesta parte do trabalho, será apresentada uma pesquisa bibliográfica explanando os três principais temas que este estudo aborda, sendo, um estudo a respeito do público alvo, que são as pessoas surdas; um estudo a respeito de pictogramas; e um estudo sobre Educação Ambiental.

Ressalta-se a abordagem do tema Educação Ambiental, pelo fato de este tema ter sido o fio condutor da pesquisa, para o desenvolvimento de pictogramas gráficos para a comunicação visual de pessoas surdas. Educação Ambiental foi trabalhada com os alunos por meio de atividades ambientais, como: visita a um parque ecológico, onde os alunos tiveram contato com a fauna e a flora local. A partir das diversas atividades foram levantadas palavras-chave para compor um vocabulário para “coleção animais”.

2.1 As pessoas surdas

São consideradas pessoas com deficiências aquelas “que têm impedimentos de longo prazo, de natureza física, mental ou sensorial que, em interação com diversas barreiras, podem ter restringida sua participação plena e efetiva na escola e na sociedade” (BRASIL, 2008). A inclusão escolar de pessoas com deficiência nas classes de ensino regular existe, e não pode negar-se. Porém, voltando-se ao surdo, essa inclusão nem sempre existiu, e atualmente é encarada com vários problemas que afetam a vida, o aprendizado e a socialização das pessoas surdas, na escola e na sociedade em geral.

Para Perlin e Strobel (2006, p. 5) “a história da educação de surdos não é uma história difícil de ser analisada e compreendida, ela evolui continuamente apesar de vários impactos marcantes”. Contudo, cada momento da história afirma uma nova realidade de oportunidades para as pessoas surdas.

Para Gravel e O’Gara (2003), a maioria dos adultos surdos se auto identificam usuários da linguagem visual, ou seja, da Libras, um tipo particular de linguagem de caráter viso-espacial. Ainda segundo as autoras, alguns adultos surdos se consideram bilíngues, isto é, usam a língua de sinais para se comunicar dentro da comunidade surda e uma forma de comunicação oral para interações com indivíduos ouvintes. Porém, dentro da comunidade de surdo, o termo bilíngue é utilizado em referência aos surdos que fazem uso da Libras como primeira língua, e de uma segunda língua na modalidade escrita, no caso, a língua portuguesa (BUENO et al., 2014).

As pessoas de uma mesma cultura partilham de uma língua comum que permite a compreensão e a interação entre seus membros, a exemplo, dass pessoas surdas que fazem uso da Libras. Em línguas faladas, as palavras são signos constitutivos, com significado comum,

quase sempre (ARAÚJO; LACERDA, 2008). Ainda Araújo e Lacerda (2008) consideram que é pela relação com a palavra que a atividade mental se constitui, e por meio desta relação, as pessoas passam a conhecer sua cultura.

Bueno et al. (2014, p. 1) dizem que "os surdos têm sua própria cultura, um termo aplicado ao movimento social que mantém a surdez como uma diferença na experiência humana, em vez de uma deficiência". Ou seja, o termo deficiente não cabe aos surdos, pois, estes são surdos, mas possuem uma linguagem natural, a Libras, língua crucial para o desenvolvimento intelectual da comunidade.

2.2 Pictogramas

Segundo Duarte e Piekas (2013, p. 51) "pictogramas são desenhos simplificados cuja função é apresentar objetos concretos, ou ações, ou sentimentos", ou como diz Bessa (2009), os pictogramas são imagens ou signos figurativos utilizados para exprimir conceitos abstratos, comunicar ordens e/ou proibições.

Ota (2011) diz que os pictogramas são modos de representações utilizados nos primórdios da escrita, como as escrituras utilizadas pelos homens primitivos (Figura 1). Contudo, o uso de pictogramas ficou adormecido por anos, voltando a ser utilizado no início do século XX, amparado por pesquisas antropológicas que estudavam os desenhos dos povos primitivos (DUARTE; PIEKAS, 2013).

Figura 1 – Desenhos em Paredes de Cavernas por Homens Primitivos
Fonte: Freepik

Piekas (2017) diz que os desenhos pictográficos têm uma configuração com aspectos informacionais e universais, também são legíveis, apresentam clareza, contraste e em muitos casos, prevalece a simetria. Para Bautista et al. (2017) um pictograma é um símbolo esquemático que representa uma ideia ou conceito como forma de comunicação alternativa.

A criação e uso de pictogramas foram impulsionados, segundo Duarte e Piekas (2013) após a Primeira Guerra Mundial, com o objetivo de configuração de imagens cujo destino era criar uma sinalética universal que pudesse servir de comunicação visual. "O ideal buscado era a construção de uma informação visual sem fronteiras, com imagens cuja simplicidade e clareza pudessem transformá-las em signos universais" (DUARTE; PIEKAS, 2013, p. 52).

Um exemplo de linguagem pictográfica amplamente encontrada nos dias de hoje, são as imagens que representam o banheiro masculino (A), a que representa o banheiro feminino (B), a de banheiro acessível para pessoas com deficiência, em especial para cadeirantes (C) e a imagem que representa o banheiro unissex (D), apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Comunicação Visual para Identificação de Banheiros
Fonte: Autores

Os pictogramas acima apresentados são, para Darras (2014), signos que buscam contribuir na construção social e cultural do masculino e do feminino. Na construção dos pictogramas apresentados na Figura 2, foram usadas formas básicas, sendo as formas construídas por meio de linhas de contorno que definem os componentes da imagem, juntamente com o plano e a cor. Nos pictogramas apresentados acima, a linha com cor fica visível, pois está em contraposição com o fundo branco. Neste sentido, Darras (2014, p. 33), diz que "os signos são claros em fundos coloridos escuros ou vice-versa".

2.3 Educação Ambiental

Educação Ambiental é um direito de todos como parte no processo educativo deste o dia 27 de abril de 1999, quando o então presidente sancionou a Lei 9.795/99 que institui a Política Nacional de Educação Ambiental e outras providências. A partir da lei, entende-se por Educação Ambiental as metodologias pelas quais o "indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade" (BRASIL, 1999).

Segundo a lei, o ensino de Educação Ambiental deve estar presente em todos os níveis e modalidades de ensino da educação escolar, em caráter formal e não formal. Entende-se por Educação Ambiental no ensino formal aquele realizado na educação escolar, desenvolvida no âmbito dos currículos didáticos da educação básica, superior, profissional, inclusiva e de jovens e adultos, como prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades educacionais (BRASIL, 1999). Já a Educação Ambiental não formal são "as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente" (BRASIL, 1999).

Educação Ambiental é um tema a se trabalhar de forma interdisciplinar com os vários grupos que formam nossa sociedade, e assim fazer valer a Constituição Federal que estabelece no Capítulo VI (do meio ambiente), artigo 225, no inciso VI, a necessidade de "promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente" (BRASIL, 1988). A partir da promoção da lei, acredita-se que é possível trabalhar no âmbito da sustentabilidade ambiental a fim de desenvolver práticas de Educação Ambiental por cada agente social que passa a ser um multiplicador da ideia de que é necessário proteger, preservar e conservar o ambiente natural para as presentes e futuras gerações.

3 Desenvolvimento de pictogramas para comunicação visual de surdos

A fim de contribuir com a inclusão social, educacional e de comunicação de pessoas surdas, desenvolveu-se pictogramas voltados à Educação Ambiental a partir dos desenhos dos alunos surdos, com uso de elementos da linguagem visual e de design gráfico. Bueno, García

e Ulbricht (2013) consideram que o uso de imagens, mesmo os pictogramas, como recurso didático, muito importante no contexto pedagógico para todos os alunos.

Segundo Piekas (2017), a comunicação é parte do processo de integração, intercâmbio de ideias e de desenvolvimento e partilha de informações entre seres humanos a partir de diferentes tipos de linguagens. De acordo com a autora, o campo da linguagem visual engloba conceitos e envolve um conjunto de signos que são fundamentais na comunicação entre os seres humanos e a representação do mundo por meio da imagem. “A linguagem visual é um fenômeno de cultura que se estrutura como imagem e se constitui como prática significante, isto é, prática de produção de sentido” (COUTO, 2000, p. 13).

A partir do pensamento de Couto (2000), de que a linguagem visual é um fenômeno cultural estruturado na imagem, se faz necessário um processo de alfabetização visual, pois como diz Piekas (2017, p. 28), “a imagem é geralmente apreciada de forma global, entretanto, as partes da imagem e a maneira como se articulam entre si merecem ser observadas e analisadas, ressaltando a importância da alfabetização visual”.

A imagem sendo tratada como linguagem e cheia de significados aos olhos de quem a interpreta, deve ser acessível a todos, assim, sendo importante a alfabetização visual. Para Couto (2000) a alfabetização visual contribui com habilidades e conhecimentos para o criador de imagens, que em primeiro lugar deve “conhecer mesmo que intuitivamente, um “vocabulário” ou uma “gramática”, antes de elaborá-la; segundo, porque a imagem possui a capacidade de referência, a representatividade, capacidade esta que é também propriedade dos signos linguísticos” (COUTO, 2000, p. 14).

Para Araújo e Lacerda (2008) o desenho quando figurativo e a partir do momento que gera interpretação e representa uma determinada realidade, referindo-se a elementos ausentes do espaço e do tempo atuais, passa a ser um signo. As autoras, consideram ainda que, o que distingue o signo de outros elementos é o fato dele poder ser interpretado, pois, é a interpretação que transforma uma figuração em signo, neste estudo, em pictogramas.

Para Niediek (2016) um pictograma geralmente se baseia em características peculiares de um determinado objeto, renunciando a detalhes singulares, ainda que busque ter um visual próximo do referencial.

Para desenvolvimento dos pictogramas, fez-se uso de elementos da linguagem visual (Forma, linha, ponto, cor). Segundo Dondis (2015), a forma é resultado daquilo que a linha descreve e apresenta três formas básicas: o círculo, o quadrado e o triângulo (Figura 3).

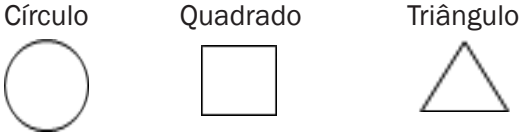


Figura 3 – Formas Básicas
Fonte: Dondis (2015, p. 57)

A linha é considerada por Dondis (2015, p. 55) “como um ponto em movimento ou como a história do movimento de um ponto”. Já Wong (2001, p. 43) caracteriza a linha por seu comprimento, sendo conceitual e visível (quando se expõe a linha no papel, Figura 4).

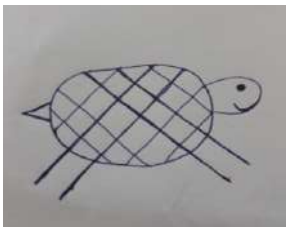


Figura 4 – Rabisco do Pictograma de Jabuti
Fonte: Autores, baseado em Duarte e Piekas (2013)

Já o ponto, segundo Dondis (2015, p. 53) é considerado “a unidade de comunicação visual mais simples”, entretanto, como diz Piekas (2017, p. 33) “mesmo sendo uma unidade mínima, ele atrai o olhar para o espaço em que está inserido”.

Por fim, a cor é outro elemento da linguagem visual com grande relevância para a comunicação visual, pois, está impregnada de informações, dando significados ao universo colorido. “A cor tem maiores afinidades com a emoção” (DONDIS, 2015, p. 64). Ainda Dondis (2015) diz que a cor é um elemento visual que apresenta um grande valor para os comunicadores visuais, haja vista que a cor carrega informação, que dão significados associativos ao ambiente.

3.1 Coleção: Animais

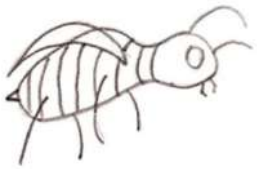
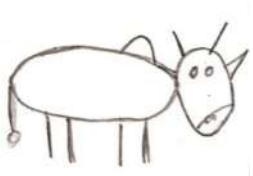
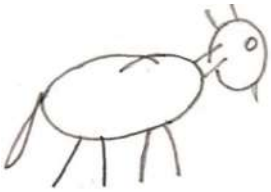
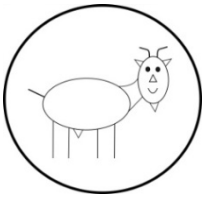
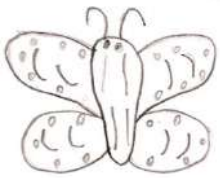
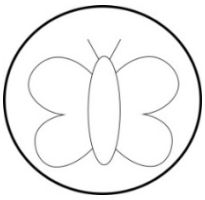
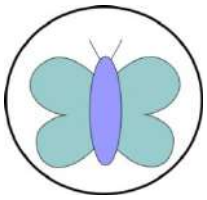
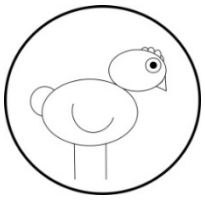
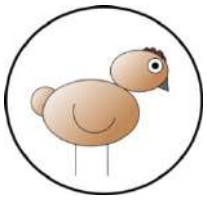
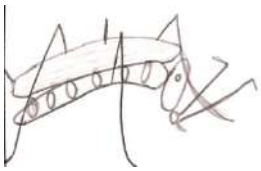
O desenvolvimento dos desenhos pictográficos se deu a partir do uso de elementos da linguagem visual, levando em conta os desenhos sobre Educação Ambiental, feitos pelos alunos surdos durante a pesquisa.

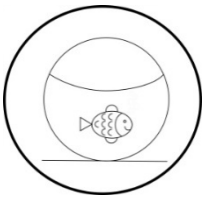
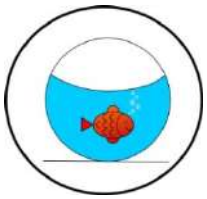
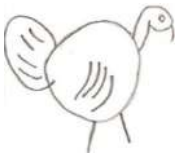
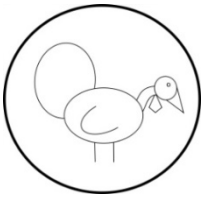
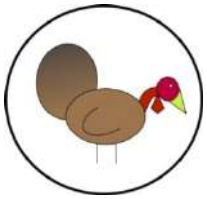
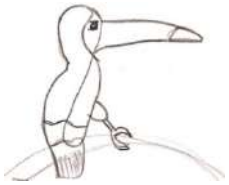
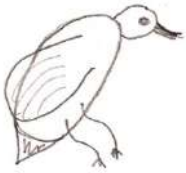
A arte de desenhar, com ou sem mediação de outra pessoa, seja um professor, um instrutor ou mesmo um colega de sala de aula, é considerada por Zerbato e Lacerda (2015, p. 440) como uma “ferramenta capaz de contribuir para o desenvolvimento da linguagem, tornando-se possível observar modos de expressão e representação das crianças acerca de suas experiências com as atividades trabalhadas”.

No quadro 1 é descrito na primeira coluna o nome do animal, sendo apresentados 12 animais. Na segunda coluna, apresentam-se os desenhos feitos pelos alunos surdos baseado em seus conhecimentos adquiridos nas atividades de Educação Ambiental. Na terceira coluna apresentam-se os respectivos pictogramas em preto e branco e na quarta coluna os mesmos em cor.

O desenvolvimento dos pictogramas coloridos se deu a partir da validação das imagens com os alunos surdos, que defenderam serem as imagens coloridas de maior facilidade para o entendimento na comunicação visual. Logo, desenvolver pictogramas coloridos é uma forma de acessibilidade para a comunicação visual, devendo ser levado em conta pelos designers gráficos no desenvolvimento de ícones para a comunicação visual.

Quadro 1 - Coleção Pictogramas de Animais

NOME DO ANIMAL	DESENHO DO ALUNO SURDO	PICTOGRAMA EM PRETO E BRANCO	PICTOGRAMA COLORIDO
ABELHA			
ARARA			
BOI			
BODE			
BORBOLETA			
GALINHA			
MOSQUITO			

PEIXE NO AQUÁRIO			
PERU			
TUCANO			
URUBU			

Fonte: Autores

4 Conclusão

Considerando que as pessoas surdas fazem uso do sentido da visão, ou seja, possuem uma acuidade visual periférica que os auxilia processar informações para além de seu campo de visão central, é que se deve trabalhar com a comunicação visual, como uma comunicação alternativa, proporcionando autonomia e qualidade de vida ao surdo.

Levando em conta que a comunicação é considerada como um elemento fundamental para a interação entre os seres humanos, e indispensável para a vida em sociedade, para perpetuação do conhecimento e para evolução das espécies, foi que se buscou desenvolver uma forma de comunicação alternativa, sendo essa uma comunicação visual, com uso de pictogramas, desenvolvidos com uso de elementos da linguagem visual, a partir de desenhos criados pelos alunos surdos sobre Educação Ambiental.

Para familiaridade do aluno surdo com os pictogramas, empregou-se o ensino de desenho utilizando elementos da linguagem visual, a partir da lista de palavras-chave levantadas durante a pesquisa sobre Educação Ambiental. Posteriormente, os desenhos dos alunos surdos se tornaram os pictogramas de Educação Ambiental apresentados neste trabalho.

Considerando as mudanças de estilos de vida e avanço das tecnologias, a comunicação visual com uso de pictogramas se tornou habitual, sendo da preferência de muitos usuários. Assim, o desenvolvimento de pictogramas acessíveis para surdos a partir do desenho desses alunos irá ajudá-los a ter autonomia por meio da comunicação visual.

Um ponto de destaque neste trabalho é a acessibilidade para a comunicação visual. Outro ponto a ser destacado é o uso da cor na criação de imagens visuais, pois, para as pessoas surdas, elementos coloridos facilitam a compreensão da leitura visual de imagens.

A familiaridade de pessoas surdas em relação às imagens pictográficas, como foi defendida neste trabalho, se constitui em mais um recurso no que tange à comunicação visual nos ambientes físicos. Este estudo levanta a hipótese de que, se na escola onde foi realizada a pesquisa, bem como nos ambientes públicos, houvesse sinalizações visuais, informacionais e acessíveis para surdos, estes teriam maior autonomia na comunicação e interagiriam mais nos espaços.

Agradecimentos

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC), que direta ou indiretamente contribuíram com os resultados da pesquisa, em especial à minha orientadora. Agradeço a Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição, particularmente aos alunos e professores da sala de AEE. Agradeço também à CAPES pela bolsa de pesquisa.

Referências

ARAÚJO, C. C. M.; LACERDA, C. B. F. **Linguagem e desenho no desenvolvimento da criança surda:** implicações histórico-culturais. Psicologia em estudo - Maringá, v. 15, n. 4, p. 695-703, 2010.

BESSA, P. **Um problema de saias:** dificuldades de representação do género na linguagem pictográfica. Ex aequo, Vila Franca de Xira , n. 19, 2009 .

BAUTISTA, S.; HERVÁS, R.; HERNÁNDEZ-GIL, A.; MARTÍNEZ-DÍAZ, C.; PASCUA, S.; GERVÁS, P. **Aratraductor:** text to pictogram translation using natural language processing techniques. Interacción, Association for Computing Machinery, Cancun - México, 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.795**, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: 1999.

____ . **Constituição da República**: Capítulo XI do meio ambiente, art. 225 – Brasília, 1988.

BUENO, J.; ULBRICHT, V. R.; SPINILLO, G. C.; GARCÍA, L. S. **Crianças surdas e ouvintes: um estudo comparativo sobre as preferências de cor, forma e estilo de desenho.** Anais do 6th Information Design International Conference, vol. 1 num. 2, São Paulo, 2014.

BUENO, J.; GARCÍA, L. S.; ULBRICHT, V. R. **Cor, Forma e Estilo de desenho:** um estudo exploratório sobre as preferências de crianças surdas. Anais do 6º CONAHPA – João Pessoa, 2013.

COHEN, L.; MANION, L. MORRISON, K**. Research Methods in Education.** 5ª Edição, Editora Routledge – Nova York, 2007.

COUTO, R. C. **A Escolarização da Linguagem Visual:** Uma leitura dos documentos ao professor. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UFMG, 2000.

DARRAS, B. **A Modelização semio-cognitiva confrontada com os resultados da neurociência. O caso da produção de esquemas gráficos.** Tradução de Maria Lúcia B. Duarte. Recherches en Communication, Paris, França, n. 19, 2003.

____ . **Semiótica dos signos visuais e do design da informação**. Líbero – São Paulo – Vol. 17, n. 34, p. 31-42, 2014.

DONDIS, D. A. **Sintaxe da Linguagem Visual.** 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

DUARTE, M. L.; PIEKAS, M. I. **Vocabulário Pictográfico para a educação inclusiva.** Parte 1 - Animais. Curitiba: Insight, 2011.

GRAVEL, J. S.; O'GARA, J. **Communication Options for Children With Hearing Loss.** Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews. Vol. 9:, ed. 4, p. 243–251, 2003.

NIEDIEK, I. **Don't write it, picture it!:** Accessible Information by graphic signs. 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion. P. 188-193, Portugal, 2016.

NUNES, L.; MAGALHÃES, A. P.; MADEIRA, S.; NUNES, D.; NOGUEIRA, D.; PASSOS, M.; MACEDO, E. **Sistemas Pictográficos de Comunicação Alternativa para Portadores de Paralisia Cerebral.** In IV Congresso da Rede Ibero-americana de Informática Educativa, RIBIE, Brasília, Brasil, 1998.

OTA, Y. **The Societal Role and Design of Pictograms as "Kansei Language" (Perceptual Language).** International Conference on Biometrics and Kansei Engineering, 2011 .

PERLIN, G.; STROBEL, K. L. **Fundamentos da Educação de Surdos.** CCE – UFSC, Florianópolis, 2006.

PIEKAS, M. I**. Elementos da linguagem visual e ensino de desenhos para crianças cegas.** Tese de Doutorado. Florianópolis: UDESC, 2017.

RIBAS, A. C. **Diretrizes para Desenvolvimento de Ícones Digitais Acessíveis ao Público Surdo.** Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, 2018.

SANTAELLA, L. **Matrizes da linguagem e do pensamento:** Sonora, visual e verbal. Iluminuras. São Paulo – SP, 2001.

WONG, Wucius. **Princípios de Forma e Desenho**. Ed. Martins Fontes, São Paulo, 2001.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2.ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZERBATO, A. P.; LACERDA, C. B. F. **Desenho infantil e aquisição de linguagem em crianças surdas:** um olhar histórico-cultural. Rev. bras. educ. espec., vol.21, n.4, 2015.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENHO DE OBSERVAÇÃO COMO MEIO DE VALORIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO: O CASO DE TORRES VEDRAS

ASSUMPÇÃO, Ana Laura[1],
CASTRAL, Paulo César[2],
LANCHA, Joubert José[3].

Resumo

O conceito de patrimônio, em seus mais abrangentes significados, é um tema pertinente para a atualidade e a afirmação da importância do ato preservacionista, hoje, amplia a relação do usuário com o bem a ser preservado, do usuário com o conjunto urbano que abrange a salvaguarda e mais, do usuário com a cidade como um todo. Deve-se ter em mente que a cidade é o palco das transformações sociais, é representativa de uma sociedade e de uma configuração urbana determinada. Ela guarda a memória e a identidade cultural de um povo e, sendo assim, é portadora de um rico legado histórico, que deve ser preservado. A proposta desse artigo é mostrar uma aproximação da população com o patrimônio por meio da percepção, adquirida através da ferramenta desenho e pensada sob o ponto de vista da fenomenologia do filósofo Merleau-Ponty (1908-1961). Para tal, foi selecionado um caso específico, Torres Vedras – Portugal e as respectivas ações envolvendo desenho e preservação na cidade.

Palavras-chave: desenho de observação; patrimônio; Torres Vedras.

Resumen

El concepto de patrimonio, en sus más amplios significados, es un tema pertinente para la actualidad y la afirmación de la importancia del acto preservacionista, hoy, amplía la relación del usuario con el bien a ser preservado, del usuario con el conjunto urbano que abarca la salvaguardia y más, del usuario con la ciudad como un todo. Debe-se tener en mente que la ciudad es el escenario de las transformaciones sociales, es representativa de una sociedad y de una configuración urbana determinada. Ella guarda la memoria y la identidad cultural de un pueblo y, siendo así, es portadora de un rico legado historico, que debe de ser preservado. La propuesta de ese artículo es mostrar una aproximación de la población con el patrimonio por medio de la percepción, adquirida a través de la herramienta dibujo y pensada bajo el punto de vista de la fenomenología del filósofo Merleau-Ponty (1908-1961). Para tal, fue seleccionado un caso específico, Torres Vedras – Portugal y las respectivas acciones envolviendo dibujo y preservación en la ciudad.

Palabras clave: dibujo de observación; patrimonio; Torres Vedras.

[1] Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU-USP) - alauraassumpcao@gmail.com
[2] Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU-USP) - pcastral@usp.br
[3] Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU-USP) - joubertlancha@gmail.com

1 Introdução

O conceito de patrimônio e o processo de valorização dos bens culturais/naturais é um tema pertinente na atualidade, uma vez que estamos passando por intensas transformações a nível global. A afirmação da importância do ato preservacionista, atualmente, amplia a relação do usuário com o bem a ser preservado, do usuário com o conjunto urbano que abrange a salvaguarda e mais, do usuário com a cidade como um todo. Deve-se ter em mente que a cidade é o palco das transformações sociais, é representativa de uma sociedade e de uma configuração urbana determinada. Ela guarda a memória e a identidade cultural de um povo e, sendo assim, é portadora de um rico legado histórico, que deve ser preservado.

> É fundamental considerar o papel dos bens preservados – enquanto agregados de marcos territoriais, culturais e históricos – na formação e transformação dos sentidos de localização e de pertencimento, assim como na formação da experiência social e da consciência de si. (ARANTES, 2009, p. 18)

Determinado lugar – entendendo lugar como espaço apropriado pela ação humana, como coloca Arantes (2009, p. 18) -, carrega uma história que diz respeito a um grupo social, localizado em um espaço e em um tempo também determinados. Participantes dessa história estão os elementos materiais e os elementos relativos a valores imateriais, os quais incluem desde a presença de edifícios, de monumentos simbólicos, de conjuntos urbanos, até os costumes populares, como festas, músicas e comidas típicas. Tudo isso corrobora para o sentimento de identidade, de pertencimento e se relaciona intrinsecamente com as questões patrimoniais.

> o sentimento de pertencer a coletividades nacionais, regionais ou locais assim como de ocupar posição reconhecível no mapa social ganham nova significação e importância, que se manifestam na construção de sentidos de lugar e incluem demandas de natureza patrimonial. (ARANTES, 2006, p. 430)

Sendo assim, afirma-se a posição do social frente ao lugar, no entanto, como pode-se configurar essa relação entre o social, pensado aqui como população, e o seu lugar correspondente, ou seja, o seu patrimônio?

O objetivo do artigo é discutir a prática do desenho como instrumento de aproximação entre sujeito e objeto - no caso, patrimônio histórico - por meio de uma abordagem teórica sobre o tema e a análise de eventos de observação/desenho como espaços para o desenvolvimento desta prática. Para tal, utiliza-se como método a análise de dois eventos onde observa-se a característica de um tipo de relação possível dos participantes com os patrimônios, mediada pelo desenho. A percepção adquirida por meio da ferramenta desenho foi pensada sob o viés da fenomenologia do filósofo Merleau-Ponty (1908-1961). Como estudo de caso, foram selecionadas duas ações envolvendo desenho e preservação na cidade, que ocorreram na cidade de Torres Vedras – Portugal, em 2014. Cabe ressaltar, que os autores, do presente artigo, abordam o estudo de caso via documentação dos eventos e entrevista com um dos principais agentes promotores, o arquiteto André Duarte Baptista, por meio de entrevista quando de sua residência artística no Brasil, em 2018. Nesse sentido o artigo se aterá a uma discussão da estrutura geral dos eventos, sua fundamentação teórica e a contribuição dos resultados nas políticas públicas de preservação patrimonial bem como ao sentimento de pertencimento da população promovido por meio dessas ações.

2 O desenho de observação

O desenho – entendido como uma representação artística – justifica-se pela reflexão de Merleau-Ponty (2004), a qual afirma que a arte é o caminho que nos aproxima do mundo da percepção e é o meio mais eficaz do redescobrir esse mundo, pois pode-se entendê-la como sendo "uma operação reflexiva do próprio corpo" e "comunicação com o mundo através do olhar e da sensibilidade" (FURLAN; ROZESTRATEN, 2005, p. 61).

Aplicando a concepção merleau-pontyniana, ao executar a prática do desenho, o sujeito oferece seu corpo ao mundo e com isso transforma esse mundo em representação gráfica. Tal relação do seu corpo com o mundo é baseada em um sistema de trocas entre vidente e visível, entre tocante e tocado, uma vez que o nosso corpo está no mundo e é por meio dele que o sentido das coisas - o mundo percebido - aparece, possível pelo entrecruzamento entre o corpo e a coisa.

De um modo amplo, o desenho pode ser entendido como

> Um instrumento de registro, de análise, de criação, de representação e de comunicação. Ou seja, acaba por se ligar à forma que vive o lugar, pela interpretação que o indivíduo faz da realidade enquanto registro e sua análise, e pela forma em que, através do pensamento, imaginação e criação, transforma, representa, comunica este lugar. (FIGUEIREDO, 2015, p. 45)

O desenho aqui colocado é principalmente o desenho de observação, aquele que é um meio de contato do sujeito com o lugar e, também, uma maneira de presentificar tal contato pelo ato perceptivo. "A sua importância deve-se à sua forma de englobar toda uma série de visões, experiências e percepção de um lugar numa só folha, como registro que fica guardado não só nesse espaço representado, mas também na memória." (FIGUEIREDO, 2015, p. 65)

O ato de desenhar envolve uma relação fenomenológica, como dito acima. Cabe destacar que essa filosofia, representada por Merleau-Ponty, é definida pela capacidade de reflexão sobre os fenômenos do mundo e mais, pela experiência vivida, que é quem possibilita toda a fonte de conhecimento. "A experiência, implica a capacidade de ver e aprender segundo esses elementos do espaço, e por isso, está diretamente ligada à própria vivência." (FIGUEIREDO, 2015, p. 89). Em síntese, no momento em que o sujeito se expressa - por meio do desenho - toma contato com o mundo em sua essência, com a experiência originária. No próprio ato de desenhar ele se abstrai dos juízos e valores do mundo em que vive para se abrir ao mundo percebido. Assim sendo, é isto que aparecerá no papel, a própria percepção de quem se expressa, adquirida conforme sua experiência vivida em um determinado contexto histórico. (MERLEAU-PONTY, 1999).

> O momento da percepção é algo bastante pessoal e os estímulos, incentivos ou inspirações captados, penetram na nossa mente de um modo singular e único. O espaço toca de diferentes maneiras ao observador. O observador interage de diferentes maneiras com o espaço. A percepção varia de pessoa para pessoa. Cada pessoa assimila o espaço à sua maneira e tem a sua própria percepção do mundo exterior. (FIGUEIREDO, 2015, p. 91)

Cada sujeito desenvolve categorias históricas orientado conforme sua perspectiva vivida, acrescentando e mudando temas e pontos de vista, mas sempre trabalhando dentro de

uma estrutura social e psicológica do processo perceptivo. (ANDRIOLO, 2011, p. 77). Isso mostra a particularidade da representação gráfica, sendo ela de qualquer natureza. A relação sujeito/mundo é singular e aparece na representação, essa relação ocorre do interior para o exterior e vice-versa. Segundo Juhani Pallasmaa (2013):

> um desenho olha simultaneamente para fora e para dentro, para o mundo observado ou imaginado e para a própria personalidade e o mundo mental do desenhista. Cada esboço e desenho contém parte do artista e de seu mundo mental, ao mesmo tempo em que representa um objeto ou uma vista do mundo real ou um universo imaginado. (PALLASMAA, 2013, p. 93)

O desenho, sendo o meio mais eficaz de contato com o mundo percebido, possibilita ver o que o próprio ato de ver não consegue mostrar. Ao mesmo tempo que o sujeito afeta as coisas, as coisas o afetam e é nessa dualidade que as coisas são reveladas para ele. Nessa relação de troca é que se explica o ato perceptivo ser singular: ele depende não só da maneira como o sujeito observa o lugar, mas como o lugar se mostra para ele. O contato adquirido, ao ser revelado por meio do desenho de observação, mostra essa relação de troca, que nada mais é que uma dentre as infinitas interpretações daquele lugar. “Como qualquer representação, o desenho não é realidade, mas sim, uma escolha dentro de uma infinidade de possíveis interpretações.” (MOSANER, 2012, p. 49)

Interpretações, que são possibilitadas através do desenho, revelam a percepção do sujeito que o produz, revelam a sua verdade. A palavra verdade para o filósofo Merleau-Ponty (1999) poderia ser denominada de “verdade relativa”, isso porque não interessa saber se as evidências são verdades universais, mas sim qual é a verdade do próprio sujeito, aquela que ele nos revela.

3 O caso de Torres Vedras - Portugal

Um exemplo prático de utilização do desenho associado à população e às questões preservacionistas acontece na cidade de Torres Vedras – Portugal. Torres Vedras, localiza-se na região centro-oeste do país, na zona litoral de Estremadura, a cerca de 45km de Lisboa.

> A ligação a Lisboa é secular, já que desde a ocupação romana, existe uma forte relação administrativa com a actual capital, fortalecida na Idade Média, quando a vila era um dos principais abastecedores do Mercado de Lisboa, função que ainda hoje mantém. (BAPTISTA, 2013, p. 52)

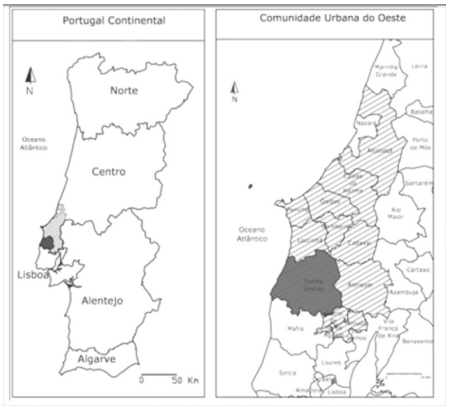


Figura 1: Localização de Torres Vedras.
Fonte: LUNA, 2009.

Uma das ações no município é o evento cultural "Arte ao centro" criado em 2014, o qual tem como uns de seus precursores os arquitetos da Câmara Municipal da cidade, Carlos Figueiredo e André Duarte Baptista. Esse projeto surgiu como consequência de um objetivo, a apresentação de um plano de revitalização e dinamização do Centro Histórico de Torres Vedras. Promovendo a valorização e a divulgação do patrimônio cultural da cidade, o projeto conta com oficinas artísticas, exposições e com o Encontro Internacional de Desenho de Rua. As oficinas artísticas, cuja atividade principal se constitui em desenhar de forma livre o lugar, contam com a participação de um público bastante diverso, desde pessoas que possuem alguma relação com a arte, como *Sketchers*, aquarelistas, artistas plásticos, como a população em geral, estudantes, senhores, portadores de necessidades especiais.[4]

Outro evento em Torres Vedras é o chamado "(a)Riscar o Património", uma iniciativa conjunta entre a Direção-Geral do Património Cultural e a Associação Urban Sketchers Portugal, integrada nas Jornadas Europeias do Património, no qual o arquiteto de Torres Vedras, André Duarte Baptista, também está envolvido. Esse evento, teve sua primeira edição em 2014 e tinha como premissa,

> Associar a representação do património com o desenho – na sua vertente mais imediata e espontânea, enquanto registo do olhar, memória fugaz de um tempo e de um sítio, figuração instantânea duma realidade e dum momento – dá o mote para este evento, que pretende reunir *sketchers*, ilustradores, artistas ou simples amantes do desenho, em vários sítios mas num mesmo dia.[5]

Essa primeira edição, em Torres Vedras, iniciou-se com a explicação sobre o edifício do Claustro do Antigo Convento da Graça e posteriormente, foi elaborada a oficina de introdução ao diário gráfico, colocando pais e filhos a desenhar conjuntamente. A intenção dessas oficinas é mostrar que o desenho não é a representação da realidade, mas sim a representação de uma realidade, de uma verdade, da verdade de quem desenha, isto é, a interpretação dele sobre mundo, como citado anteriormente. E que o sujeito, ao desenhar, passa a compreender esse mundo. O julgamento de saber ou não desenhar não tem relevância aqui. É preciso entender o desenho como uma ferramenta de processo, como um revelador do ato perceptivo e não como um resultado final, sendo assim, qualquer pessoa pode praticá-lo[6]. Como diz Vilanova Artigas (1967, p. 29)[7], "para desenhar é preciso ter talento, ter imaginação, ter vocação. Nada mais falso. Desenho é linguagem também e enquanto linguagem é acessível a todos".

[4] Informações cedidas pelo arquiteto André Duarte Baptista em entrevista aos autores em 2018 e retiradas do site http://www.cm-tvedras.pt/artigos/detalhes/arte-ao-centro-dinamizou-e-promoveu-territorio-de-torres-vedras-pela-arte/. Acessado em 13/08/2018.

[5] https://ariscaropatrimonio.wordpress.com/edicao-de-2014/. Acessado em 19/05/2019.

[6] Informações cedidas pelo arquiteto André Duarte Baptista em entrevista aos autores em 2018 e retiradas do site https://ariscaropatrimonio.wordpress.com/. Acessado em 13/08/2018.

[7] Retirado de O Desenho, texto da aula inaugural pronunciada na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, em 01/03/1967.

Figura 2: Desenhos de participantes da primeira edição do evento, em 2014. Ana Ramos, Antonio Bártolo, Luís Ferreira e Pedro Alves, respectivamente.
Fonte: https://ariscaropatrimonio.wordpress.com/edicao-de-2014/torres-vedras/. Acessado em 19/05/2019.

O evento "(a)Riscar o Património" acontece todo ano e cada ano conta com um tema diferente. Vale lembrar que não ocorre só em Torres Vedras, mas também em outras cidades portuguesas. No entanto, a ideia que une os participantes é o gosto pelo desenho e pelo patrimônio que os diz respeito.

Figura 3: Cartaz da última edição, ocorrida em 2018.
Fonte: https://ariscaropatrimonio.wordpress.com/edicao-2018/torres-vedras/. Acessado em 19/05/2019.

Pode ser considerado um momento de descontração ao se praticar o ato do desenho, mas também, acaba por ser conhecimento. Ao se ter uma apreensão mais detalhada do objeto, o sujeito passa a perceber elementos não antes observado e faz uma leitura mais minuciosa do objeto, ou seja, o sujeito passa a conhecer melhor o patrimônio, familiariza-se com ele e, como consequência, há uma relação afetiva.

O termo afetivo, como coloca Merleau-Ponty, principalmente em seu livro *Fenomenologia da Percepção* (1999), é entendido dentro do campo fenomenológico, em que há uma relação afetiva entre vidente e visível, ou seja, entre quem olha e quem é olhado, entre quem afeta e é afetado. O afeto, seguindo o pensamento merleau-pontyniano, é "a busca de si no outro, num processo de interrogação e conhecimento" (RAMOS, 2017, p. 52). E mais ainda, "o afeto é conhecimento, eu vou me conhecendo nesse jogo de relações, é a tensão de uma existência em direção à outra existência num jogo de negação e aceitação, mas sem a qual, todavia, esta existência não se estrutura". (RAMOS, 2017, p. 55). Marcon e Furlan (2015, p. 228) definem o afeto como a tensão que surge entre o corpo próprio e seu mundo, na via de mão dupla onde o significado e o significante são dois momentos de uma mesma expressão.

Figura 4: Pessoas desenhando no evento (a)Riscar o Patrimônio, edição de 2015.
Fonte: https://ariscaropatrimonio.wordpress.com/edicao-de-2015/torres-vedras/. Acessado em: 19/05/2019.

Revelador não somente do contato com o lugar, o desenho é também uma forma de comunicação, pela qual muitas vezes se consegue colocar questões que outro tipo de linguagem, por exemplo a escrita ou a oral, não se conseguiria. Tais questões, segundo o arquiteto André Duarte Baptista[8], nortearam um olhar mais atento ao processo de preservação de algumas características da cidade, antes não consideradas em estudos sobre fontes documentais e observação do ambiente construído pelos agentes responsáveis pelas políticas públicas de preservação patrimonial. A atenção afetiva revelou traços do cotidiano, impressos nas edificações, de uma outra ordem. Traços relativos às trocas simbólicas entre a população e os elementos que a mesma população elegeu para se representar socialmente. Ainda segundo o arquiteto, na cidade de Torres Vedras essa prática está sendo adotada como um processo constante, acumulando resultados positivos para a constituição de uma identidade cultural.

A comunicação pelo desenho carrega sentimentos e intenções, ligados não apenas ao tempo presente, mas a conexões com a memória, em que nas experiências presentes pos-

[8]Em entrevista aos autores em 2018.

sam se reconhecer as experiências passadas. Assim sendo, a união entre patrimônio e desenho de observação, constitui uma estratégia de acesso a preservação dos bens culturais. O desenho, visto enquanto representação gráfica e social, caracteriza-se pela diversidade, uma vez que a representação em si já pressupõe diferentes visões, isto é, interpretações sobre um mesmo objeto, sobre um mesmo conjunto.

4 Conclusão

O percurso feito nesse artigo buscou mostrar a relação entre o patrimônio e a população, por meio da ferramenta desenho em ações específicas: eventos que ocorrem na cidade de Torres Vedras – Portugal, numa tentativa de aproximar a população ao seu patrimônio histórico e cultural e mais, valorizá-lo frente às constantes transformações no mundo atual.

Buscou-se, também, colocar o desenho num papel para além do modo de representar, como mediador e consolidador da relação entre sujeito e lugar, inserindo a questão patrimonial sob o viés da representatividade e do pertencimento.

Os desenhos produzidos pelos sujeitos revelam sentimentos, intenções e percepções e, assim, consolidam um material, tanto físico, quanto afetivo, no caso aqui, do patrimônio de Torres Vedras, mas, mais do que isso, os desenhos são meios de conhecimento para aqueles que os produzem.

Ações, como as mostradas nesse artigo, são estratégias que podem valorizar os bens patrimoniais; aproximar a população desse contexto, numa forma de educação patrimonial; além de poder engatilhar questões preservacionistas nas cidades atualmente, estreitando a relação com os próprios moradores.

Referências bibliográficas

ARANTES, A. A. **O patrimônio cultural e seus usos: a dimensão urbana**. Revista Habitus, v. 4, p. 425-435, 2006.

____ . **Patrimônio cultural e cidade**. In: FORTUNA, C.; LEITE, R. P. Plural de cidades: novos léxicos urbanos. Coimbra: Ed. Almedina, 2009, p. 11-24.

ANDRIOLO, A. **A pintura é um traço da nossa relação histórica com o mundo**. Poiesis: Niterói, v. 17, pp. 77-90, 2011.

BAPTISTA, A. D. **O lugar como simbiose**: centro histórico de Torres Vedras. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa, 2013.

FIGUEIREDO, J. P. **Do lugar vivido ao lugar imaginado**: o desenho e a arquitetura. Dissertação de Mestrado em Arquitetura. Universidade Católica Portuguesa -Departamento de Arquitectura, Ciências e Tecnologia. Viseu, 2015.

FURLAN, R.; ROZESTRATEN, A. S. **Arte em Merleau-Ponty**. Natureza Humana. São Paulo, v. 7, n. 1, pp. 59-93, 2005

LUNA, I. (2009). **S Tiago. Torres Vedras**. Relatório dos Trabalhos Arqueológicos. Torres Vedras: CMTV.

MARCON, G. H.; FURLAN, R. **Afeto e subjetividade nos primeiros trabalhos de Merleau-Ponty**. Memorandum. Belo Horizonte, v. 29, p. 208-232, 2015.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da Percepção**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

____ . **O olho e o espírito**. Tradução de Cassio de Arantes Leite. São Paulo: Cosac & Naify, 2004.

MOSANER, F. F. L. **O desenho como método de estudo**: Antonio Luiz Dias de Andrade e a arquitetura do Vale do Paraíba. Dissertação de Mestrado em Arquitetura – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU-USP). São Paulo, 2012.

PALLASMA, J. **As mãos inteligentes**: a sabedoria existencial e corporalizada na arquitetura. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

RAMOS, T. A. M. S. **Corpos do afeto**: ensaio sobre a dança, estesiologia e educação. Tese de doutorado em Educação – Universidade do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

O REFERENTE ENQUANTO *OBJET TROUVÉ*, PERSPECTIVAS DE LEITURA DO ESPAÇO URBANO ATRAVÉS DO FOTOLIVRO PARANOIA

CASTRAL, Paulo César[1]
GAMBARDELLA, Ana Luiza Rodrigues[2],

Resumo

O presente artigo visa compreender as relações entre referente fotográfico e o conceito de *objet trouvé* dentro de uma perspectiva surrealista da representação. Essa perspectiva é conformada dentro da leitura do espaço urbano através de objetos artísticos, fazendo a leitura dos referentes encontrados em duas fotografias do fotolivro Paranoia (1963), de Piva e Wesley Duke Lee. A discussão através da representação do espaço urbano pautadas pela visão de mundo surrealista traz perspectivas diversas sobre o espaço e, no caso do fotolivro em questão, trazem a ressignificação constante da imagem e, consequentemente, do espaço retratado em conjunto com a poesia.

Palavras-chave: Paranoia; objet trouve; surrealismo; espaço urbano; referente.

Abstract

This article aims to understand the relations between photographic reference and the concept of *objet trouvé* within a surrealist perspective of representation. This perspective is conformed within the reading of the urban space through artistic objects, reading the referents found in two photographs of the photo book Paranoia (1963), by Piva and Wesley Duke Lee. The discussion through the representation of urban space guided by the world vision of surrealist brings diverse perspectives on space and, in the case of this photobook, bring about the constant re-signification of the image and, consequently, the space portrayed in conjunction with poetry.

Keywords: Paranoia; objet trouve; surrealism; urban espace; reference.

[1] Instituto de Arquitetura e Urbanismo - IAU-USP, pcastral@gmail.com
[2] Instituto de Arquitetura e Urbanismo - IAU-USP, ana.gambardella@gmail.com

1 Introdução

O estudo das representações artísticas que tem como palco a cidade é de grande importância para o entendimento das relações estabelecidas no espaço urbano. Através de suas representações podemos ter uma visão mais sensível do espaço através da experiência de seus interlocutores, e, deste modo, compreender as relações constituintes do espaço urbano.

Dentro desta perspectiva, debruça-se sobre a prática surrealista, que nasce com uma proximidade muito grande às questões da metrópole, suas reconfigurações espaciais e econômicas, em uma ação de interpretação de mundo. A corrente surrealista, mais do que uma estética, é, segundo Willer (2008a), uma postura, uma conduta frente ao mundo.

> Essa visão do mundo abrange o modo como o surrealismo pensou a história da literatura; sua poética das correspondências, analogias e imagens; a visão do processo de criação, passando pela afirmação e discussão da escrita automática; a complexa relação entre poesia e vida, entre o simbólico e o real, incluindo a questão do acaso objetivo. (WILLER, in: GUINSBURG; LEIRNER, 2008, p.281)

Essa postura surrealista frente ao mundo é baseada no pensamento analógico, através da conexão entre realidade material e realidade psíquica, e a consequente abertura de possibilidades de leituras e conexões díspares.

A prerrogativa surrealista depende, portanto, da desconexão entre significado e significante dos seus referentes contidos nas representações. Esse processo, realizado no campo associativo, é o que fornece sentido aos signos dispostos no surrealismo, caracterizados pelo modo de relacionar significante e significado dentro de um eixo temporal / causal / espacial.

> O surreal é, semioticamente falando, um efeito significante, a confusão ou contradição na relação convencional significante-significado nas representações e onde o significado é parcialmente escondido, onde a mensagem parece enigmática independente de como (ou em qual forma tecnológica) foi produzido[3] (BATE, 2009, p.22, tradução própria)

A leitura do efeito surrealista pode ser realizada, através desta perspectiva, por meio das relações lacunares entre significante e significado de uma reapresentação. Cria-se uma ambivalência a fim de trabalhar com a contradição e analógica (ADES; BAKER, 2006).

Através do viés da linguística tradicional, Rosalind Krauss (2014) dá enfoque nas relações entre uma unidade e outra, pautada pelas relações exteriores entre significado e significante, e na composição de uma imagem complexa através da concatenação dos signos.

> O significado sendo o sentido do signo, um sentido transparente para o pensamento consciente; o significante sendo a marca ou o som que constitui o suporte concreto do signo. [...] para Derrida, o espaçamento entre dois signos não é um elemento externo que estabelece limites exteriores do sentido ou o fim de um significado antes da chegada de outro significado. Ao contrário, através de uma inversão fundamental no encaminhamento, o espaçamento torna-se condição prévia para o surgimento do sentido enquanto tal e sua exterioridade entre os signos já constitui a natureza "interior" dos signos. (KRAUSS, 2014, p.118)

[3] texto original: The surreal is, semiotically speaking, a signifying effect, the confusion or a contradiction in conventional signifier-signified relations in representations and where a meaning is partially hidden, where the message appears 'enigmatic' regardless of how (or in what technological form) it has been produced.

Veremos, em uma leitura mais atenta ao referente, que este espaçamento entre os signos adentram a presença dos mesmos, e é elemento necessário para a possibilidade das ligações analógicas entre suportes de representação, realidade material e realidade psíquica.

Ao usar a fotografia como suporte da representação, o enquadramento de um espaço ou objeto é instrumento para a criação deste hiato. O significado de um referente cria complexidade ao analisarmos sua fragmentação, aproximação e descontextualização; "o sinal de uma ruptura na experiência instantânea do real" (KRAUSS, 2014, p.124). Na criação do hiato, abrimos a possibilidade do tratamento do signo indicial, criando atravessamentos de suas significações e significantes de forma a potencializar ligações, no encontro evocado das representações, entre sujeito, inconsciente e mundo circundante; de modo a criar outras significações através do acaso objetivo.

Enquanto objeto de estudo para compreendermos a representação dentro do campo surrealista e sua relevância dentro de uma interpretação do espaço urbano, adotou-se o fotolivro Paranoia (1963) com poesias de Roberto Piva (1937-2010) e fotografias de Wesley Duke Lee (1931-2010). Paranoia foi citado na revista surrealista *La Breche*, em 1965, como o primeiro livro de poesia delirante publicado no Brasil[4]. A referência surrealista acompanha a produção e atuação de Piva. O poeta é um dos fundadores do Grupo Surrealista de São Paulo, no mesmo ano de lançamento do livro, juntamente com Claudio Willer e João da Rocha, os únicos três escritores brasileiros citados no Dicionário Geral do Surrealismo de 1965, dirigido por André Breton (ROCHA, 2014).

O livro, formado por setenta e seis (76) fotografias distribuídas ao longo de vinte (20) poesias, nos situa em uma perspectiva da experiência e do posicionamento dos artistas frente à cidade de São Paulo na década de 1960, tendo como resultado uma deambulação pelos espaços da cidade em uma narrativa de constante ressignificação dos elementos encontrados.

O diálogo entre poesia e fotografia constrói uma imagem do espaço urbano em que não se encontra subordinação entre as representações. Poesia e fotografia são igualmente importantes na construção do imaginário paulistano, e na fruição do livro enquanto obra.

Na leitura da obra, veremos, há uma visão surrealista sobre a cidade no confronto estético à uma São Paulo pré-determinada (SILVEIRA, 2015, s/p); ou seja, temos uma visão que difere da imagem oficial do espaço urbano, determinada pela experiencia estética dos artistas.

É importante ressaltar que este trabalho desenvolvido por Wesley Duke Lee difere das experiencias que desenvolve enquanto artista. Essa informação corrobora com a ideia de que a fotografia foi uma escolha estética consciente e proposital dentro das possibilidades que poderiam se abrir para o diálogo com a poesia alucinatória de Piva.

[4] "Paranoia é o primeiro livro de poesia delirante publicado em português. Piva, com sua formação intelectual, é profundamente marcado pela cultura italiana assumiu sua inspiração pelos grandes clássicos da decadência, onde a exuberância da imagem é própria dos povos latinos. Freud e Lautréamont tinha grande importância para ele. Enfim, a mais moderna literatura dos beats norte-americanos transmitiu a ele a fascinação por neons e a alucinação da metrópole metálica evocadas pelas fotografias de São Paulo inseridas no livro" - Tradução própria. Do original: Paranoia est le premier livre de poésie délirante publié em brésilien. Piva, dont la formation intellectuelle est profondément marquée par la culture italienne a pris son inspiration dans le grands classiques de la décadence, d'où l'exubérance de l'image propre aux peuples latins. Freud et Lautreamónt ont eu pour lui la plus grande importance. Enfin, la plus moderne littérature beat nord-américaine lui a transmis la fascination des néons et l'hallucination par la métropole métallique qu'évoquent les photographies de São Paulo insérées dans son livre. (XXX, 1965. In: La Breche nº8, p.127)

2 A questão do referente

Para a composição do campo de atuação surrealista, temos a noção do acaso objetivo como uma importante chave de posicionamento com o espaço urbano. Apesar de intimamente ligado com o inconsciente na leitura de mundo, a atitude surrealista não se dá somente por este meio.

A visão surrealista compreende o mundo não somente enquanto referente, mas enquanto signo, e mais especificamente, enquanto índice. Segundo Krauss:

> [...] (André) Breton não utiliza o termo "Signo" ou o termo "Símbolo", mas a palavra mais especializada e mais específica, "índice", que não apenas significa "signo" mas também "marca, "traço" e "sintoma". Sabemos que o índice tem uma natureza estranha do ponto de vista semiótico, quer dizer na forma como vincula significante e significado. Pois ao contrário dos outros tipos de signo, o índice institui uma relação entre a marca e o sentido (ou referente) ao longo de um eixo que é ao mesmo tempo causal, físico e espacial." (KRAUSSS, 2014, p.148)

Essa possiblidade, por sua vez, nos permite estudar como os referentes contidos nas fotografias e nas poesias de *Paranoia* se comportam enquanto fragmentos desse espaço indicial.

Faz-se, assim, uma leitura da realidade material inferindo em representações imagéticas para construção de um novo sentido, ao mesmo tempo que se abre possibilidades para novos encontros fortuitos. Na dissolução de fronteiras entre material e psíquico, através do entendimento de mundo enquanto signo, temos a abertura para ligações imprevistas, livres e concatenadas, baseadas pelo acaso objetivo.

> O acaso objetivo é indissociável da disponibilidade, e de sua conseqüência, a relação mágica com a cidade. A deambulação urbana do flâneur, transformada em valor, signo da disposição de recomeçar a vida a cada dia, já é magia propiciatória. (WILLER, in: GUINSBURG; LEIRNER, 2008, p.328)

Os campos material e psíquico ganham similaridade de importância com as práticas de deambulação, no contato com a cidade e nas interconexões fragmentárias possibilitadas por essa disponibilidade citada por Willer (2008b). Essa importância do espaço material juntamente com o espaço subjetivo frente ao espaço urbano também é apontada por Krauss (2014), que indica o processo contínuo de referência a partir do estatuto do índice.

Na deambulação surrealista, abertos às possibilidades que o encontro fortuito com o espaço possa evocar, temos a relação entre sujeito, espaço e inconsciente.

O acaso objetivo nos mostra as relações que temos entre o sujeito que interpreta um dado signo, o espaço em que se insere dentro de sua realidade material, e as relações de igualdade que temos entre o sujeito, este espaço, a manifestação do inconsciente e o encontro evocado pelo signo, a ação do acaso é o desvelamento das múltiplas relações que podem ocorrer entre si para a criação de significação e, portanto, para o preenchimento do signo com o referencial externo – dado no encontro entre espaço material, psíquico e sujeito – e criação de um possível significado momentâneo.

Os significados possíveis evocados em um dado signo, são, portanto, dependentes dessas relações traçadas pelo acaso objetivo. Dentro do campo de possibilidades evocado pela criação artística, e dentro do campo da denominada beleza convulsiva.

2.1 Referente enquanto *objet trouvé*

Através da fotografia observamos a transformação do mundo em signo visual, e por meio do enquadramento temos a escolha dos referentes retratados deste espaço; transformação constante do mundo em signo.

> [...] o que a máquina fotográfica enquadra e, portanto, torna visível é a escrita automática do mundo: a produção permanente, ininterrupta dos signos (KRAUSS, 2014, p.124)

Dentro da ideia de mundo enquanto signo, e na transformação ininterrupta do espaço através de sua representação, abre-se a possibilidade da compreensão dos referentes flagrados nas imagens fotográficas enquanto *objet trouvé*[5] na experiência do espaço urbano.

Ao trazer a perspectiva do *objet trouvé*, compreendemos o objeto encontrado, banal, que ganha nova perspectiva através desta descontextualização obtida pelo acaso objetivo. Portanto, o recorte do mundo através do enquadramento traz à tona os encontros evocados pelos artistas dentro de sua experiência e, conjuntamente, a transformação destes referentes sob a perspectiva de objetos encontrados pelos mesmos, recortados e ressignificados do seu contexto inicial.

Fabris (2013) indica que há um interesse dos surrealistas pelas imagens de Atget através da perspectiva do *objet trouvé*, dentro de um "acordo secreto entre o homem e o mundo circundante", marca assim, "um ponto de partida propício a interpretações subjetivas" (FABRIS, 2013, p.49) revelando novos sentidos e possibilidades de encontro com a cidade.

A realidade representada através da banalidade desses encontros evocados, mostra uma posição surrealista de transformação através da experiência concreta do espaço.

O cotidiano entra com a devida importância ao analisar essas imagens fotográficas que, conforme dito anteriormente sobre a postura surrealista, não são necessariamente ligadas por questões formais ou estéticas, mas sim pela abertura para as novas possibilidades de significação do mundo. E o uso de fotografias diretas, com os referentes retirados de sua contextualização, ao trazerem as características do *objet trouvé*, abrem campo para a associabilidade analógica no tratamento do signo, possibilitadas pelo acaso objetivo dentro da experiência do espaço material.

Ao analisar os referentes trazidos nas imagens de *Paranoia*, a característica deste objeto encontrado criará camadas de significação percebidas através do seu enquadramento e de sua relação com o texto.

[5] Krauss (2014) indica como um dos tipos de Beleza Convulsiva de Breton: "O terceiro exemplo dado por Breton é o do achado – quer se trate de objetos ou fragmentos de palavras sucessivas: dois exemplos de objetos casuais, em que um emissário pertencente ao mundo externo traz uma mensagem que revela seu próprio desejo ao destinatário. O achado é um signo deste desejo." (p.121), definindo, deste modo, o objet trouvé, ou, objeto achado. No Dicionário Oxford de arte: Object Trouvé – (Fr. <<objeto encontrado>>) Qualquer objeto encontrado por um artista, e apresentado, sem qualquer alteração ou somente com modificações mínimas, como uma obra de arte por si só ou como parte de uma obra de arte." (CHALVERS, 2001, p.139).

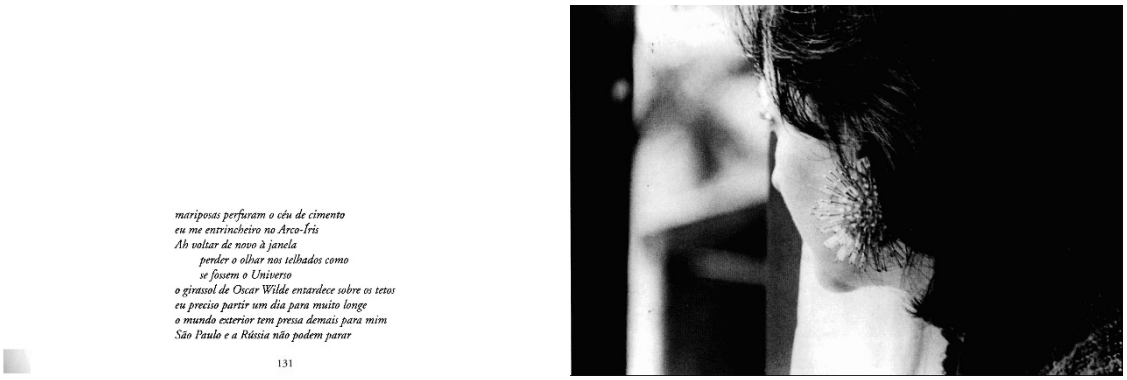
3 A questão do referente em *Paranoia*

Para análise do fotolivro em questão[6], foram observadas as recorrências referenciais do espaço urbano contidas nas setenta e seis (76) fotografias expostas. Temos uma recorrência significativa de imagens em espaço público, com um posicionamento afastado do fotógrafo com relação aos mesmos. É observado também que esses referentes são colocados de forma não-monumental no seu enquadramento, mostrando uma intencionalidade de retratar um espaço cotidiano.

O livro é organizado de modo que tenhamos uma página com um trecho de poesia, formando um par com uma página com imagem fotográfica, a leitura conjunta das páginas amplia as possibilidades de significação analógicas que podem ocorrer dentro da representação.

A análise inicial frente ao conjunto de imagens nos dá uma atmosfera de que esses referentes não são escolhidos previamente, mas são observados através do caminhar pela cidade, encontrados, recolhidos e recortados de sua posição inicial para evocar novas possibilidades, ou seja, os referentes são tratados sob a lógica do *objet trouvé*. Possibilidades essas que são reconstruídas através do encontro com a poesia de Piva.

A seguir, uma leitura deste olhar curioso e atento através de dois pares de páginas escolhidos. A escolha dos pares de páginas se dá pelas fotografias, que apresentam recortes específicos de referentes encontrados pelo caminhar na cidade.



Figuras 1 e 2 - *Paranoia* (páginas 130 e 131)
Fotografia de Wesley Duke Lee

Fragmento de “Poema Porrada” de Roberto Piva (PIVA, 2000, p.130-131)

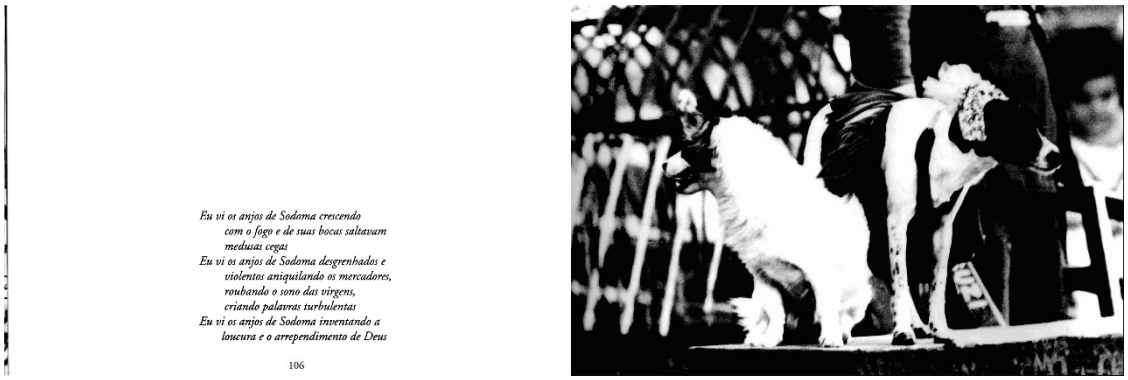
> [...] mariposas perfuram o céu de cimento
> eu me entrincheiro no Arco-Íris
> Ah voltar de novo à janela
> perder o olhar nos telhados como
> se fossem o Universo
> e o girassol de Oscar Wilde entardece sobre os tetos
> eu preciso partir um dia para muito longe
> o mundo exterior tem pressa demais para mim
> São Paulo e a Rússia não podem parar
> (PIVA, 2000, p.131)

[6] A fim de conduzir esta leitura, utilizamos a segunda edição do fotolivro, publicada pelo Instituto Moreira Sales em 2000 – 2ª edição –, esta versão é fac-símile à versão publicada em 1963. A versão publicada pela mesma instituição em 2009 teve seu projeto editorial modificado, portanto não carrega as mesmas características de distribuição fotografia – texto, importantes para o estudo.

Na imagem fotográfica (figura 1) vê-se o encontro do fotógrafo com uma mulher no espaço, neste encontro, o artista descobre nos brincos “o girassol de Oscar Wilde” citado na poesia[7] (figura 2), giras(sol) que entardece sobre os tetos;. Poderíamos arriscar que são estes os tetos que a figura feminina está a observar a partir de uma janela? Observando o sol entardecer sobre os mesmos? Essas incursões sobre a imagem podem ser inferidas através do encontro entre fotografia e poesia. O fotógrafo, juntamente com o poeta se perdem pela cidade, assim como o olhar que se perde nos telhados que são este “Universo” particular do recorte da realidade. A poesia se perde juntamente com o olhar da mulher que não tem uma direção clara através do enquadramento, passa a sensibilidade desse entrincheiramento em algo que não tem materialidade, mas que se percebe através dessa relação.

Neste momento, o encontro evocado pelo cruzamento dos artistas com a figura humana no espaço público faz com que o brinco perca sua qualidade primeira e ganhe camadas de significação outras, é recortado e retirado de sua característica primordial para se lançar nas “interpretações subjetivas”, já citadas por Fabris (2013), e referir-se, juntamente à poesia, a outro universo interpretativo.

O encontro da mulher pensativa, com o brinco não remete ao “perder o olhar nos telhados”, ou mesmo ao “girassol de Oscar Wilde” ou a “necessidade de partir”, mas ela mesma se transforma no olhar, no girassol e na necessidade. Em um encontro e descoberta do artista com a figura que habita o espaço urbano.



Figuras 3 e 4 - *Paranoia* (páginas 106 e 107)
Fotografia de Wesley Duke Lee

Fragmento de “Os anjos de Sodoma” de Roberto Piva (PIVA, 2000, p.106-107)

Eu vi os anjos de Sodoma crescendo
com o fogo e de suas bocas saltavam
medusas cegas
Eu vi os anjos de Sodoma desgrenhados e
violentos aniquilando os mercadores,
roubando os sonhos das virgens,
criando palavras turbulentas
Eu vi os anjos de Sodoma inventando a
Loucura e o arrependimento de Deus
(PIVA, 2000, p.106)

[7] O trecho da poesia contido na “Figura 2” está em citação abaixo da figura indicada.

Em uma segunda análise, o foco da imagem fotográfica (figura 4) com os cachorros traz um embate entre a leitura de uma poesia[8] (figura 3) pesada, violenta, visceral, e imagens de aparente inocência. Novamente vê-se a retirada do referente de sua contextualização, e, com este movimento, o encontro com outras qualidades que serão trabalhadas no embate com a poesia em que é inserida. Ao nos colocar em frente a essa fotografia, onde os cachorros não olham para a câmera, somos levados a um recorte do espaço em que os inocentes animais vestidos com fantasia são o "arrependimento de Deus", elevados a posições santificadas frente a violência do poeta. É interessante observar ainda que um dos cachorros escolhidos para a fotografia tem um enfeite na cabeça, o que podemos inferir como um reforço essa quebra semântica.

Os anjos e os animais aparecem na inocência quebrada do conteúdo da poesia, que dilacera na leitura e traz o incômodo exacerbado. Os anjos são violentos, mas não aparentam, são inocentes, mas roubam os sonos das virgens, são descolados da realidade visível, mas foram encontrados na materialidade da cidade. Inventam a loucura e o arrependimento de Deus nesse recorte.

Os dois trechos escolhidos mostram o encontro dos referentes no espaço urbano, seu recorte, descontextualização e a transformação dada neste movimento e no encontro com a poesia. Os referentes deixam de se comportar através de seu significado primeiro (brinco ou cachorros) e passam, neste movimento, a apresentar comportamentos variados dentro das possibilidades de interpretação no encontro de fotografia e poesia, ou mesmo, do artista com o espaço urbano.

4 Conclusão

Vê-se, através da percepção surrealista do encontro com a realidade material, que a questão do referente a ser retratado na representação de mundo através da fotografia ganha importância. Sua importância, entretanto, não se dá somente pela natureza inicial do referente, mas pelo seu recorte e descontextualização.

O brinco da mulher retratada em *Poema Porrada* poderia ser qualquer referência que evocasse o girassol do poema, mas o artista, ao fazer essa ligação analógica no encontro evocado pela deambulação, cria novas significações para este objeto.

Vemos também que, a poesia tem grande importância na ressignificação dos objetos encontrados através da fotografia, o que reitera a possibilidade de ressignificação dos referentes no hiato entre significante e significado, pressuposto na criação surrealista. Essa lacuna é interessante ao analisar uma obra que tem como principal esfera a cidade, pois encontra novas possibilidades de leitura deste espaço urbano, na leitura do fotolivro como um todo.

Essa cidade que é refletida tanto nas ações dos seus moradores, os anjos de Sodoma colocados no espaço urbano, quanto nos espaços dos telhados que se conformam como o Universo, é um espaço que está refletido no macro e no micro das interações. Traz consigo, uma especificidade interessante do espaço: seus habitantes, suas espacialidades e suas significações.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

[8] O trecho da poesia contido na "Figura 3" está em citação abaixo da figura indicada.

Referências

ADES, Dawn; BAKER, Simon. **Undercover surrealism**: Georges Bataille and Documents. Massachusetts, USA: The MIT Press, 2006. ISBN: 0-262-01230-8 (The MIT Press edition)

BATE, David. **Photography and Surrealism. Sexuality, Colonialism and Social Dissent**. London, New York: I.B. Tauris, 2003. ISBN: 1-86064-378-7 hb

CHALVERS, Ian, **Dicionário Oxford de Arte**,. 2 ed. Tradução de Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

FRABRIS, Annateresa. **O desafio do olhar: fotografia e artes visuais no período das vanguardas históricas**, volume 2 - 1 ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2013. ISBN: 978-85-7827-660-7

KRAUSS, Rosalind. **O fotográfico.** Tradução: Anne Marie Davée - 1 ed. São Paulo: Gustavo Gili, 2014. ISBN: 978-85-65985-61-1

PIVA, Roberto. **Paranoia** / Roberto Piva; fotografado e desenhado por Wesley Duke Lee – 2 ed. São Paulo: Instituto Moreira Salles e Jacarandá, 2000.

ROCHA, João da. A paranoia poética de roberto piva. In: **Zoom nas vísceras**, 20 de novembro de 2014. Disponível em: http://lounge.obviousmag.org/zoom_nas_visceras/2014/11/a-paranoia-poetica-de-roberto-piva.html. Acesso em: 12 dez. 2017

SILVEIRA, Mariana Outeiro da. Imagens do acaso na paranoia de Roberto Piva: flagrantes surreais. In: BAITELLO JUNIOR N., MENEZES, J. E. de O., BORNHAUSEN D. A. (org). **Anais do V Congresso Internacional de Comunicação e Cultura, O que custa o virtual**. Centro interdisciplinar de semiótica da Cultura e da Mídia CISC PUC SP \ Universidade Paulista . São Paulo: 2015.

WILLER, Claudio. Surrealismo: Poesia e Poética. In: GUINSBURG, J; LEIRNER, Sheila (org.). **O Surrealismo**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2008. ISBN: 978-85-273-0816-8

WILLER, Claudio. Magia, Poesia e Realidade: o Acaso Objetivo em André Breton. In: GUINSBURG, J; LEIRNER, Sheila (org.). **O Surrealismo**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2008. ISBN: 978-85-273-0816-8

XXX. Le surrealisme à São Paulo. Revista La Brèche 8, novembro de 1965, p.127 Le Terrain Vague, Paris, France. In: WILLER, Cláudio. **A famosa resenha em La Brèche** – Action Surrealiste, 30 out. 2014. Disponível em: https://claudiowiller.wordpress.com/2014/10/30/a-famosa-resenha-em-la-breche-action-surrealiste/ . Aceso em 04 maio 2017.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

O USO DA FIGURA HUMANA NAS IMAGENS DIGITAIS FOTORREALÍSTICAS DE PROJETOS DE INTERIORES

BRAIDA, Frederico[1],
CHAGAS, Icaro[2],
ZANCANELI, Mariana Alves[3].

Resumo

Este artigo aborda o tema da figura humana na representação gráfica do projeto de interiores na contemporaneidade. Portanto, o objeto de estudo são as imagens digitais fotorrealísticas e fotografias de projetos de interiores utilizadas na era digital para sua apresentação. Com isso, parte-se da seguinte questão: por que há pouco uso da figura humana em imagens digitais fotorrealísticas de projetos de interiores? O principal objetivo é realizar uma reflexão crítica sobre o uso da figura humana nas imagens digitais fotorrealísticas de projetos de interiores. Metodologicamente, este artigo é fruto de uma pesquisa qualitativa, de revisão de literatura, bem como de uma reflexão sobre o uso da figura humana na apresentação dos ambientes internos, no campo da expressão e representação do projeto arquitetônico. Além disso foi conduzida uma análise de imagens fotorrealísticas de projetos de interiores produzidas por alguns escritórios, a fim de exemplificar e compreender melhor o fenômeno observado. Ao final, o que se descortina, no âmbito da representação do projeto de interiores, é um cenário fortemente influenciado pelas técnicas e pressupostos do fotorrealismo aplicado às apresentações digitais desses projetos.

Palavras-chave: representação gráfica; figura humana; projeto de interiores; fotorrealismo; era digital.

Abstract

This article approaches the theme of human figure in interior design graphic representation in contemporary times. Therefore, the study object is the photorealistic digital images and photographs of interior projects used in the digital age for their presentation. With this, it is started with the following question: why is there little use of the human figure in photorealistic digital images of interior design? The main objective is to make a critical reflection on the use of the human figure in the photorealistic digital images of interior design. Methodologically, this article is a result of a qualitative research, with a literature review, as well as a reflection on the use of the human figure in the internal environments presentation, in the field of architectural design expression and representation. In addition, an analysis of photorealistic images of interior

[1] Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: frederico.braida@ufjf.edu.br
[2] Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: icaro.chagas@arquitetura.ufjf.br
[3] Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: zancaneli.m@gmail.com

designs produced by some offices was conducted in order to better exemplify and understand the phenomenon observed. In the end, what is revealed in the context of the interior design representation is a scenario strongly influenced by the techniques and assumptions of photorealism applied to the digital presentations of these designs.

Keywords: graphic representation; human figure; interior design; photorrealism; digital age.

1 Introdução

No processo criativo de arquitetos e designers, as ideias e soluções que se formam a todo o instante em suas mentes necessitam ser comunicadas à outras pessoas envolvidas com o projeto. Segundo Laseau (2001, p. 179), essa comunicação deve ocorrer em três escalas: (1) a individual, onde precisa desenvolver uma capacidade de comunicação rápida consigo mesmo e com outros arquitetos; (2) a da equipe, onde o desafio é comunicar-se para motivá-la, compartilhando os objetivos; (3) a pública, uma vez que o arquiteto necessita desenvolver formas de comunicação a fim de ultrapassar os limites da linguagem profissional tradicional.

Dessa forma, a representação gráfica tem um papel importante, realizando a mediação entre arquitetos e as outras partes interessadas no projeto. Para Ching e Eckler (2014, p. 321), a representação gráfica abarca uma série de meios para se comunicar o espaço arquitetônico, sendo o principal deles os vários tipos de desenhos. Dentro desse contexto, sempre houve, e ainda há, uma busca por parte dos arquitetos pela melhor solução representativa para seus projetos, principalmente no que tange aos desenhos de apresentação. Segundo Ching (2017, p. 201),

> estes desenhos descrevem uma proposta de projeto de modo gráfico, com a intenção de persuadir um público sobre o valor do projeto. [...] Seja produzido para ajudar a imaginação de um cliente, seja para obter a contratação como arquiteto, em esfera privada ou em um concurso, os desenhos de apresentação devem comunicar, da maneira mais clara e precisa possível, as qualidades tridimensionais de um projeto.

No caso específico dos projetos de interiores, Souza (2016, p. 56) afirma que o ato de se projetar espaços interiores pressupõe “desenvolver a capacidade de analisar arquitetura, compreender o espaço arquitetônico de forma a ter condições de conceber um projeto que atenda às necessidades do cliente”. Devido aos projetos de interiores possuírem muitos detalhes, afinal, é a parte do projeto arquitetônico que se encontra em interação direta com o ser humano, a

> linguagem visual apresenta-se como um fator de grande relevância e a representação gráfica, seja ela analógica ou digital, configura-se como um ponto importante para os profissionais do design de interiores, atuando como ferramenta essencial para a concepção e comunicação de um projeto (BRAIDA *et al.* 2018, p. 86).

No contexto contemporâneo, observa-se o uso cada vez mais frequente das tecnologias computacionais para a representação gráfica em arquitetura. Para o campo dos projetos de interiores, a situação não é diferente. É possível observar imagens digitais fotorrealísticas sendo utilizadas como forma de apresentação para os projetos de interiores em vários sites e redes sociais de arquitetos. Para Braida *et al.* (2018, p. 87), as tecnologias digitais impactaram a representação gráfica no que diz respeito à eficiência ligada ao desenho, além de aspectos referentes à estética da apresentação. Segundo Ching e Binggeli (2013, p. 70), os programas do tipo *Computer Aided Design* (CAD) tridimensionais têm auxiliado na visualização dos projetos devido às suas imagens bem elaboradas.

> Desse modo, o computador teve seu espaço firmado no design de interiores como ferramenta que permite uma execução mais ágil do projeto, primeiramente, com o desenho bidimensional e, posteriormente, com a possibilidade de criação espaços tridimensionais. [...] Com os avanços permitidos pelos programas computacionais, as formas de se representar tridimensionalmente se tornaram comuns. A possibilidade de enxergar o interior de um ambiente, antes mesmo de sua execução, é um recurso que permite a visualização e a correção de possíveis problemas anteriores à realização do projeto (BRAIDA *et al.*, 2018, p. 87).

Diante desse cenário, as imagens digitais fotorrealísticas desempenham um papel de representar ambientes ainda não construídos de maneira semelhante ao que se tornará real, com a premissa de ser uma linguagem de entendimento mais fácil para o cliente do que os desenhos técnicos.

A fim de se atingir os objetivos citados, Ching (2017, p. 185) ressalta a importância da incorporação do contexto aos desenhos, acrescentando elementos como o terreno e estruturas adjacentes, além de indicar a escala e o uso dos espaços, inserindo as figuras humanas e o mobiliário. Segundo o autor, as pessoas são inseridas no desenho a fim de "(1) expressar a escala de um espaço; (2) indicar o uso previsto ou a atividade de um espaço; (3) expressar a profundidade espacial e as mudanças de nível" (CHING, 2017, p. 186).

No entanto, em portfólios *online* de escritórios de arquitetura, observam-se imagens digitais fotorrealísticas, onde não é possível identificar o uso da figura humana quando se trata dos projetos de interiores, ao contrário do que ocorre com as imagens de projetos arquitetônicos. O mesmo fenômeno é observado no que tange às fotografias de projetos já edificados, onde não é possível identificar pessoas utilizando os ambientes.

Dessa forma, o presente artigo levanta o seguinte questionamento: por que há pouco uso da figura humana em imagens digitais fotorrealísticas de projetos de interiores? Tem-se por hipótese que as imagens digitais fotorrealísticas buscam se aproximar das fotografias, mimetizando o mundo real. Assim, pode-se dizer que o objetivo principal deste artigo é realizar uma reflexão crítica sobre o uso da figura humana nas imagens digitais fotorrealísticas de projetos de interiores.

2 A representação do ser humano na arquitetura

O processo de projeto em arquitetura é resultado do somatório de diversos fatores cognitivos. Para Fabricio e Melhado (2011, p.58), é fato que o mesmo depende não só do arquiteto em si, mas também de influências dos próprios clientes, dos usuários e de outros projetistas que estão envolvidos com o projeto. O ato de projetar se torna então um processo cognitivo que sintetiza e produz informações, sendo influenciado por diversos saberes humanos, sejam eles conhecimento arquitetônico (repertório) ou o conhecimento de "técnicas" aprendidas em sua formação (FABRICIO; MELHADO, 2011, p.58).

Ainda segundo Fabrício e Melhado (2011, p.58), além do processo cognitivo, algumas outras habilidades estão envolvidas diretamente no processo de projeto, dentre elas, a representação. Campos (2018, p.35) coloca a representação como o resultado da evolução de experimentações de percepções que acontecem na mente do projetista, sendo, posteriormente, expressadas em um pedaço de papel (ou outro suporte qualquer), além de possuírem

diversas formas visuais. Não só para o processo de projeto, a representação das ideias do arquiteto em desenhos se torna importante também para a comunicação do seu resultado final. Sperling (2003, p.178), indo ao encontro de Laseau (2001, p. 179), separa o desenho arquitetônico em três instâncias: o desenho entre arquitetos, o desenho para os leigos e o desenho para construção. Porém, entre eles, podemos encontrar um ponto de convergência que facilita o entendimento e apreensão do mesmo: o uso das escalas e proporções (NEMER; THURLER; KLEIN, 2018, p.2).

Para se entender a relação do desenho e das escalas e proporções, é necessário compreender a relação do homem e das medidas. O ser humano, desde os seus primórdios, vem se utilizando de referências para construir meios que possibilitem sua sobrevivência. Para Nemer, Thurler e Klein (2018, p.2), essas referências foram criadas através da observação da natureza e do conhecimento do próprio corpo. Assim, o homem pôde estabelecer padrões de medidas que foram essenciais para concepção de ferramentas e também princípios que o ajudaram a organizar a sua sobrevivência.

O ato de medir se tornou essencial para os homens e para isso criou-se diversos métodos e ferramentas que vão desde instrumentos rudimentares (que possuem grande margem de erro) à tecnológicos (que possuem exatidão e precisão) (BRAIDA, 2014, p.156). Segundo Braida (2014, p.157), medimos e organizamos o mundo – seja de forma visual ou métrica – a partir da compreensão do corpo humano; um exemplo dessa organização é o “metro”, uma unidade de medida arbitrária e convencionada artificialmente que possui relação direta com os membros superiores: corresponde em aproximação a distância entre a ponta do dedo com o braço esticado e o ombro do outro braço. Braida (2014, p.157) ainda coloca a união dos três aspectos levantados anteriormente em uma tríade insolúvel e indispensável para compreensão da arquitetura: “no campo da arquitetura, somam-se, à noção de medida, as questões vinculadas à escala e à proporção, para formar uma tríade indispensável e, na maioria dos casos, indissolúvel ou inseparável (BRAIDA, 2014)”.

Para Ching (2005, p.278), a proporcionalidade vai além da determinação funcional e técnica do espaço arquitetônico, ela traz um sentido de ordem para o espaço e eleva sua continuidade, além de estabelecer as relações externas e internas de um edifício. O estudo da relação entre as proporções humanas e o espaço não é datado de agora; Vitruvio já realizava estudos que relacionavam a arquitetura e o corpo humano. Segundo Nemer, Thurler e Klein (2018 p.4), paralelo ao uso de medidas corporais para suprir suas necessidades, houve também a tentativa de padronizá-las. Além de Vitruvio, Le Corbusier também estabeleceu medidas bases quando propôs a criação de um sistema de medidas de proporções. O Modulor buscava a construção da relação perfeita entre o espaço arquitetônico e a escala humana através da aplicação universal do homem-padrão à arquitetura (BRAIDA, 2014 p.161).

Para Anderson (2002, p.239), a representação do corpo humano nos desenhos de arquitetura se torna fundamental a partir do momento em que atua como indicador claro e simples das proporções e escalas do espaço. Além disso, a presença do corpo humano também pode ajudar a desenvolver um senso de quão grande ou pequeno (que são relativos às dimensões das figuras nos desenhos) parecem os objetos representados, podendo também vir a impor uma exemplificação de experiência de escala: trazendo a ideia de imponência e

impotência de um edifício ou até mesmo o quão pequeno e oprimido esses espaços possam parecer (ANDERSON, 2002, p.239).

3 A figura humana nas imagens digitais fotorrealísticas

O cenário contemporâneo é marcado pelo desenvolvimento acelerado das tecnologias digitais. Na era digital vivida atualmente, vários segmentos da sociedade vêm utilizando os computadores como importantes ferramentas de trabalho, o que não é diferente na arquitetura. Dessa forma, além dos softwares dos tipos CAD e *Building Information Modelling* (BIM), os computadores vêm dando suporte aos arquitetos também no que diz respeito à apresentação dos projetos. As maquetes eletrônicas, definidas por Lima (2016, p. 131) como "[...] um tipo de imagem gerada em ambiente gráfico-computacional e que visa ilustrar um projeto arquitetônico e/ou urbanístico, utilizando modelagem tridimensional", vêm se mostrando como uma ferramenta eficaz para a concepção, representação e apresentação dos projetos arquitetônicos ao longo da história (BRAIDA, 2016, p. 132). A partir desses modelos digitais, é possível gerar perspectivas renderizadas que podem se aproximar bastante de fotografias, as chamadas imagens digitais fotorrealísticas, observadas com frequência em portfólios *online* de arquitetos que as utilizam para apresentar seus projetos.

Nesse sentido, o processo de renderização digital pode ser entendido "[...] como o processo de finalização – ou acabamento – de um processamento digital efetuado a partir de programas de modelagem 2D ou 3D [...]" (MORAIS, 2016, p. 174). Em grande parte dessas imagens geradas por computadores através das maquetes eletrônicas, os profissionais empregam algumas técnicas às imagens, buscando torná-las fotorrealísticas. Essas renderizações fotorrealísticas podem ser definidas como uma "[...] geração de imagens por computador, que aparentam ser capturas do mundo real por uma câmera ou pelo próprio olho humano" (SCHNEIDER, 2015 apud STUMPP; BRAGA, 2016, p. 50). Essa definição vai ao encontro dos próprios conceitos envolvidos no fotorrealismo enquanto movimento de arte, termo cunhado por Louis K. Meisel, em 1969, nos Estados Unidos (MEISEL, 2013, p. 16), onde seus artistas tinham como inspiração as fotografias e buscavam retratar cenas do cotidiano (PHOTOREALISM, 2018). Segundo Diana (2018), "[...] a arte fotorrealista, que inclui pinturas, desenhos, esculturas e artes gráficas, propõem a fidelidade às reproduções da realidade, de forma que muitas delas, quando vistas, podem ser confundidas com a arte fotográfica, gerando confusão." O estranhamento com imagens digitais fotorrealísticas e fotografias pode ocorrer pelo fato de as imagens fotográficas trazerem seus referentes consigo (BARTHES, 1984, p. 15), ou seja, objetos existentes no mundo real que são capturados pelas câmeras, enquanto que as imagens digitais são cocriadoras da realidade, dispensando referentes (PLAZA, 2004, p. 87).

Assim, arquitetos e designers vêm se utilizando das imagens digitais fotorrealísticas para a apresentação de seus projetos por elas possuírem uma grande capacidade de antecipar o ambiente que será edificado em uma linguagem habitual a todos, a da fotografia. Especificamente no campo dos projetos de interiores, muitas vezes há uma dificuldade em comunicar ideias ao cliente, sendo imprescindível o auxílio de bons recursos visuais para que seja possível a visualização dos interiores acabados, conforme a previsão do projetista

(LANG, 1990). Ainda segundo Lang (1990), assim como na arquitetura, a forma de apresentar esses projetos evoluiu com a tecnologia computacional, passando de renderizações artísticas que não permitiam modificações, para uma nova geração de computadores que permitem interatividade e realismo. Brooker e Stone (2014, p. 54) chamam a atenção para a escala e o grau de complexidade da construção de um interior, o que significa que ele deve ser simulado e testado exaustivamente antes da sua execução. Segundo os autores, na fase de apresentação do projeto aos clientes ou usuários, o arquiteto deve mostrar os volumes, a identidade e o clima desejados, podendo ser essas representações bastante elaboradas, com detalhes do espaço, materiais, pessoas e luz, geralmente de uma forma dramática, com a intenção de "vender" o projeto. Dessa forma, as apresentações que utilizam o recurso das imagens digitais fotorrealísticas vêm se firmando como uma ferramenta recorrente e bastante utilizada, uma vez que, aparentemente, ela consegue responder de forma satisfatória às demandas dos projetos de interiores.

No entanto, observam-se cenários distintos quanto à presença de pessoas, ou seja, a figura humana, tratando-se desse tipo de apresentação de projeto. Nas imagens digitais fotorrealísticas de apresentação de projetos arquitetônicos pode-se perceber a inserção frequente das figuras humanas, utilizadas para denotar a escala da edificação, enquanto que no caso das apresentações de projetos de interiores, tal uso não se mostra da mesma maneira.

4 Metodologia

A fim de exemplificar e compreender melhor a situação apresentada como problema de pesquisa, foi realizado um levantamento na rede social *Instagram* de alguns escritórios que utilizam esse tipo de apresentação para projetos de interiores, identificando a presença ou ausência das figuras humanas em suas imagens.

Para se chegar aos escritórios investigados, foi utilizado o mecanismo de busca do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR) denominado "Ache um arquiteto", onde aplicou-se o filtro "empresa" e, em seguida, filtrou-se também a localização dos escritórios, optando-se pela cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, onde a pesquisa foi conduzida. Foram encontrados 98 escritórios, sendo que foram selecionados apenas aqueles com a situação do registro "ativo", excluindo-se aqueles com registro com baixa, interrompido, suspenso ou repetido.

Dessa forma, restaram 81 escritórios para serem buscados na rede social *Instagram*, a fim de identificar quais são aqueles que fazem uso das imagens digitais fotorrealísticas para a apresentação de projetos de interiores. Foram considerados apenas aqueles que possuem três ou mais imagens desse tipo disponíveis na rede social pesquisada, restando, portanto, 20 escritórios que se enquadram no perfil definido para a composição do corpus da pesquisa.

Dentre esses 20 escritórios, foi realizada uma análise das três publicações mais recentes contendo imagens fotorrealísticas de projetos de interiores, a fim de identificar a presença ou ausência de figuras humanas nessas imagens. A discussão da presença das figuras humanas nas imagens de apresentação do projeto de interiores se deu a partir desse levantamento realizado, o qual contou com um total de 60 imagens.

5 Resultados e discussão

Mediante o levantamento, foi revelado que 17 escritórios não possuíam figuras humanas nas apresentações digitais fotorrealísticas de projetos de interiores, dois apresentaram em apenas uma imagem cada um e um escritório apresentou figuras humanas nas três imagens avaliadas. Na figura 1, abaixo, é possível observar algumas das imagens analisadas, a fim de exemplificar o objeto investigado.

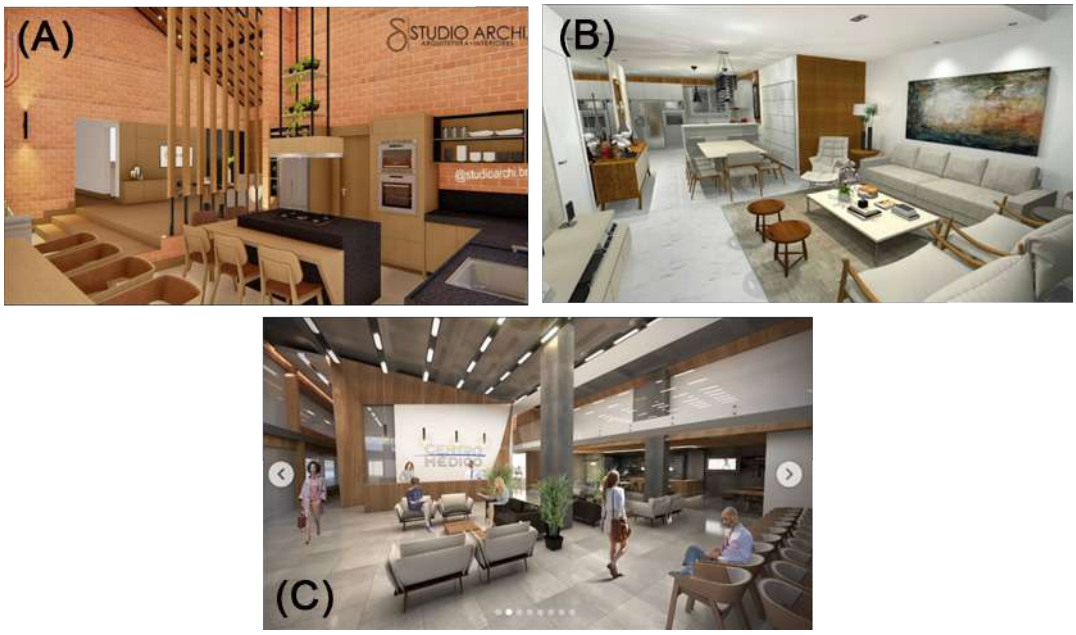


Figura 1 – (A) e (B) Imagens digitais fotorrealísticas sem a presença de figura humana. (C) Imagem digital fotorrealística com a presença de figura humana.
Fonte: (A) Studio Archi Arquitetura (B) Veriato & Vanelli Arquitetura e Design (C) Omni Arquitetura Comercial. Consultado em 13/05/2019. (Disponível em: (A) https://www.instagram.com/p/BxXQRTQBzWT/ (B) https://www.instagram.com/p/BIfxj63B_Wd/ (C) https://www.instagram.com/p/BvSbmifBaU1/)

A partir dessa observação, é importante levar em consideração alguns aspectos do próprio fotorrealismo a fim de se compreender e refletir sobre o fenômeno. Uma das principais características do fotorrealismo, enquanto movimento de arte, é o embasamento em fotografias para coletar informações necessárias para as obras (MEISEL, 2013, p. 16). No caso das imagens digitais fotorrealísticas para a apresentação dos projetos de interiores, não há um referente fotográfico que as inspire, uma vez que são imagens digitais desprovidas de referencial. A referência para a criação dessas imagens são as ideias formadas na mente do arquiteto, as quais ele comunica através da apresentação gráfica. Porém, essas imagens possuem o mesmo objetivo das pinturas fotorrealistas, que consiste em mimetizar a realidade. No caso das obras do movimento de arte, essa aproximação era exercida através das fotografias que serviam de inspiração e das técnicas habilidosas utilizadas, enquanto que as imagens digitais fotorrealísticas de projetos de interiores aproximam-se de uma realidade ainda não materializada, vislumbrando antecipar o ambiente construído, baseadas nas ideias do arquiteto e de técnicas computacionais utilizadas. Apesar de não possuírem a fotografia como referencial, pode-se dizer que esse tipo de apresentação do projeto busca a semelhança com ela, uma vez que buscam ser semelhantes com uma fotografia feita do local após construído.

Nesse sentido, algumas imagens fotorrealistas podem denotar um aspecto “intocado”, inerente ao próprio movimento de arte, onde, por vezes, alguns detalhes como brisas e sujeiras não eram retratados nas obras (MALPAS, 2000, p. 70). Assim, quando se emprega o fotorrealismo nas apresentações dos projetos de interiores, essas imagens, por buscarem a semelhança com fotografias de ambientes reais, podem herdar essa sensação de “perfeição” proveniente do movimento de arte. Dessa forma, observando-se fotografias de ambientes internos edificados no site da revista Casa Cláudia, um importante veículo de comunicação para decoração e projetos de interiores, é possível notar essas características, onde o ambiente não parece ter sido utilizado e, portanto, onde não há pessoas utilizando o espaço. A figura 2 traz uma das fotografias disponibilizadas pelo site, onde é possível perceber tais aspectos.

Figura 2 – Fotografia de um ambiente interno sem a presença de pessoas.
Fonte: Casa Cláudia. Consultado em 14/05/2019. (Disponível em: https://casaclaudia.abril.com.br/ambientes/home-office-escritorio-em-casa-decoracao/)

Considerando a revisão de literatura e a amostra empírica pesquisada, é possível conjecturar sobre três motivos principais para que as imagens digitais fotorrealísticas não possuam figuras humanas, a saber:

(1) Uma vez que elas buscam ser semelhantes às fotografias de ambientes internos edificados e essas não registram pessoas utilizando os espaços, as figuras humanas acabam sendo suprimidas das imagens de apresentação do projeto de interiores, a fim de indicar “a assepsia” inerente aos novos ambientes.

(2) Nesse mesmo sentido, levando-se em consideração o fotorrealismo das imagens, deve-se destacar que figuras humanas podem ser difíceis de representar fotorrealísticamente. Segundo Brenton (2007), há alguns princípios do fotorrealismo que devem ser levados em consideração no momento da criação das imagens. Um deles, segundo o autor, refere-se à representação precisa do objeto, onde deve ser levado em consideração a textura, as bordas e a profundidade daquilo que se deseja representar. O autor ainda destaca que quanto mais próximos do observador forem os objetos, mais fiéis devem ser os detalhes, a fim de trazer realismo para a imagem. Dessa forma, no contexto dos projetos de interiores, devido à sua escala, a maioria dos objetos da cena são observados de perto, exigindo um bom nível de detalhamento, o que pode gerar dificuldade quando se trata de pessoas, por possuírem geometria e características complexas para quem não possui níveis de habilidade avançados na criação de imagens digitais fotorrealísticas. É possível que esse cenário seja outro motivo pelo qual as figuras humanas não são frequentemente utilizadas na apresentação fotorrealística dos projetos de interiores.

(3) Um último aspecto importante a ser considerado é o da própria função da figura humana. Uma vez que ela é utilizada em representações arquitetônicas como um referente para as proporções do projeto, no caso específico dos ambientes internos, essa função pode ter sua relevância diminuída. Nas imagens digitais fotorrealísticas de projetos de interiores, objetos do cotidiano são facilmente encontrados nas cenas, como eletrodomésticos, acessórios de decoração e mobiliários em geral, os quais acabam por transmitir as noções de proporção espacial, por serem conhecidos do observador. Nesse caso, como os objetos são representados de forma fotorrealística, buscando a máxima aproximação com a realidade, as relações espaciais apresentadas por eles podem cumprir com o papel desempenhado pela figura humana.

6 Considerações finais

Neste artigo, buscamos trazer à tona uma discussão sobre o uso da figura humana nas imagens digitais fotorrealísticas utilizadas para a apresentação dos projetos de interiores. Nesse sentido, elas encontram-se influenciadas pelo cenário digital contemporâneo, onde técnicas e pressupostos do fotorrealismo aliam-se às ferramentas computacionais para gerar uma nova forma de comunicação do projeto.

O que se pode observar é que nessas imagens há pouco uso da figura humana enquanto elemento contextual do projeto, não ocorrendo sua presença da mesma forma que se pode observar nas apresentações de projetos arquitetônicos. Assim, é possível discutir alguns dos motivos pelos quais esse fenômeno ocorre, sendo levantados como possíveis motivos as influências do estilo fotorrealista das artes, a própria proximidade às fotografias, onde pessoas também não são comumente registradas em ambiente internos e questões técnicas de representação e modelagem dos objetos no momento de criação dos ambientes 3D, onde arquitetos que não possuem habilidades avançadas ou equipamentos potentes o suficiente acabam encontrando dificuldades ao modelar pessoas de forma fotorrealística.

Assim, conclui-se que, no cenário da representação do projeto de interiores, descortina-se uma situação de reflexão acerca da utilização das figuras humanas, que parecem ter sua relevância diminuída quando comparada ao seu uso nos projetos arquitetônicos. Dessa forma, espera-se a discussão trazida à baila neste artigo possa contribuir para uma autorreflexão por parte dos criadores dessas imagens, assim como um ponto de partida para outras pesquisas, visando compreender a inserção da figura humana nas apresentações de projetos de interiores.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (PROPP/UFJF) além das instituições de fomento CNPq, pela concessão de bolsa de iniciação científica e CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado. Agradecem também à Prof. Drª. Isabela de Mattos Ferreira, pelas contribuições à pesquisa.

Referências

ANDERSON, Alex T. On the Human Figure in Architectural Representation. **Journal of Architectural Education**, [*S.l.*], v. 55, n. 4, p.238-246, maio 2002. Informa UK Limited. Disponível em: http://twixar.me/93Dn. Acesso em: 14 maio 2019.

BARTHES, Roland. **A Câmara Clara.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.

BRAIDA, Frederico *et al*. A apresentação dos projetos de design de interiores na plataformas digitais. **Educação Gráfica**, [*S.l.*], v. 22, n. 1, p.85-97, abr. 2018.

BRAIDA, Frederico. Maquete híbrida. *In*: BRAIDA, Frederico *et al*. (org.). **101 Conceitos de Arquitetura e Urbanismo na Era Digital**. São Paulo: Probooks, 2016. p. 132-133.

BRAIDA, Frederico. O ensino das proporções, escalas e medidas: A consciência corporal como fundamento para representação gráfica e construção do espaço arquitetônico. **Educação Gráfica**, Bauru, v. 18, n. 1, p.152-168, 2014.

BRENTON, James. **Photorealism in Interior Architectural Images.** 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Texas Tech University, [*S.l.*], 2007. Disponível em: http://twixar.me/y3Dn. Acesso em: 21 mar. 2019.

BROOKER, Graeme; STONE, Sally. **O que é design de interiores?** São Paulo: Senac, 2014.

CAMPOS, Fernanda Gomes. **Linguagem e representação gráfica em projeto:** Análise do acervo do concurso Opera Prima. 2018. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018. Disponível em: http://twixar.me/j3Dn. Acesso em: 14 maio 2019.

CHING, Francis. D. K. Proporção e escala. In: **Arquitetura**: forma, espaço e ordem. [4. tiragem]. São Paulo: Martins Fontes, 2005. p.313-317

CHING, Francis D. K. **Representação gráfica em arquitetura.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

CHING, Francis D. K.; ECKLER, James F. **Introdução à arquitetura.** Porto Alegre: Bookman, 2014.

DIANA, Daniela. **Fotorrealismo.** 2018. Disponível em: http://twixar.me/83Dn. Acesso em: 16 abr. 2019.

FABRICIO, Márcio M.; MELHADO, Silvio B.. O processo cognitivo e social de projeto. In: KOWALTOWSKI, Doris C. C. et al. **O processo de projeto em arquitetura:** Da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. Cap. 2. p. 57-62.

LANG, Laura. Designer interiors: realistic computer renderings capture imaginations ... and clients. **Computer Graphics World**, [*S.l.*], v. 13, p.34-34, 1990.

LASEAU, Paul. **Graphic Thinking for Architects & Designers.** 3. ed. Nova York: John Wiley & Sons, 2001.

LIMA, Fernando. Maquete eletrônica. *In*: BRAIDA, Frederico *et al*. (org.). **101 Conceitos de Arquitetura e Urbanismo na Era Digital**. São Paulo: Probooks, 2016. p. 131.

MALPAS, James. **Realismo.** São Paulo: Cosac & Naify, 2000.

MEISEL, Louis K.. **Photorealism in the digital age.** Nova York: Abrams, 2013.

MORAIS, Vinicius. Renderização digital. *In*: BRAIDA, Frederico *et al*. (org.). **101 Conceitos de Arquitetura e Urbanismo na Era Digital**. São Paulo: Probooks, 2016. p. 174-175.

NEMER, Luciana; THURLER, André; KLEIN, Igor. O Desenho da Figura Humana para a Expressão na Arquitetura. **Revista Prumo**, [S.*l.*], v. 3, n. 5, p. 13, dez. 2018. ISSN 2446-7340. Disponível em: http://twixar.me/R3Dn. Acesso em: 14 maio 2019.

PHOTO-REALISM. **Encyclopedia Britannica**. 14 set. 2018. Disponível em http://twixar.me/P3Dn. Acesso em 14 set. 2018.

PLAZA, Julio. As imagens da terceira geração, tecno-poéticas. *In*: PARENTE, André (org.). **Imagem máquina: a** era das tecnologias do virtual. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 2004.

SOUZA, Marcia de Andrade Sena. O desenho para o designer de interiores. **Fasci-tech – Periódico Eletrônico da Fatec São Caetano do Sul**, São Caetano do Sul, v. 1, n. 11, p.55-66, out. 2016. Disponível em: encurtador.com.br/hrvQ5. Acesso em: 25 mar. 2019.

SPERLING, David Moreno. **Arquiteturas contínuas e topologia:** Similaridades em processo. 2003. 229 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: encurtador.com.br/jyz23. Acesso em: 14 maio 2019.

STUMPP, Monika Maria; BRAGA, Gisele Pinna. Imagens Digitais na Apresentação de Projetos de Arquitetura: estudo na arquitetura brasileira contemporânea – Jacobsen Arquitetura. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 20., 2016, Buenos Aires. **Anais [...].** Buenos Aires: Universidade de Buenos Aires, 2016. p. 50 - 57. Disponível em: encurtador.com.br/ewxT9. Acesso em: 15 ago. 2018.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A TECNOLOGIA ASSISTIVA E A PERCEPÇÃO VISUAL NO PROCESSO DE INCLUSÃO AO ENSINO TÉCNICO NO PROEJA

PACHECO, Lilian Miranda Bastos[1],
RAMOS, Maria Estela Smolka[2].

Resumo

Supõe-se que a geometria pode colaborar para aprendizagem de habilidades espaciais infantis presentes na percepção visual, que por sua vez é importante para a aprendizagem acadêmica. Este artigo apresenta uma pesquisa, cujo objetivo foi encontrar indicadores de correlação entre a aprendizagem do desenho técnico e a percepção visual de estudantes de um curso técnico para jovens e adultos do programa PROEJA, no IFBA. Pretendia incluir um estudante com paralisia cerebral, para quem foi utilizado um software CAD como tecnologia assistiva para o ensino de desenho técnico. Os dois instrumentos utilizados foram um teste de percepção visual, próprio para pessoas com problemas motores, e uma pesquisa estruturada, para identificar o perfil dos estudantes e obter dados para a pesquisa. Inicialmente os dados não mostraram indícios da relação procurada, mas o tratamento dos dados apresentou possível correlação positiva. A análise da frequência dos escores mostrou uma relação dos piores escores com baixos rendimentos acadêmicos e a possível melhora da percepção visual com a idade. A habilidade com melhores resultados foi discriminação visual e os piores foram em figura-fundo. A pesquisa reforça a importância do ensino da geometria pelas escolas e evidencia a percepção visual como um construto importante para ensino de desenho.

Palavras-chave: PROEJA; tecnologia assistiva; desenho técnico; percepção visual.

Abstract

It's assumed that geometry may assist in children's spatial skills learning present in visual perception, which in turn is important for academic learning. This article presents research which had the objective of finding correlation indicators between learning of technical drawing and visual perception of students from a technical course for young people and adults in the PROEJA program at IFBA. Including a student with cerebral palsy was intended, for whom a CAD software was used as technical drawing teaching assistive technology. The two instruments used were a visual perception test designed for people with motor problems, and a structured questionnaire to identify students' profiles and gather research data. Initially the data showed no evidence of the relationship sought, but data

[1] Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), lilianmbp01@gmail.com
[2] Instituto Federal da Bahia (IFBA), smolka@ifba.edu.br

treatment presented a possible positive correlation. The analysis of scores frequency showed a relation of the worse scores with low academic performance and a possible improvement of visual perception with age. The ability with the best results was visual discrimination and the worst were in background-figure. The research reinforces the importance of geometry teaching of by schools and highlights visual perception as an important construct for drawing teaching.

Keywords: PROEJA; assistive technology; technical drawing; visual perception.

1 Introdução

Este trabalho apresenta elementos da pesquisa de mestrado da primeira autora, cujo objetivo foi encontrar indicadores de correlação entre o ensino de Desenho, especialmente o Desenho Técnico, e a percepção visual dos estudantes de um curso técnico para jovens e adultos, no âmbito do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) do campus de Salvador do Instituto Federal da Bahia (IFBA).

A pesquisa pretendia incluir um estudante do PROEJA com necessidades educativas específicas (NEE), no caso com paralisia cerebral (PC) mas, infelizmente, no momento da pesquisa, após duas repetências e alguns abandonos, o referido estudante já havia evadido do curso. Isso expôs dois problemas recorrentes tanto entre estudantes do PROEJA quanto entre os com NEE: evasão e repetência.

A justificativa para tais resultados em relação aos estudantes do PROEJA, encontrada em relatórios de gestão do IFBA[3], foi a dificuldade apresentada pelos estudantes. No entanto, através de depoimentos de professores do PROEJA, ficou clara a necessidade de maior apoio institucional ao Programa para fomentar o engajamento dos diversos atores institucionais na inclusão deste público tão característico, incluindo maior preparação dos professores.

Através da pesquisa verificou-se também que, quanto mais o IFBA se expandia - passou de 6 unidades em 2005 a 23 campi em 2018 - mais a oferta do PROEJA se contraía, apesar desta oferta estar prevista na lei de criação dos Institutos Federais (BRASIL, 2008) e no Termo de Acordo de Metas e Compromissos (TAMC)[4] que o IFBA assinou com o MEC.

Apesar do IFBA garantir 5% das vagas para pessoas com NEE desde 2005, ou seja, dez anos antes da Lei nº 13.146 (BRASIL, 2015) que obrigou todos os estabelecimentos de ensino a matriculá-los, uma Nota Técnica da Coordenação de Atendimento a Pessoas com Necessidades Específicas (CAPNE) do campus de Salvador[5] informou que até 2014, dos 16 estudantes surdos ingressos nos cursos técnicos integrados ao Ensino Médio, somente 2 tinham obtido aprovação para o segundo ano.

1.1 Processo inclusão/exclusão no ensino técnico e tecnologia assistiva

A ambiguidade inclusão-exclusão faz crer na vigência, ao menos dentro do campus de Salvador, da Matriz da Normalidade apresentada por Carvalho-Freitas (2007). Trata-se de uma classificação destinada a avaliar a situação das pessoas com deficiência e que pode ser compreendida para mostrar a situação de todos os diferentes na sociedade, tais como o público da Educação de jovens e Adultos (EJA) dentro das escolas tradicionais. Acostumadas a trabalhar com estudantes sem distorção idade-série, vão selecionando os que se encaixam na dita normalidade, gerando, elas próprias, pessoas com histórico de fracasso escolar, que depois retornam para inquietá-las.

[3] Disponível em https://portal.ifba.edu.br/dgcom/proap/transparencia-capa/. Acesso em 08/05/2018.
[4] Disponível em https://portal.ifba.edu.br/menu-de-apoio/paginas-menu-de-apoio/acesso-rapido/file-1/view. Acesso em 01/06/2017.
[5] Nota Técnica nº 01/2015/IFBA/DE/DEPAE/CAPNE, enviado em 29/04/2015 à Diretoria de Ensino do campus de Salvador, cuja cópia foi recebida pelo e-mail institucional da primeira autora em 28/01/2016.

Pela lógica da referida matriz, calcada no modelo médico de encarar a deficiência, são os diferentes que devem adaptar-se à normalidade esperada e estabelecida. Apesar dos grandes avanços que o modelo médico de encarar a deficiência trouxe para estudos de curas e reabilitações, as pessoas continuaram a ser vistas a partir de suas incapacidades. O Decreto 3.298/1999[6] define incapacidade da seguinte forma: "Toda perda ou anomalia de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano." O IFBA, uma instituição centenária, de cultura tecnicista, precisa evoluir para a vigência da Matriz da Inclusão (CARVALHO-FREITAS, 2007), calcada no modelo social de encarar a deficiência, com as pessoas sendo observadas a partir de suas possibilidades e não de suas dificuldades.

> O marco dessa evolução é a década de 60, em cujo período tem início o processo de formulação de um conceito de deficiência, no qual é refletida a "estreita relação existente entre as limitações que experimentam as pessoas portadoras de deficiências, a concepção e a estrutura do meio ambiente e a atitude da população em geral com relação à questão" (Coordenadoria para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência – Corde – do Ministério da Justiça, 1996, p.12). Tal concepção passou a ser adotada em todo mundo, a partir da divulgação do documento Programa de Ação Mundial para Pessoas com Deficiência, elaborado por um grupo de especialistas e aprovado pela ONU, em 1982 [...] (Resolução n.º 37/52)
>
> [...] Esse documento ressalta o direito dessas pessoas a oportunidades idênticas às dos demais cidadãos; bem como o de usufruir, em condições de igualdade, das melhorias nas condições de vida, resultantes do desenvolvimento econômico e do progresso social (BRASIL, 2006, p. 9-10).

Dentro desta nova lógica, a sociedade é quem deve se adaptar às pessoas com deficiência, seja permanente ou temporária e por isso mesmo, a partir de agora serão chamadas de pessoas com necessidades especiais (NE). Nesta perspectiva, estudos vêm demonstrando que pessoas com problemas motores e cegos podem desenhar, assim como surdos podem ter ritmo (RAMOS, 2016; OLIVEIRA, 2014, SILVA, 2007). A Tecnologia Assistiva (TA)[7], passa a ser o grande recurso para que as pessoas com NE possam se tornar verdadeiros cidadãos, conforme proclamado na citada Resolução 37/52 da ONU.

A Lei nº 13.146 (BRASIL, 2015) apresenta a seguinte definição para tecnologia assistiva ou ajuda técnica:

> [...] produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2015, Art. 3º, inciso III).

Nota-se que não se trata exclusivamente de tecnologia digital, mas ela também está incluída nesta definição. O referido estudante com PC do PROEJA, um cadeirante sem con-

[6] Disponível em http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/dec3298.pdf. Acesso em 01/05/2019.
[7] Termo apresentado por Romeu Sassaki, como tradução de assistive thecnology, que apareceu em legislação estadunidense em 1988. Na Europa foram usados ajudas técnicas e tecnologia de apoio. Todos aparecem em legislações brasileiras (GALVÃO FILHO, 2009, p. 129-145).

trole total dos movimentos dos braços, digitalmente incluído, deveria cursar as disciplinas de desenho geométrico e desenho técnico. Para o desenho geométrico, onde são elaborados muitos conceitos, foi possível trabalhar com auxílio de um estagiário. Mas no momento da prática do desenho técnico o impasse se estabeleceu. O software AutoCAD foi então percebido como TA pois ainda não é difundido no ensino-aprendizagem de Desenho no IFBA.

Durante as pesquisas observou-se, inclusive, que atualmente coexistem três gerações digitais. Os nativos digitais e os imigrantes digitais, segundo PrensKi (2001) e os nativos digitais 2.0, segundo Linne (2014). Este último considerou como nativos digitais 1.0 os nascidos entre 1980 e 1994, que conheceram uma internet onde os sites tinham conteúdos principalmente textuais, e como nativos digitais 2.0 os nascidos entre 1995 e 2000, que já conheceram a internet 2.0, a hipermídia, os equipamentos inteligentes, as redes sociais, e cuja concepção de privacidade é chamada, por este mesmo autor, de "multimidade".

Segundo Peixoto (2015, p. 322), numa perspectiva determinista, o uso da internet torna as relações pedagógicas "mais horizontais e colaborativas", mas desconsidera a grande diferença existente no povo brasileiro no que tange ao acesso à internet. Neste sentido, podemos considerar que escolas públicas como o IFBA poderiam ser fatores de diminuição dessa desigualdade.

Linne (2014) verificou, ao comparar jovens nativos digitais 2.0 de setores populares com jovens nativos digitais 2.0 de setores médios de Buenos Aires, que o capital cultural e o entorno tecnológico influenciam na destreza dos jovens, determinando se serão alfabetizados ou subalfabetizados digitais. O uso da internet dos subalfabetizados fica reduzida ao lúdico-comunicacional, acessando *Facebook*, jogos e *YouTube*, possuindo menor acesso a fontes de informação. O uso da internet dos alfabetizados inclui, além dos mesmos sítios dos subalfabetizados, também outros de maior complexidade, com maior acesso a fontes de informação (*blog*s informativos, diários e revistas *online*) (LINNE, 2014, p. 217).

Prenski (2001), Battro (1997) e Lévi (1993) chegam a falar sobre um padrão de pensamento diferente para os jovens da era pós-informática. Estes jovens não são apenas os estudantes das escolas regulares, sem distorção idade série.

A pesquisa demonstrou que a geração digital 2.0 já está na EJA. Enquanto isso, pranchetas e réguas paralelas ainda são utilizadas nas disciplinas de projeto e desenho arquitetônico do IFBA, por exemplo. Muitos dos professores ainda são imigrantes digitais que, mesmo digitalmente incluídos, ainda mantém o que Fúria (2013)[8] denominou "sotaque" do pensamento analógico. Mas há de se convir que, antagonicamente, esta geração teve maior acesso aos conhecimentos de geometria, base necessária para a interação com programas CAD.

Mas Peixoto (2015) adverte que

> [...] o professor é, em grande parte, responsabilizado pelas consequências dos usos das TIC, como se não estivesse suficientemente comprometido ou preparado para adaptar os meios tecnológicos ao projeto pedagógico adotado.[...] Como temos visto, o papel inovador das tecnologias e a necessária transformação das práticas pedagógicas são aduzidos como meta indiscutível da educação e dos programas de formação de professores, e não como objetos de estudo, de pesquisa e de reflexão. (PEIXOTO, 2015, p. 324)

[8] Disponível em http://www. playground-inovacao.com.br/teste-2/. Acesso em 20/9/2017.

Saliente-se que mesmo a aqueles professores que se dispõe a pesquisar o uso da TIC para o ensino-aprendizagem ainda estão sujeitos a falta de recursos humanos, instalações e equipamentos. Apesar destes problemas, o uso de computadores e de softwares como TA vem sendo enfatizado. Galvão Filho (2004) faz um levantamento do uso da tecnologia de informação e comunicação (TIC), como ou através de TA, utilizando a classificação de Santarosa (1977). São as TIC como: "sistemas auxiliares ou prótese para a comunicação [...] utilizadas para controle do ambiente [...] ferramentas ou ambientes de aprendizagem [...] meio de inserção no mundo do trabalho profissional" (GALVÃO FILHO, 2004, p. 54).

A importância do uso do software CAD como TA para o estudante com PC foi percebida, à luz da matriz da inclusão, não apenas pela acessibilidade proporcionada, mas também por possibilitar a inserção no mercado de trabalho. No entanto, verificou-se certa dificuldade do estudante na percepção das formas na tela, deixando dúvida se era fruto de dificuldades na visão, que podem ocorrer em pessoas com PC. Menken, Cermak e Fisher (1987) observaram a existência de significativos déficts visuais e perceptuais em crianças com PC, embora variando em função dos subtipos de PC.

A percepção visual foi um tema que, entre as leituras do mestrado, chamou atenção, em função de sua importância para o aprendizado. Del Grande (2011) afirma que cerca de 85% das informações são captadas pela visão, que a percepção visual é importante para a aprendizagem da geometria, mas que a geometria também pode colaborar para o desenvolvimento das habilidades espaciais infantis, habilidades estas que foram pioneiramente testadas por Frostig e Horn (1967) através da percepção visual. Quoos (2008) informa que a percepção visual interfere na interpretação das informações, em conceitos de tamanho e forma, na memória visual, na visualização e na abstração, elementos importantes para o desenho técnico, uma linguagem com simbologias próprias e que necessita de habilidades espaciais.

Diante das evidências da importância da percepção visual para a aprendizagem e vice-e-versa, definiu-se por pesquisar possível influência positiva do ensino do desenho, especialmente do desenho técnico, para a percepção visual dos estudantes do PROEJA, incluindo o estudante com PC.

2 A pesquisa

A pesquisa, experimental e descritiva foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFBA (CEP-IFBA), CAAE nº 92246318.8.0000.5031, antes de sua execução. Teve como objetivo geral identificar indicadores de habilidades de percepção espacial de estudantes do curso de Saneamento do campus de Salvador do IFBA, único curso PROEJA neste campus, incluindo o estudante com PC, mas este último não participou da pesquisa por ter-se evadido do curso.

Para atingir o objetivo, selecionou-se um instrumento de avaliação de percepção visual denominado Motor-Free Visual Perception Test (MVPT-4), próprio para pessoas com problemas motores; elaborou-se uma entrevista estruturada para identificar o perfil dos estudantes e colher dados para a própria pesquisa; avaliou-se e comparou-se o desempenho, tanto da percepção visual quanto especificamente nas habilidades espaciais, dos grupos de estudantes do primeiro, terceiro e sétimo semestres, considerando a variável desenho técnico dos

dois últimos grupos; e fez-se um cruzamento de informações obtidas na entrevista estruturada com os escores de percepção visual dos grupos.

As habilidades espaciais contempladas no MVPT-4 são: discriminação visual, memória visual, fechamento visual, relações espaciais e figura-fundo. Del Grande (2011) e Clutten as definem da seguinte forma:

> [...] Percepção de relações espaciais é a habilidade que a pessoa tem de enxergar dois ou mais objetos em relação a si mesma ou em relação um ao outro [...]
>
> Discriminação visual é a habilidade de distinguir semelhanças e diferenças entre objetos [...]
>
> Memória visual é a habilidade de se lembrar com precisão de um objeto que não está mais à vista e relacionar suas características com outros objetos, estejam eles à vista ou não (DEL GRANDE, 2011, p. 158-159).
>
> [...] A capacidade de completar um objeto, símbolo ou imagem sem ter visto a imagem inteira (fechamento visual).
>
> A capacidade de focar a atenção em imagens ou sons importantes (percepção figura-fundo). (CLUTTEN, 2009, p. 34) (tradução nossa)

A pesquisa previu amostras formadas por 10 estudantes voluntários para cada semestre. O fenômeno de evasão e repetência se mostrou logo no tamanho das turmas pesquisadas. As do terceiro e do sétimo semestres, com apenas 8 e 6 estudantes cada, eram menores do que a amostra planejada. Como todos os estudantes foram voluntários, as amostras corresponderam às próprias turmas, pois nenhum deles encaixou-se nos critérios de exclusão. Este fato, no entanto, trouxe possibilidade de discrepância na análise dos dados.

Para comparação dos resultados obtidos no MVPT-4, foram utilizados apenas os resultados brutos. As tabelas de normalização dos resultados que acompanham o teste, foram descartadas por estarem baseadas em pesquisas com a população estadunidense e não com a brasileira. Para a avaliação e análise dos escores brutos obtidos com o MVPT-4, totais e por habilidade, foi aplicada a análise de variância (ANOVA), procurando verificar se o resultado obtido era estatisticamente significativo, ou seja, se denotava que a possível influência positiva do ensino de desenho técnico sobre a percepção visual dos estudantes não era fruto do acaso.

O perfil do grupo pesquisado mostrou ser parcialmente compatível com o público esperado para o PROEJA, segundo seu Documento Base (BRASIL, 2007). Dos 24 estudantes pesquisados, todos se auto-indicaram pretos (45,8%) e pardos (54,2%). A grande maioria informou que a renda familiar ia de até um salário mínimo (41,7%) a até dois salários mínimos (29,2%). Uma pequena parte informou renda de até 3 salários mínimos (20,8%) e dois deles informaram renda familiar maior que 4 salários mínimos (8,3%).

Quase metade da amostra era formada por adultos jovens, entre 23 e 38 anos (45,8%), ou seja, nativos digitais 1.0, mas existiam também jovens entre 18 e 22 anos (20,8%), os nativos digitais 2.0, e adultos entre 39 e 57 anos (33,3%), imigrantes digitais.

Os nativos digitais 2.0 estavam todos na turma de primeiro semestre, onde todos possuíam smartphone e onde a maioria apenas compartilhava com a família outros equipamen-

tos eletrônicos, tais como computador, tablet e notebook. Com base em Linne (2014), mesmo os nativos digitais 2.0 parecem pertencer à categoria lúdico-comunicativa, não usando o computador para ações mais profundas como estudos e pesquisas.

Na amostra, existiam mais homens (62,5%) do que mulheres (37,5%), especialmente na turma do primeiro semestre, mas uma pesquisa geral entre os ingressos no curso, de 2011.1 a 2018.1, mostrou maior equilíbrio entre os sexos: 51,53% homens para 48,47% mulheres. A amostra, em sua maioria, não se caracterizou por serem trabalhadores. Os trabalhadores são 45,83% do grupo, enquanto 54,17% apenas estuda.

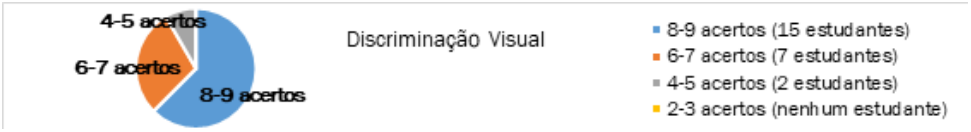
Outro levantamento feito foi das retenções devido a repetências, as progressões e as desvinculações, seja devido a evasão, seja devido a formatura, nas turmas entre 2011.1 e 2018.1. Nota-se que, com poucas exceções ao longo do tempo, as mulheres foram protagonistas em todos os itens.

Feita a aplicação do instrumento MVPT-4, cuja escala vai de 0 (zero) a 45, os escores obtidos variaram entre 22 e 41. Após a aplicação da ANOVA sobre os escores da percepção visual dos grupos, o valor-p encontrado foi 0,2045767, ou seja, bem acima do valor 0,05 (5%), internacionalmente aceito como padrão para que o resultado não tenha ocorrido por acaso. Portanto, este valor-p informou que a variável desenho técnico não tinha influência na percepção visual dos estudantes.

O mesmo ocorreu em relação aos escores nas habilidades de percepção visual, que com nove questões para cada uma das cinco habilidades, cada estudante poderia acertar entre 0 e 9 questões, por habilidade. Após aplicação da ANOVA para cada habilidade, o valor-p variou entre 0,842373 e 0,125816, também bem maiores que o esperado.

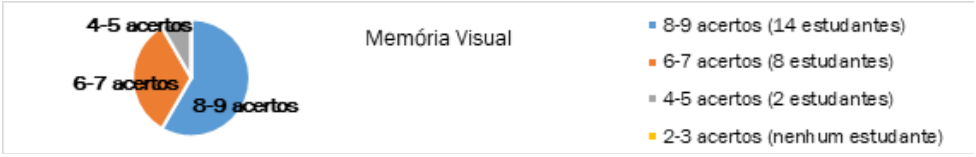
Diante desses resultados, definiu-se por identificar a frequência dos escores dos estudantes. Inicialmente seguem as frequências de acertos em relação às habilidades.

Gráfico 1 – Frequência dos escores na habilidade discriminação visual da amostra



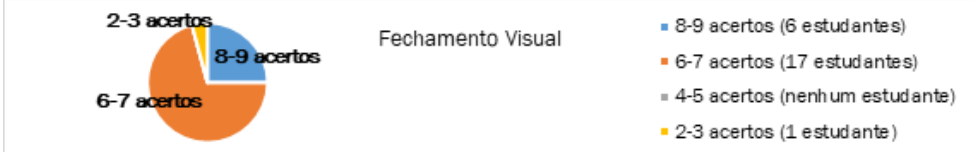
Fonte: Própria

Gráfico 2 – Frequência dos escores na habilidade memória visual da amostra



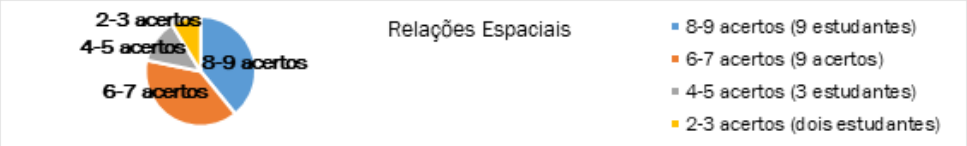
Fonte: Própria

Gráfico 3 – Frequência dos escores na habilidade fechamento visual da amostra



Fonte: Própria

Gráfico 4 – Frequência dos escores na habilidade relações espaciais da amostra



Fonte: Própria

Gráfico 5 - Frequência dos escores na habilidade figura-fundo da amostra

Fonte: Própria

Pelos gráficos acima, verifica-se que os melhores desempenhos, considerando a quantidade de 8-9 acertos no grupo foram, em ordem decrescente: discriminação visual, memória visual, relações espaciais e fechamento visual. Este último, no entanto, teve uma quantidade de 6-7 acertos, bem superior ao anterior, mas não teve estudantes com 4-5 acertos. O pior desempenho foi em figura-fundo, onde ninguém atingiu a marca de 8-9 acertos. Em relação à percepção visual como um todo, as frequências encontradas, por semestre, foram:

Tabela 1 – Frequência dos escores da percepção visual por semestre

Escores	Frequências			Total de Estudantes
	1º semestre	**3º semestre**	**7º semestre**	
41	1	1	1	3
40		1		1
39		1		1
38			1	1
37		1	1	2
36	3	2		5
35	2	2		4
34	1		1	2
33	1			1
28	1			1
27	1		1	2
22			1	1
Total	10	8	6	24

Fonte: Própria

A Tabela 1 mostrou que a maioria dos escores estão na faixa central, ali marcada. Nesta tabela é possível verificar que há um acréscimo na percepção visual do primeiro para o terceiro semestre, mas não há a esperada continuidade entre o terceiro e o sétimo semestre, o que é compatível com a inconsistência no resultado da ANOVA. A frequência em percepção visual entre alunos do último semestre foi a que apresentou maior espalhamento.

Sabendo do fenômeno repetência no curso, foi feito um cruzamento da quantidade de retenções dos estudantes da amostra com seus escores, resultando na Tabela 2.

Tabela 2 – Frequência das retenções segundo escores da percepção visual por semestre

Escores	Frequência das Retenções			Total de Estudantes
	1º semestre	**3º semestre**	**7º semestre**	
41	0	0	0	3
40		1		1
39		0		1
38			1	1
37		0	0	2
36	0/0/0	0/0		5
35	0/0	3/0		4
34	0		2	2
33	0			1
32				
28	0			1
27	0		3	2
22			5	1
Total	10	8	6	24

Fonte: Própria

Salientando que o primeiro semestre não possui repetência porque todos os participantes eram ingressos novos, esta tabela mostrou uma correlação entre os menores escores nas turmas e as maiores retenções. Assim, ao retirar os maiores e os menores escores, estes correspondentes às maiores retenções, e aplicar novamente a ANOVA, chegou-se ao valor-p 0,055074, bem mais próximo ao valor desejado, mostrando um indício de que a variável desenho técnico pode estar interferindo positivamente na percepção visual da turma.

Posteriormente foi feito o cruzamento das frequências dos escores com os dados colhidos na entrevista estruturada: idade, escolaridade, escolas que frequentaram (pública e/ou particular) e conhecimento prévio de Desenho (geométrico, técnico ou ambos). Nestas, não foram encontradas correlações diretas pois a dispersão foi muito grande, mas algumas observações são dignas de nota.

Em relação à idade, os com 50 anos ou mais tiveram escores iguais ou superiores a 35, enquanto que os com 21 anos ou menos apresentaram escores iguais ou menores a 34. Com relação à escolaridade verificou-se, neste curso técnico integrado ao ensino médio, próprio para elevação de escolaridade, estudantes com ensino médio completo, coisa não incomum em cursos PROEJA, mas também com superior incompleto e até com superior completo. No entanto, entre os maiores escores obtidos (38 a 41), estavam apenas estudantes com ensino médio completo e entre os menores escores (22 a 28), um estudante com superior incompleto. O pior escore (22) foi de um estudante com fundamental completo, mas os demais com fundamental completo e médio incompleto tiveram escores entre 33 e 36. Os com superior, completo ou incompleto, ficaram com escores entre 35 e 37.

A percepção visual é uma habilidade do ser humano e os resultados parecem mostrar que ela melhora com o tempo, mas não com a escolaridade. Pessoas mais velhas tiveram melhor desempenho que os mais novos, mas mesmo entre os mais velhos, a maior escolaridade não garantiu melhores resultados.

3 Considerações finais

A pesquisa estruturada mostrou algumas distorções em relação ao público esperado para o PROEJA, especialmente na escolaridade e pelo fato de não serem, em sua maioria, trabalhadores. Mas mostrou também que é preciso a instituição melhorar e aumentar as ações de inclusão para que este público, assim como para os estudantes com necessidades especiais. Foi visto também que os estudantes nativos digitais 2.0 não estão apenas entre estudantes sem distorção idade-série, mas já entre os jovens e adultos. Em breve, esta geração estará entre os professores, trazendo sua nova forma de encarar e de se relacionar com a tecnologia e a educação, mas também o pouco contato com a geometria. Portanto, essa implantação continuará dependendo de maiores pesquisas, sob pena de continuar recaindo sobre os professores o sucesso ou, principalmente, o fracasso de experiências.

A observação da frequência dos escores, tanto parciais quanto totais, possibilitou enxergar melhor a variação da percepção visual entre as turmas, e sua relação com os índices de retenção evidenciou uma relação de mão dupla: baixos escores relacionados a baixos desempenhos, como preconizaram os autores, e possível influência positiva do ensino de Desenho, geométrico e técnico, na percepção visual dos estudantes.

Os resultados verificados nas frequências em relação às habilidades mostraram que os desempenhos mais baixos foram em fechamento visual e em figura-fundo, o pior de todos. Tanto figura-fundo, que mostra a capacidade de focar a atenção no que é importante dentre outras imagens, quanto fechamento visual, que mostra a capacidade de completar uma forma mesmo sem vê-la por completo, são habilidades importantes para o desenho técnico. As demais habilidades, não menos importantes, apesar de apresentarem maior quantidade de acertos entre 8-9 questões, nenhuma passou de 65% do grupo pesquisado, mostrando espaço para melhora em todas as habilidades.

Verificada a importância da percepção visual para o desenho e vice-e-versa, a pesquisa colabora para evidenciar a importância do ensino da geometria, plana ou espacial, nas escolas, e que a percepção visual pode ser um construto importante a ser verificado e trabalhado, principalmente com os estudantes que utilizarão desenho técnico em suas carreiras profissionais.

Referências

BATTRO, Antonio M.; DENHAM, Percival J. **La educacion digital**: uma nueva era del conocimiento. Buenos Ayres: Ed. Emece, 1997.

BRASIL. **Lei nº 11.892**, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, 2008.

____ . **Lei nº 13.146**, de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 2015.

____ . **Manual de legislação em saúde da pessoa com deficiência**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, 2 ed. Brasília, Editora do Ministério da Saúde, 2006.

CARVALHO-FREITAS, Maria Nivalda de. **A inserção de pessoas com deficiência em empresas brasileiras**: um estudo sobre as relações entre concepções de deficiência, condições de

trabalho e qualidade de vida no trabalho. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

CLUTTEN, Sylvia C. **The Develpoment of a Visual Perception Test for Learners in the Foundation Phase**. Dissertação (Mestrado em Educação) – University of South Africa, 2009.

COLARUSSO, Ronald P.; Hammill, Donald D. **Motor-Free Visual Perception Test**. Novato: Academic Therapy Publications, 2015.

DEL GRANDE, John J. Percepção espacial e geometria primária. In: **Aprendendo e ensinando geometria**. Lindquist, Mary M.; Shulte, Albert P. Org. Trad. Domingues, Hygino. São Paulo: Atual, 2011.

FROSTIG, Marianne; HORNE, David. **The Frostig Program for the Development of Visual Perception**. Chicago: Follet Publishing Co. 1964.

GALVÃO FILHO, Teófilo A. **Ambientes computacionais e telemáticos no desenvolvimento de projetos pedagógicos com alunos com paralisia cerebral**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

LÉVI, Pierre. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Tradução: Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34 Ltda, 1993.

LINNE, Joaquin. Dos generaciones de nativos digitales. **Intercom – Revista Brasileira de Ciência da Computação**. v. 37, n. 2, p. 203-221, jul./dez. 2014.

MENKEN, Christine; CERMAK, Sharon A; FISHER, Anne. Evaluating the Visual-Perceptual Skills of Children With Cerebral Palsy. **The American journal of Occupational Therapy**. v. 41, n. 10, out. 1987.

OLIVEIRA, Ustane F. C. **Representação gráfica para a pessoa com deficiência visual**: limites e possibilidades de aprendizagem por meio do desenho. Dissertação (Mestrado em Desenho, Cultura e Interatividade). Departamento de Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2014.

PEIXOTO, Joana. Relações entre sujeitos sociais e objetos técnicos: uma reflexão necessária para investigar os processos educativos mediados por tecnologias. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 61, abr-jun 2015.

PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants. **MCB University Press**, v. 9, n. 5, outubro de 2001.

QUOOS, Sylvia R. C. **A importância da percepção visual na aprendizagem como uma visão neuropsicopedagógica**. Monografia (Pós-Graduação em Psicopedagogia). Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2008.

RAMOS, Maria Estela. S.; Marques, David D. S.; Mota, Luzia M. CAD como tecnologia assistiva no ensino-aprendizagem de desenho técnico para estudante com paralisia cerebral. In: **Anais do VII Congresso Brasileiro de Educação Especial**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2016.

____ . Maria Estela. S. **Percepção visual de estudantes em PROEJA inclusivo**. Dissertação (Mestrado em Desenho, Cultura e Interatividade) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019.

SILVA, Cristina S. **Educação Musical para surdos**. Projeto de Pesquisa (Curso de Licenciatura Plena em Educação Artística) Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ESTRATÉGIAS DE REPRESENTAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE MODELOS TÁTEIS POR IMPRESSÃO 3D: APLICAÇÃO EM UM ACERVO DE MUSEU

MONTONE, Maurício Costa [1],
NUNES, Cristiane dos Santos [2],
SILVA, Adriane Borda Almeida da [3].

Resumo

Este trabalho relata e analisa um exercício de exploração de técnicas digitais de representação tridimensional, para dar conta de aperfeiçoar um modelo tátil, produzido por meio de fabricação digital, relativo a um mobiliário do século XIX. Trata-se de um armário, ornamentado com formas complexas, de um acervo museológico. O exercício evidenciou as associações convenientes entre técnicas digitais e tipos de geometrias envolvidos, disponibilizando um modelo fiel, em termos formais, ao objeto representado. Como em todo processo representacional, os resultados incluem a construção de conhecimento sobre o mobiliário em questão, permitindo ampliar o discurso veiculado junto ao museu que se insere.

Palavras-chave: representação gráfica digital; patrimônio cultural; modelos táteis; acessibilidade universal; impressão 3D.

Abstract

This work reports and analyzes an exercise in the exploration of digital techniques of three - dimensional representation, to account for perfecting a tactile model, produced by means of digital manufacture, related to 19th century furniture. It is a cabinet, ornamented with complex forms, of a museum collection. The exercise evidenced the convenient associations between digital techniques and types of geometries involved, providing a faithful model, in formal terms, to the represented object. As in any representational process, the results include the construction of knowledge about the furniture in question, allowing to broaden the discourse next to the museum that is inserted.

Keywords: digital graphic representation; cultural heritage; tactile models; universal accessibility; 3D printing.

[1] Curso de Cinema de Animação, UFPel, mauriciomontone@gmail.com
[2] Mestre em Arquitetura e Urbanismo, cristiane.nunes@outlook.com
[3] Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFPel, adribord@hotmail.com

1 Introdução

A produção de modelos táteis relativos ao patrimônio cultural, por técnicas de fabricação digital, para o contexto que se insere este trabalho, tem se estabelecido como um propósito que contempla interesses formativos no âmbito da ciência, da tecnologia, da inovação e da extensão universitária.

Neste trabalho, relata-se o investimento no aperfeiçoamento de um modelo tátil, produzido por meio de fabricação digital, relativo a um mobiliário do século XIX, o qual faz parte do acervo do Museu Municipal Parque da Baronesa, Pelotas/RS.

O parque da Baronesa é um dos elementos que compõe um Conjunto Arquitetônico e Paisagístico da cidade de Pelotas/RS reconhecido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) como Patrimônio Nacional. Neste local, situa-se o Museu da Baronesa, o qual expõe, dentre outros objetos, móveis e acessórios que testemunham um modo de vida característico de famílias abastadas da região, entre finais do século XIX e início do século XX. Estão incluídos, neste acervo, móveis originais da própria casa que hoje abriga o Museu, os quais pertenceram à família Antunes Maciel.

Para Pallasmaa (2018), os objetos são importantes mecanismos da memória, os quais materializam e preservam a passagem do tempo, concretizam a lembrança e estimulam e inspiram a recordação e imaginação. Uma instituição museológica, utiliza-se destes suportes de memória, devendo atribuir acessibilidade a este tipo de informação para todos, e assim garantir o direito de fruição cultural.

Sob esta perspectiva, o Museu da Baronesa, aberto ao público em geral, já vem contando com alguns esquemas táteis, de caráter experimental, para atribuir acessibilidade aos objetos do acervo para pessoas com deficiências visuais (cegueira e baixa visão). Estes esquemas derivaram de resultados de diversas atividades complementárias as quais associam a produção de conhecimento sobre o patrimônio arquitetônico de Pelotas à atividade de representação por meio de tecnologias digitais de representação e fabricação, no âmbito da pesquisa (Projetos MODELA Pelotas e ACORDA), da formação de graduação (FAUrb/UFPel) e pós-graduação (Curso de Especialização em Gráfica Digital/UFPel) e ainda de projetos de extensão universitária (Projeto “Museu do Conhecimento para todos” e Projeto OFICINAS). A maior parte de desenvolvimento destes esquemas foi subsidiada por órgãos financiadores, seja para garantir a infraestrutura física (equipamentos de fabricação digital) ou bolsas de iniciação científica, tecnológica e de inovação, de ensino e extensão.

Deve-se destacar que o exercício de representação a ser referido neste estudo insere-se na atual versão do projeto MODELA Pelotas, que está em sua quinta edição. A abordagem que caracteriza o Projeto MODELA Pelotas V está focada na revisão de métodos de produção e disponibilização do seu acervo de modelos frente ao conceito de desenho universal, nos termos referidos por Ornstein (2010). Dessa maneira, os recursos produzidos devem poder ser utilizados pelo público em geral, não sendo somente instrumentos de acessibilidade para pessoas com necessidades especiais, mas instrumentos que potencializem a multissensorialidade de qualquer pessoa, e para o caso em questão, para a percepção do patrimônio pelotense.

Pereira *et al*. (2017) enfatiza o potencial multissensorial de modelos físicos, os quais, para o autor, ampliam a percepção de realidade espacial para qualquer pessoa, indepen-

dentemente de suas capacidades visuais. O referido estudo traz um aporte científico diferenciado por ter, como autor principal, um profissional da área de arquitetura, que se torna pesquisador doutor na área após a perda total do sentido da visão.

Estudos anteriores, como os de Veiga, Vecchia e Silva (2016), Viana *et al*. (2016 e 2016a), declaram o objetivo de criação de modelos táteis de mobiliários do acervo do Museu da Baronesa para promover a garantia ao direito de fruição cultural por pessoas com deficiências visuais, que não podem tocar nos objetos patrimoniais expostos por questões de conservação. Observam, ainda, o potencial multissensorial destes modelos para o público em geral, trazendo autores como Sarraf (2013), que discute a problemática referente à utilização da comunicação estritamente visual, a qual causa a chamada "fadiga cultural" para aqueles que enxergam, além de prejudicar aqueles privados do sentido da visão. Rittes (2010), reforça sobre o potencial educador de objetos multissensoriais para todas as pessoas, com ou sem deficiências visuais.

Os modelos táteis que estão sendo disponibilizados junto ao Museu da Baronesa são produzidos a partir do método da Adição Gradual da Informação (AGI), descrito em Vecchia *et al*. (2015). O método AGI busca constituir uma narrativa tátil por meio de representações em diferentes partes e escalas, particularizando elementos significativos para a compreensão da forma em sua geometria e posições relativas. Este tipo de narrativa busca contribuir para a construção de imagens mentais do patrimônio.

Neste estudo, relata-se o estágio atual de exploração das tecnologias de representação para o processo de produção de modelos digitais, na escala de um mobiliário, para a representação mais fiel possível da geometria do objeto representado, pelo método AGI, para a sua fabricação digital. Tem-se como objetivo explicitar as vantagens e desvantagens das diferentes estratégias de representação gráfica digital, no âmbito de tecnologias e habilitações específicas, disponíveis no contexto deste trabalho.

2 Materiais e métodos

Este estudo estruturou-se a seguinte metodologia: (1) definição do objeto a ser representado; (2) escolha das tecnologias de representação a serem utilizadas no estudo; (3) elaboração de estratégias de representação gráfica digital a partir de tecnologias de escaneamento 3D com Kinect, fotogrametria e modelagem digital; (4) fabricação digital a partir da impressão 3D.

2.1 Definição do objeto a ser representado

A escolha do objeto representado responde ao interesse apontado pela direção do próprio Museu, associada aos resultados do estudo registrado em Viana et al. (2016).

O armário modelado, de estilo neoclássico, fez parte de uma coleção apresentada na Exposição Universal de Paris no ano de 1889. É composto em sua base por uma gaveta com puxadores de metal e com os pés dianteiros como balaústres. Em seu corpo, ladeado por pilastras torneadas, possui um espelho bisotê, o qual, em sua parte inferior contém uma pintura à mão, de um buquê de flores, feita pela proprietária da casa na época (Amélia Maciel). O coroamento do armário é configurado por uma simetria bilateral de elementos que

enquadram um monograma com as iniciais do proprietário: L e M (Lourival Maciel). Observa-se neste conjunto um frontão recortado, cornijas e balaustradas. As imagens da Figura 1, permitem compreender melhor estes elementos que adornam o móvel, percebendo-se especialmente o tipo de geometria envolvida neste coroamento, para a representação de folhagens, rocalhas (conchas) e pinhas.

Figura 1 – Fotografias do armário com a indicação dos seus elementos compositivos.
Fonte: Autores sobre imagens de Viana *et al.* (2016).

A partir do processo de representação descrito por Viana *et al*. (2016), que se utilizou da modelagem digital no software SketchUp 2013, obtiveram-se modelos com geometrias simplificadas, as quais não correspondem fielmente a geometria dos elementos do armário, conforme demonstrado na Figura 2. O modelo do armário não possuiu pés, as pilastras são apenas indicadas por prismas retos de base retangular e o frontão é representado de maneira plana. Em escalas maiores, foram representados: uma pilastra, um balaústre, o monograma e uma pinha, a qual também teve sua geometria simplificada.

Figura 2 – Fotografias dos modelos desenvolvidos a partir da pesquisa de Viana *et al.* (2016).
Fonte: Taís Viana, 2016.

2.2 As tecnologias de representação utilizadas no estudo

Dando prosseguimento aos trabalhos realizados no âmbito do "Modela Pelotas V", foram escolhidas as seguintes tecnologias de representação para serem utilizadas neste estudo: escaneamento 3D com o dispositivo Xbox Kinect V1, fotogrametria e modelagem digital.

A primeira, consiste em um escaneamento a partir de raios infravermelhos emitidos pelo equipamento, os quais são refletidos pela superfície, conseguindo-se reproduzir a volumetria de um objeto.

A segunda, proporciona a obtenção de uma nuvem de pontos que pode ser convertida em uma malha, a partir de fotografias de um objeto. A quantidade de fotos a serem feitas depende da complexidade do mesmo. As fotos são importadas em programas específicos para esse tipo de operação, onde são realizados cálculos para saber a localização da câmera em cada fotografia e gerar a nuvem de pontos.

Já a terceira, consiste na modelagem digital de um objeto a partir das ferramentas disponíveis em programas específicos para este fim. Para isto, sendo necessária a realização de um levantamento prévio sobre suas formas e dimensões.

2.3 Elaboração de estratégias de representação gráfica digital

Este trabalho relata e analisa um exercício de exploração de técnicas digitais (de fotogrametria, escaneamento tridimensional, modelagem por métodos tradicionais e escultóricos)

Inicialmente trabalhou-se com o escaneamento 3D a partir do uso do dispositivo Xbox Kinect V1. Em função das grandes dimensões do armário, esta tecnologia mostrou-se pouco precisa, já que os detalhes não puderam ser representados com precisão em função da grande área a ser abrangida com uma câmera de baixa resolução. Além disso, a necessidade de uso de um computador e vários cabos dificultou o processo de escaneamento do mobiliário.

Também em função das dimensões, a fotogrametria não pode ser utilizada para a representação completa do armário, sendo utilizada somente para a representação do frontão, o qual, sendo uma peça de encaixe, pode ser retirada do local para a captura das imagens. Além disso, neste caso, a fotogrametria era a opção disponível que possibilitaria um melhor resultado em função de sua geometria orgânica e complexa.

O processo de fotogrametria foi realizado com base no estudo de Xavier, Freitas e Silva, 2017. As fotografias do frontão foram feitas com uma câmera Nikon D7000 com uma lente AF-S DX NIKKOR 18 - 105mm. Utilizou-se um tempo de exposição de 1/80 s, ISO 4000, f/9 e uma distância focal de 48mm. Foram feitas setenta e duas fotos em volta do objeto para posterior processamento no software Agisoft PhotoScan Professional. Na Figura 3, tem-se uma imagem, obtida no software, que demonstra as posições da câmera em relação ao objeto.

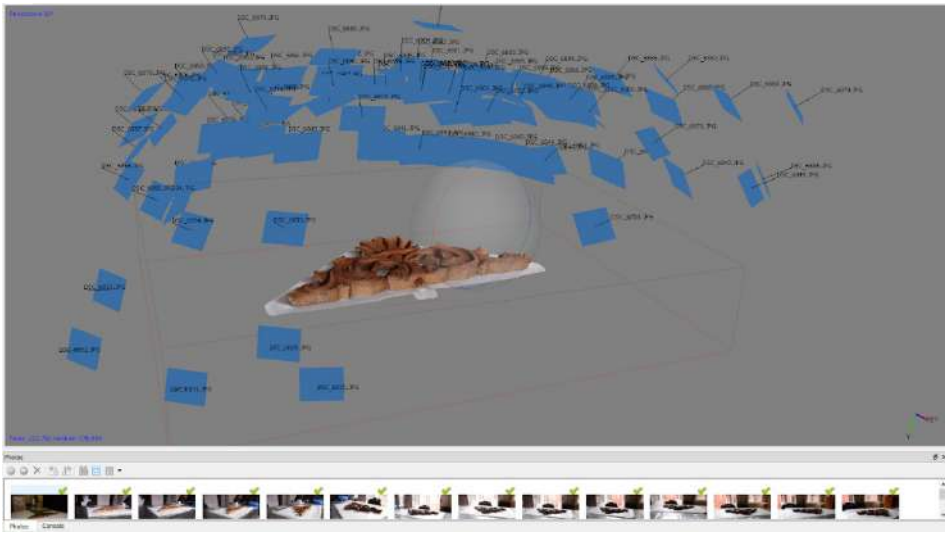


Figura 3 – Captura de tela do software Agisoft PhotoScan Professional, demonstrando as posições em que as fotografias foram feitas em relação ao frontão.
Fonte: Maurício Montone, 2019.

Após o modelo ser calculado com base nas fotografias, ele foi importado para o software ZBrush, onde, por meio de suas ferramentas de escultura tridimensional, foi possível fazer um refinamento no modelo, retirando ruídos oriundos do processo de fotogrametria e adicionando entalhes que não foram captados pela mesma.

O ZBrush foi escolhido por possuir uma interface intuitiva para aprendizagem e possuir uma vasta gama de ferramentas para modelar e esculpir, possibilitando a criação de modelos de alta complexidade.

Decidiu-se adicionar estes detalhes após uma primeira impressão do frontão, feita a partir de um modelo em que não havia sido feita nenhuma alteração. A partir desta, percebeu-se que era possível distinguir as formas presentes no frontão, mas não os entalhes que o compõem. Esses detalhes podem não ser percebidos por pessoas com deficiências visuais, mas fazem diferença para a acessibilidade universal, uma vez que pessoas com o sentido da visão também utilizarão o modelo.

A partir da Figura 4, demonstra-se a diferença entre os modelos com e sem a aplicação dos detalhes do frontão.

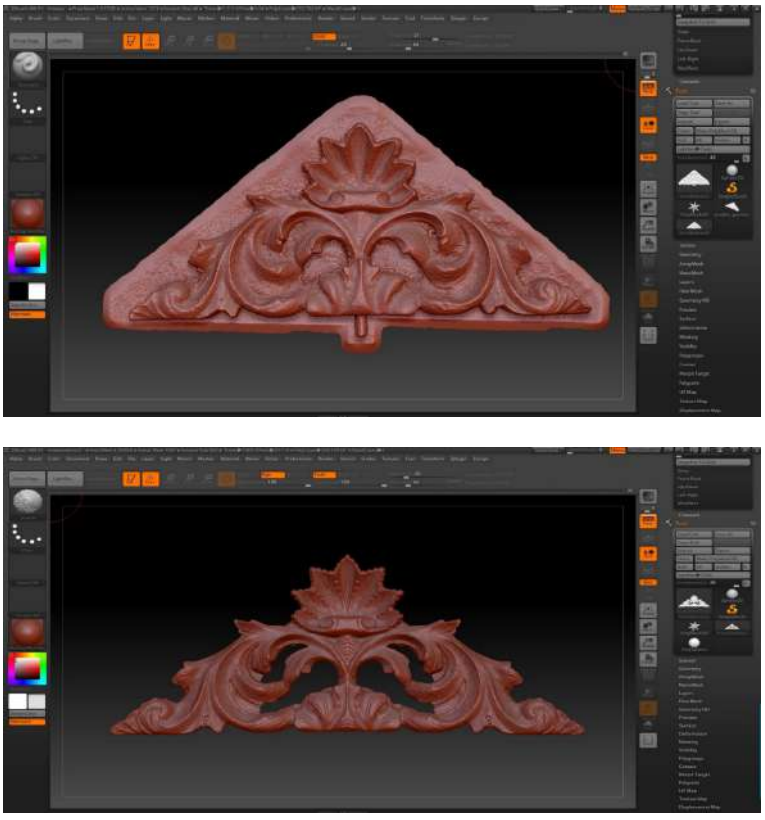


Figura 4 – Acima o modelo sem a aplicação de detalhes e abaixo o modelo após o refinamento no software ZBrush.
Fonte: Maurício Montone, 2019.

Com a finalização desse processo, levou-se o modelo para o software Blender, para refazer o pino de encaixe inferior da peça. O Blender foi utilizado por ser de domínio do autor.

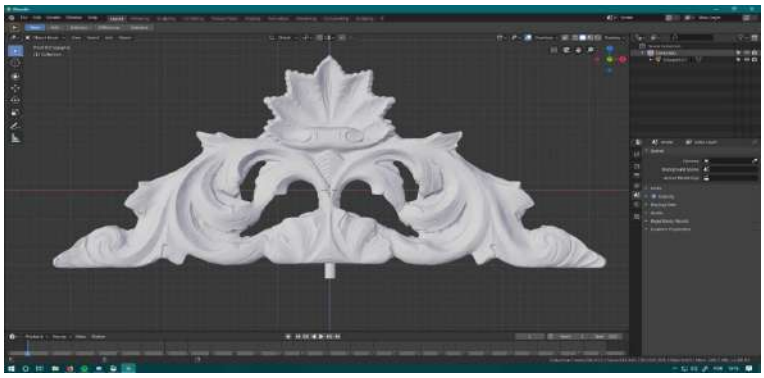


Figura 5 – As imagens mostram, respectivamente, o antes e depois do tratamento do modelo no software Blender.
Fonte: Maurício Montone, 2019.

Optou-se por não tentar realizar a fotogrametria de todo o armário em função das limitações do método, que não é indicado para objetos grandes e com superfícies reflexivas, como é o caso do armário.

O processo de modelagem digital foi a opção escolhido para a representação de todos os demais elementos do mobiliário. Para isso, inicialmente, foi necessária a realização de um levantamento acerca de suas formas e medidas. Cada uma das partes do armário foi modelada de maneira independente. Priorizou-se a representação dos objetos que já haviam sido modelados no projeto “MODELA Pelotas IV”, sendo estes a pinha, o balaústre e a pilastra. Posteriormente, passou-se para a representação das demais partes, na respectiva ordem: balaustrada, cornija, corpo, porta e gaveta.

2.4 Fabricação digital a partir da impressão 3D

O processo de impressão 3D foi realizado a partir de uma impressora do tipo RepRap com software Marlin 1.1.8 através da tecnologia de fabricação por filamento fundido (FFF), com área de impressão de 285 x 282 x 215 mm (comprimento x profundidade x altura), utilizando bicos de impressão com 0.2 mm e 0.4 mm de diâmetro a 200ºC, mesa aquecida a 60°C, camadas de impressão de altura de 0.2 mm, ventilação ativa de intensidade variável. O material escolhido foi termoplástico PLA – Poliácido Lático – pela facilidade de impressão e características adequadas para o fim.

Quanto à escala de impressão dos elementos, para a impressão do modelo completo do armário, buscou-se a menor escala possível que permitisse a impressão dos detalhes para a visualização e que estes não ficassem frágeis. Para os modelos de seus elementos, considerou-se a área de impressão da máquina. Conforme indicações de trabalhos anteriores, procurou-se imprimi-los, sempre que possível na escala 1/1, porém, em função da área disponível para impressão, o frontão teve que ser impresso na escala 1/2 e a pilastra na 1/7,5.

3 Resultados e discussões

Como um dos resultados deste estudo, obteve-se a sistematização das diferenças/conveniências do uso das diferentes tecnologias utilizadas para a representação deste tipo de mobiliário.

TECNOLOGIAS	
Escaneamento 3D com Kinect e Fotogrametria	Indicadas para a obtenção da volumetria de objetos de média e alta complexidade geométrica e de média ou pequena dimensão. Não indicadas para superfícies espelhadas. Tecnologias muito trabalhosas para a representação de objetos de baixa complexidade geométrica e/ou de grandes dimensões. Os modelos obtidos necessitam de um refinamento em softwares de modelagem digital para a limpeza de ruídos e inclusão de pequenos detalhes.
Modelagem digital	Indicada para a representação de objetos com baixa complexidade geométrica; de objetos com grandes dimensões e/ou espelhadas, quando as tecnologias de escaneamento 3D com Kinect e/ou fotogrametria não podem ser utilizadas. Requer a realização de um levantamento acerca das medidas e formas a serem representadas, bem como do conhecimento de técnicas de modelagem apropriadas para a representação de cada tipo de forma.

Quadro 1 – Sistematização das diferenças/conveniências entre as diferentes tecnologias.
Fonte: Autores, 2019.

Como produtos, foram obtidos a modelagem do armário com seus elementos e os respectivos modelos físicos fabricados por impressão 3D.

O modelo digital foi produzido em partes, sendo feita a representação de cada um dos elementos do armário individualmente, conforme destacado na Figura 7. Estes foram unidos para compor o modelo completo. Foram gerados: um modelo da volumetria completa do armário, com todos os seus elementos agregados; um modelo da volumetria completa, cuja a porta e a gaveta devem ser impressas separadamente, possibilitando abri-las para permitir a percepção do seu interior, sendo o volume impresso em quatro partes separadas (corpo, gaveta, porta e topo); e modelos independentes de alguns de seus elementos, os quais foram impressos em escalas maiores, contemplando o método AGI.

Figura 7 – Resultado do processo de modelagem do armário, com a indicação de cada um de seus elementos modelados separadamente.
Fonte: Maurício Montone, 2019.

Os modelos físicos produzidos para a disponibilização no Museu da Baronesa estão representados na Figura 8 e tem seus níveis de detalhamento, que correspondem aos modelos originais evidenciados através da Figura 9.

Figura 8 – Elementos do armário representados em diferentes escalas.
Fonte: Autores, 2019.

(a) (b)

Figura 9 – A. Acima o frontão original e abaixo o modelo produzido por impressão 3D na escala 1/2. B. À esquerda a pinha original e à direita o modelo produzido por impressão 3D na escala 1/1.
Fonte: Autores, 2019.

4 Considerações finais

O estudo proporcionou um avanço no nível de detalhamento dos modelos que vinham sendo produzidos no âmbito do projeto MODELA Pelotas, alcançando-se a correspondência aos modelos originais. Acredita-se que foi possível alcançar o objetivo de produzir modelos físicos que possam ser utilizados por todos: por pessoas com deficiências visuais, que possam utilizá-los como esquemas táteis em mediações; e, também, por pessoas com o sentido da visão, os quais possam utilizá-los como objetos multissensoriais para a percepção dos objetos patrimoniais.

A partir da sistematização das diferenças entre as tecnologias de representação utilizadas, bem como das suas conveniências de uso para a representação destas geometrias, será possível investir na produção de novas coleções de modelos voltados à acessibilidade universal para o Museu da Baronesa.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo financiamento deste estudo.

Referências

ORNSTEIN, S.W. (org.). **Desenho universal: caminhos da acessibilidade no Brasil**. São Paulo: Annablume, 2010.

PALLASMAA, Juhani. **Essências**. São Paulo: Gustavo Gili, 2018.

PEREIRA, Carlos; HEITOR, Teresa; HEYLIGHEN, Ann. Exploring invisibility through multisensory spatial research methods. *In*: EUROPEAN CONGRESS OF QUALITATIVE INQUIRY, 2017, Leuven. **Proceedings Quality and Reflexivity in Qualitative Inquiry**. p. 9-18. Disponível em: <https://kuleuvencongres.be/ECQI2018/ecqi-2017-proceedings.pdf>. Acesso em: 12 maio 2018.

RITTES, André. Papai Walt Disney: a educação na cultura do dinheiro e a "Disneyficação" da sociedade. *In*: **Revista Ceciliana**. n. 31. p. 86-91. 2010. Disponível em: http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3612694. Acesso em abr. 2019.

SARRAF, Viviane Panelli. **A comunicação dos sentidos nos espaços culturais brasileiros: estratégias de mediações e acessibilidade para pessoas com suas diferenças**. Orientador: Norval Baitello Junior. 2013. Tese (Doutorado em Comunicação e Semiótica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, São Paulo, 2013.

VECCHIA, Luisa Dalla; SILVA, Adriane; PIRES, Janice; VEIGA, Mônica; VASCONSELOS, Tássia; BORGES, Letícia. Tactile models of elements of architectural heritage: from the building scale to the detail. *In*: 16TH CAAD FUTURES CONFERENCE, 2015, São Paulo. **The next city - New technologies and the future of the built environment.** p. 434-446. Disponível em: http://papers.cumincad.org/data/works/att/cf2015_434.content.pdf. Acesso em: nov. 2018.

VEIGA, Monica; VECCHIA, Luisa; SILVA, Adriane. Representações de um mobiliário do museu da baronesa para a experiência tátil a partir da fabricação digital. *In*: XVIII ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2016, Pelotas. **Ciências Sociais Aplicadas.** p.1-4. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/enpos/anais/anais2016/. Acesso em: abr. 2019.

VIANA, Taís; BORDA, Adriane; VEIGA, Monica; PERONTI, Gabriela. A tradução de uma narrativa oral para a tátil, no contexto de uma casa museu do século XIX: sobre a representação do mobiliário. *In*: VI CONGRESSO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y ÁREAS AFINES, 2016, Córdoba.

VIANA, Taís; VEIGA, Monica; PERONTI, Gabriela; FERNANDES, Vinícius; BORDA, Adriane. A tradução de uma narrativa oral para a tátil, no contexto de uma casa museu do século XIX: sobre a representação do mobiliário. *In*: XVIII ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2016, Pelotas. **Ciências Sociais Aplicadas.** p.1-4. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/enpos/anais/anais2016/. Acesso em: abr. 2019.

XAVIER, Edemar. FREITAS, Cláudia. SILVA, Adriane. Fotogrametria e museus: geração de modelos tridimensionais para a promoção de acessibilidade. In: I CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2017, Pelotas. **Multidisciplinar**. p.1-4. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/congressoinovacao/anais/anais-2017/. Acesso em: abr. 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

IMAGENS EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA NO ENSINO DE EXPRESSÃO GRÁFICA

COSTA, Deise Maria Bertholdi[1],
MEDINA, Simone da Silva Soria[2],
SOUZA, Luzia Vidal de[3].

Resumo

Neste artigo são apresentadas algumas tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada para o ensino das disciplinas de projeções cotadas e desenho técnico para os cursos de Engenharia Civil e Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Faz parte do projeto de extensão intitulado "Tecnologias e Ensino em Expressão Gráfica", vinculado ao Departamento de Expressão Gráfica. Foram geradas imagens com o auxílio de softwares de modelagem gráfica e criados aplicativos para o uso em sala de aula em realidade aumentada e virtual com o objetivo de auxiliar no entendimento/visualização pelos estudantes de conceitos e propriedades de objetos que são representados nas disciplinas. Percebeu-se em sala de aula que o uso de tais recursos foi um facilitador na compreensão da representação bidimensional de objetos do espaço tridimensional.

Palavras-chave: realidade virtual; realidade aumentada; ensino; expressão gráfica.

Resumen

En este artículo son presentadas algunas tecnologías de la Realidad Virtual y Aumentada para el aprendizaje en las asignaturas de proyección acotada y diseño técnico para los cursos de Ingeniería Civil e Ingeniera de Florestas de la Universidad Federal del Paraná. Este estudio hace parte de un proyecto de extensión titulado "Tecnologías y enseñanza en Expresión Grafica". Fueron generadas imágenes con el auxilio de software de modelado gráfico y creadas aplicaciones para el uso en clase en las asignaturas de realidad aumentada y virtual con el objetivo de auxiliar el entendimiento y la visualización por parte de los alumnos de conceptos y propiedades que son presentados en las asignaturas. Se percibió en las clases que el uso de tales herramientas fue un facilitador para la comprensión de la representación bidimensional de objetos en el espacio tridimensional.

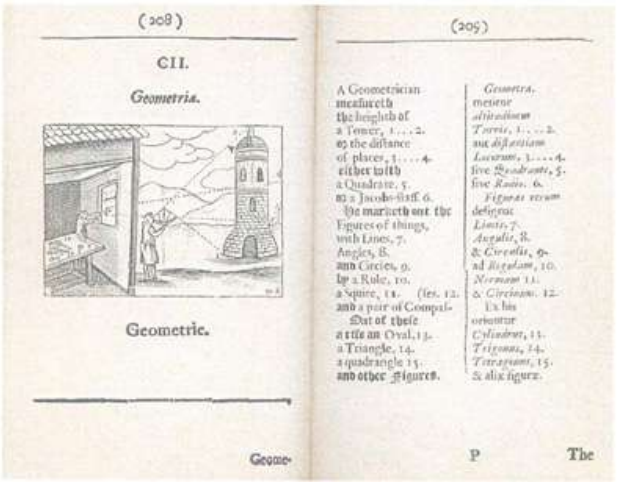
Palabras-clave: realidad virtual; realidad aumentada; enseñanza; expresión gráfica.

[1] Universidade Federal do Paraná – deise@ufpr.br
[2] Universidade Federal do Paraná – moni@ufpr.br
[3] Universidade Federal do Paraná – luzia@ufpr.br

1 Introdução

As representações gráficas (imagens) estão presentes no cotidiano da humanidade desde a pré-história e se constituem numa forma eficiente de comunicação, sendo aliadas do processo de ensino e aprendizagem em diferentes áreas do conhecimento. Consideramos que o uso de imagens no ensino formal teve início na obra "O mundo ilustrado" de autoria de *Jan Amos Comenius*, no ano de 1651. Neste livro o autor ilustrava alguns conceitos com imagens por considerar que o aprendizado se dá a partir da observação do objeto real e/ou de sua representação (Figura 1).

As técnicas utilizadas na geração de imagens evoluíram significativamente desde as representações lineares bidimensionais monocromáticas utilizadas por *Comenius*, passando pelas imagens em perspectiva, coloridas, com sombras e texturas, imagens tridimensionais, chegando às atuais imagens em realidade aumentada e em realidade virtual.


(208)

CII.

Geometria.

Geometric.

(205)

A Geometrician measureth the height of a Tower, 1. 2. or the distance of places, 3. 4. either with a Quadrate, 5. or a Jacobs-staff, 6. He marketh out the Figures of things, with Lines, 7. Angles, 8. and Circles, 9. by a Rule, 10. a Squire, 11. (let. 12. and a pair of Compasses. Out of these a title an Oval, 13. a Triangle, 14. a quadrangle 15. and other Figures.

Geometra, metiene altitudinem Turris, 1. 2. aut distantiam Locorum, 3. 4. sive Quadranti, 5. sive Radio, 6. Figuras rerum delineat Lineis, 7. Angulis, 8. & Circulis, 9. ad Regulam, 10. Normam 11. & Circinum. 12. Ex his orientur Cylindrus, 13. Trigonus, 14. Tetragonus, 15. & alix figuræ.

Geome- P The

Figura 1 –Ilustração de Geometria por *Jan Amos Comenius.*
Fonte: Comenius (1651)

O trabalho aqui apresentado relata uma experiência com o uso de imagens em realidade aumentada e em realidade virtual no ensino das disciplinas de projeções cotadas e desenho técnico para os cursos de Engenharia Civil e Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Faz parte do projeto de extensão intitulado "Tecnologias e Ensino em Expressão Gráfica", vinculado ao Departamento de Expressão Gráfica. Tal projeto tem por objetivo promover a formação continuada para profissionais e estudantes de diferentes áreas do conhecimento e para professores dos ensinos fundamental, médio e superior, na área de Expressão Gráfica além de desenvolver materiais/recursos que os auxiliem na sua prática profissional.

2 O que é realidade virtual e realidade aumentada

A Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) são duas tecnologias que vêm aparecendo em diversos meios eletrônicos. Elas possuem características e objetivos diferentes: a primeira cria um novo ambiente gerado por computador enquanto a segunda inclui projeções de conteúdos e informações complementares no mundo real (VARONI, 2018).

Para Kirner e Kirner (2011) as interfaces computacionais, antes do surgimento da RV e da RA, se restringiam ao espaço bidimensional da tela do computador. As realidades virtual, aumentada e suas variações representam técnicas de interface computacional que levam

em conta o espaço tridimensional em que o usuário pode interagir de forma multisensorial, explorando aspectos deste espaço por meio da visão, audição e tato e conforme a tecnologia disponível, do olfato e do paladar.

2.1 Realidade virtual

Segundo Pinho e Kirner (1997) “pode-se dizer que realidade virtual é uma técnica avançada de interface, onde o usuário pode realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multissensoriais. A realidade virtual também pode ser considerada como a junção de três ideias básicas: imersão, interação e envolvimento.”

A ideia de imersão está ligada com o sentimento de estar dentro do ambiente. Normalmente, um sistema imersivo é obtido com o uso de capacete de visualização, mas existem também sistemas imersivos baseados em salas com projeções das visões nas paredes, teto, e piso. Além do fator visual, os dispositivos ligados com os outros sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como som, posicionamento automático da pessoa e dos movimentos da cabeça, controles reativos, etc. A visualização tridimensional através de monitor é considerada não imersiva.

A ideia de interação está ligada com a capacidade de o computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele (capacidade reativa). As pessoas sentem-se cativadas por uma boa simulação e de ver as cenas mudarem em resposta aos seus comandos. Esta é a característica mais marcante nos videogames.

A ideia de envolvimento, por sua vez, está ligada com o grau de motivação para o engajamento de uma pessoa com determinada atividade. O envolvimento pode ser passivo, como ler um livro ou assistir televisão, ou ativo, ao participar de um jogo com algum parceiro. A realidade virtual tem potencial para os dois tipos de envolvimento ao permitir a exploração de um ambiente virtual e ao propiciar a interação do usuário com um mundo virtual dinâmico. (PINHO; KIRNER, 1997)

2.2 Realidade aumentada

Já a realidade aumentada (RA) permite a sobreposição de objetos e ambientes virtuais com o ambiente físico através de algum dispositivo tecnológico.Essas aplicações ficaram mais acessíveis somente no início dos anos2000, com a convergência de técnicas de visão computacional,software e dispositivos com melhor índice de custo-benefício.Além disso, o fato dos objetos virtuais serem trazidos para o espaço físico do usuário (por sobreposição) permitiu interações tangíveis mais fáceis e naturais, sem o uso de equipamentos especiais. Por isso, a realidade aumentada vem sendo considerada uma possibilidade concreta de ser a próxima geração de interface popular, a ser usada nas mais variadas aplicações, em espaços internos e externos. (KIRNER; SISCOUTTO, 2007)

3 Como criar soluções em realidade virtual e aumentada

Um sistema, seja de RV ou de RA, necessita de dispositivos que possibilitem avaliar a posição do usuário (rastreamento e registro) e criar elementos virtuais (modelos geométricos e

outros tipos de informações) para integrá-los ao ambiente real por meio de tecnologias de exibição e interação (MOREIRA; AMORIM, 2012appud MOREIRA, 2013).

Para criar soluções em realidades virtual e aumentada podem ser utilizados softwares e aplicativos, tais como o SketchUp com o Augment, o Unity com o Vuforia, o Revit com o Kubity, etc, ou ainda, utilizar uma linguagem de programação e uma biblioteca gráfica, tal como Javascript e HTML.

3.1 Sobre o Augment

O Augment é um aplicativo e plataforma baseado em realidade aumentada que permite visualizar objetos e personagens em 3D a partir do uso de smartphones onde o usuário pode interagir com o ambiente em tempo real, também é possível visualizar o objeto em realidade virtual. Para isso, é necessário instalar o aplicativo no celular ou tablet e escanear o QR Code referente ao objeto a ser visualizado. Para gerar o QR Code é necessário modelar o objeto em algum software gráfico e disponibilizá-lo na plataforma on-line do Augment (Figura 2) em formato obj.

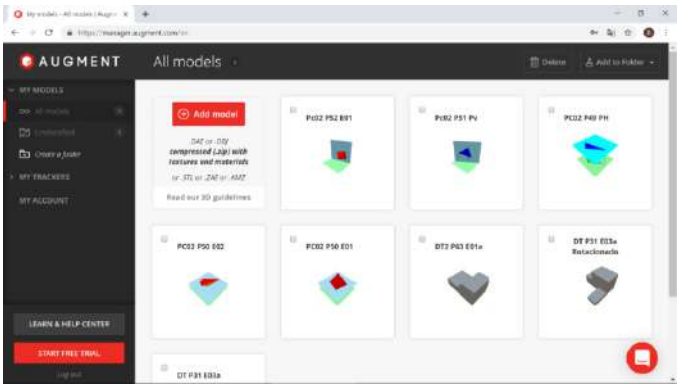


Figura 2 - Plataforma on-line do Augment.
Fonte: o autor (2019)

3.2 Sobre o Unity3D e o Vuforia

Outra maneira de gerar aplicativos para dispositivos móveis é através do software Unity 3De do pluginVuforia SDK. Os objetos também devem ser modelados em algum software gráfico e importados para a o Unity 3D. São criados então aplicativos executáveis para o celular, que não dependem de uma conexão de internet. Na Figura 3 tem-se a visualização de uma peça de Desenho Técnico em Realidade Aumentada criado no Unity 3D que é visualizado a partir do uso de um Target (PEREZ; PANKE, 2018).

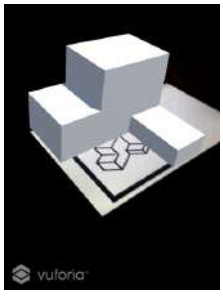


Figura 3–Visualização de uma peça de Desenho Técnico .
Fonte: o autor (2019)

3.3 Sobre o Kubity

O Kubity é uma ferramenta de interação, que pode ser utilizada juntamente com o Revit e/ou com o Sketchup para a visualização dos objetos em realidade virtual e aumentada.

Com a utilização do Kubity é possível interpretar as relações espaciais do mundo real através da informação digital, evitando desperdícios e verificando a viabilidade do projeto, antes de sua construção real. Além disso, é possível uma melhor interação entre cliente e projetista, pois proporciona uma melhor compreensão do projeto. O aplicativo pode ser utilizado em dispositivos móveis, como celulares e tabletes, o que facilita muito o processo de interatividade. Não há necessidade de fazer nenhum tipo de codificação, basta instalar o plug in dentro do programa de modelagem que está sendo utilizado e exportar o projeto para o Kubity.

Os projetos podem também ser visualizados com a utilização dos óculos virtuais, com o qual é possível utilizar uma escala de imersão, na qual o usuário pode transitar pelo ambiente na realidade aumentada.A figura 4 mostra a visualização de uma casa num ambiente real. Os objetos modelados podem ser visualizados através de um QR Code, que é gerado pelo próprio aplicativo.

Figura 4 – Visualização pelo aplicativo Kubityde uma casa em RA.
Fonte: o autor (2019)

4 Aplicações de RA e RV em disciplinas de Expressão Gráfica

Conforme já mencionado, imagens foram criadas em realidade virtual e realidade aumentada para auxiliar o processo de ensino e aprendizado de disciplinas de projeções cotadas e desenho técnico ofertadas pelo Departamento de Expressão Gráfica para os cursos de Engenharia Civil e Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

Utilizamos diferentes softwares e aplicativos na experiência. A figura 5 mostra, em realidade aumentada, a representação de um tetraedro com uma de suas bases assente em um plano vertical (projetante), que foi modelada no software Sketchup e disponibilizada na plataforma do Augment. Pode-se observar na figura, além do tetraedro com uma face conti-

da num plano vertical (cujas faces visíveis aparecem em cor distinta das faces invisíveis) a representação do plano horizontal de projeção. O aluno pode mudar seu ponto de vista em relação ao objeto girando o celular.

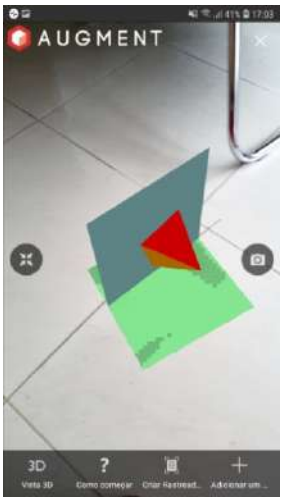


Figura 5– Visualização pelo aplicativo Augment de um sólido assentado sobre um plano vertical em RA.
Fonte: o autor (2019)

A figura 6 mostra o mesmo tetraedro da figura 5, modelado no software Sketchup e disponibilizado na plataforma do Augment, porém, em realidade virtual. Na imagem da esquerda temos uma vista em perspectiva e na imagem da direita em projeção ortogonal. O aluno também pode manipular a imagem, mudando a escala e o ponto de observação.

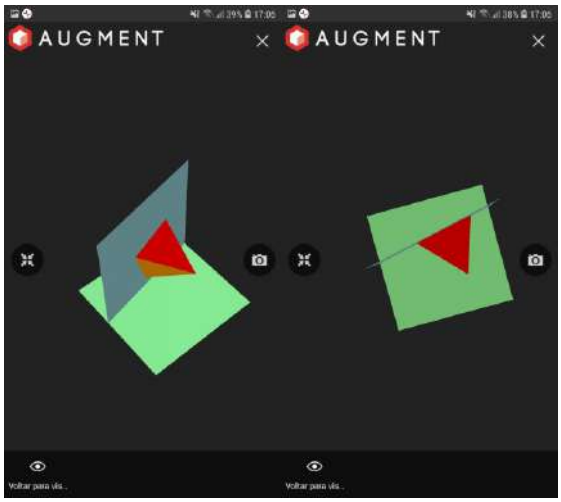


Figura 6 – Visualização pelo aplicativo Augment de um sólido assentado sobre um plano vertical em RV.
Fonte: o autor (2019)

A figura 7 mostra um exemplo de um objeto em perspectiva que foi modelado no software Sketchup e disponibilizado na plataforma do Augment em realidade aumentada como também em realidade virtual. Estas imagens foram utilizadas no estudo de vistas ortogonais em desenho técnico. O aluno manipula as imagens para observá-lo de diferentes maneiras e assim compreender melhor suas propriedades.

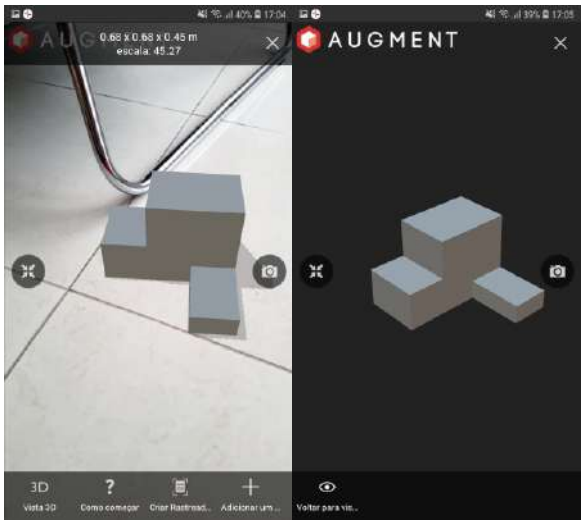


Figura 7 – Visualização pelo aplicativo Augment de uma peça de Desenho Técnico em RA e RV.
Fonte: o autor (2019)

A figura 8 mostra a representação de uma cobertura arquitetônica, uma das aplicações do método de projeções cotadas, em realidade virtual. Tal cobertura foi modelada no *software* Revit e disponibilizada a partir do aplicativo *Kubity*. Assim como nos exemplos anteriores também é possível manipular a imagem, realizando rotações e alterando seu tamanho. Os alunos compreenderam mais rapidamente os conceitos de projeções cotadas aplicados à resolução de telhados.

Figura 8 – Visualização pelo aplicativo Kubity de uma casa em RV.
Fonte: o autor (2019)

5 Conclusão

O uso de ferramentas de realidade aumentada e de realidade virtual tem sido observado em diferentes áreas do conhecimento e também tem se mostrado como um recurso didático facilitador no processo ensino/aprendizagem.

No caso de disciplinas de Expressão Gráfica, como por exemplo, projeções cotadas e desenho técnico, imagens em realidade aumentada e em realidade virtual podem ser utilizadas como complemento ao ensino tradicional. Isto foi observado em sala de aula, nas disciplinas de projeções cotadas e desenho técnico para os cursos de Engenharia Civil e Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

O ensino de disciplinas de Expressão Gráfica tem por objetivo desenvolver a visão espacial e o uso da RA e RV possibilitam ao professor mostrar figuras geométricas a partir de diferentes pontos de observação permitindo ao aluno interagir com o objeto de forma dinâmica e assim explorar suas propriedades.

Referências

COMENIUS, J. A. **Orbis sensualium pictus**. Londres: Aaron Ward, 1729.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In: **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação, 2011. 151p.

KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Editora SBC - Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2007. **Livro do pré-simpósio**, IX Symposiumon Virtual andAugmented Reality, Petrópolis - RJ, 2007.

MOREIRA, L. C. S. Expressão gráfica através da realidade aumentada e BIM uma experiência de visualização. In: **Anais** GRAPHICA 2013 - X International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Florianópolis: ABEG, 2013.

PEREZ, Átila; PANKE, Thales. **A realidade aumentada através de Blender | Unity | Vuforia**. 2018. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/teeg/wp-content/uploads/sites/34/2019/05/MANUAL-BLENDER-UNITY-E-VUFORIA.pdf>. Acessado em 10 mai. 2019.

PINHO, Márcio Serolli; KIRNER, Cláudio. Uma introdução à Realidade Virtual. In: X Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens. Campos do Jordão: LSI, 1997.

VARONI, Marília.. **Saiba qual é a diferença entre realidade virtual e realidade aumentada.** 2018. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/01/saiba-qual-e-a-diferenca-entre-realidade-virtual-e-realidade-aumentada.ghtml>. Acessado em 13 mai. 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

IMAGENS E COTIDIANOS: ESTUDO DE CASO SOBRE LEITURAS GRÁFICAS DE SUJEITOS E SEUS IMAGINÁRIOS NO FILME AMARELO MANGA

CASTRAL, Paulo Cesar[1],
SANTOS, Paul Newman dos[2].

Resumo

Este artigo tem como objetivo discutir a potencialidade da investigação gráfica para auxiliar a construção de debates sobre o que se representa. Neste caso, o uso de esquemas gráficos para análises fílmicas. Tendo, como estudo, o filme Amarelo Manga (2003) de Cláudio Assis, apresenta-se um processo de interpretação crítica pautado em esquemas visuais para pensar como as personagens constroem seus imaginários dentro da narrativa do filme e de que maneira eles se relacionam entre si. Observa-se que a imagem toma papel protagonista na investigação gráfica e se faz possível uma leitura transversal das narrativas do filme em si. As visualidades utilizadas nos esquemas geram paralelos dos imaginários dos personagens com as narrativas gerais representadas, de modo a contribuir para uma compreensão crítica no que se diz respeito ao processo perceptivo desse filme e questão. Nesse sentido, usam-se imagens para falar de imagens, num processo metalinguístico onde se busca tirar o máximo proveito daquilo que a imagem pode comunicar por si.

Palavras-chave: cinema; imaginário; análise-fílmica; imagem; investigação

Resumen

Este artículo tiene como objetivo discutir la potencialidad de la investigación gráfica para auxiliar la construcción de debates a cerca de lo que se representa. En este caso, el uso de esquemas gráficos para análisis fílmicos. Trayendo, como estudio, la película Amarelo Manga (2003) de Cláudio Assis, se presentea con un proceso de interpretación crítica que es guiado por esquemas visuales para pensar cómo los personajes construyen sus imaginarios dentro de la narrativa de la película, y de qué manera se relacionan entre sí. Se observa que la imagen toma papel protagonista en la investigación gráfica y se hace posible una lectura transversal de las narrativas de la película. Las visualidades utilizadas en los esquemas generan paralelos de los imaginarios de los personajes con las narrativas generales representadas, de modo a contribuir a una comprensión crítica en lo que se refiere al proceso perceptivo de esta película que se analisa. En ese sentido, se usan imágenes para hablar de imágenes, en un proceso metalinguístico, donde se busca sacar el máximo provecho de lo que la imagen puede comunicarse por sí.

Palabras-claves: cine; imaginaria; análisis-fílmico; imagen; investigación

[1] Universidade de São Paulo – IAU.USP; pcastral@sc.usp.br
[2] Universidade de São Paulo – IAU.USP; paul.santos@usp.br

1 Introdução

Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa que trabalha o registro cinematográfico da percepção do cotidiano urbano[3]; e, tem como objetivo discutir a potencialidade da utilização de esquemas gráficos para análises fílmicas. Apresenta-se um método de investigação criado para pensar como as personagens de um filme constroem seus imaginários dentro da narrativa e de que maneira estes se relacionam entre si. Entendendo imaginário no seu contexto da História Cultural, como um "sistema de ideias e imagens de representação coletiva que os homens, em todas as épocas, construíram para si, dando sentido ao mundo" (PESAVENTO, 2005, p. 43).

Posto isso, estabelece-se nesse artigo, além do desenvolvimento deste método, uma leitura possível do esquema gráfico resultado deste. Para tal, tem-se como estudo de caso o filme Amarelo Manga (2003) de Cláudio Assis, um longa-metragem da década de 2000 que revela um mosaico das vivências de distintas personagens e tem como base suas relações cotidianas que se desenrolam na realidade urbana da periferia de Recife. Esse filme se insere em um momento da produção nacional[4] que se caracteriza por: obras que pautam a representação da realidade social de um modo vida das cidades (SALVO, 2011, p.03); tem uma intenção de explorar nos sujeitos a fontes das narrativas (ibidem, p.05.); marca um contexto de consolidação de uma identidade nacional enquanto linguagem e representação[5]; e, além disso, tem "uma espécie de fenomenologia que produz uma compreensão do cotidiano focalizado"(ibidem, p.06).

Assim, seguindo as indicações de Aumont e Marie (2010, p.39) de que o método de análise de um filme deve se adequar ao contexto e ao que se busca nele, visou-se construir processo investigativo partindo justamente dessas características apontadas. Isto é, dentro das diferentes possibilidades de estudar a construção imagética e simbólica do cinema, assume-se um viés de leitura a partir do registro da experiência do sujeito nas telas. Elemento primário que é latente tanto na época produção deste filme, quanto nele em si.

Apontando que o que se apresenta aqui é um modo de tantos outros já desenvolvido para se analisar um filme, porém, há de se pontuar algumas questões. Primeiro ele é um método que se estrutura a partir do filme, e apenas dele, sem acrescentar uma camada externa de significações, então, se trata de entender o que filme fala sobre ele mesmo. Segundo, ele se propõe a analisar a imagéticas em torno dos personagens e suas narrativas. E, terceiro, ele tem como foco a investigação sobre representações de cotidianos urbanos no cinema.

No quesito de Análise Fílmica, o debate deste artigo opta por focar na dimensão imagética do filme e não inclui as questões que envolvem a sonografia ou roteiro do longa-metragem.

---

[3] Este artigo se vincula ao conjunto de pesquisas desenvolvidas pelo Núcleo de Pesquisa em Estudos de Linguagem em Arquitetura e Cidade (N.ELAC – IAU.USP), que tem como contexto o desenvolvimento científico de debates acerca das lógicas dos meios de representação e de metodologias de leitura da arquitetura e da cidade.

[4] Os anos 2000 compreendem o final do chamado período da Retomada e início do período da Pós-Retomada.

[5] Zanin Oricchio (2003) ao destacar o filme Cidade de Deus (2002) como um "divisor de águas" na produção nacional, para além de propor um fim para a chamada Retomada do cinema brasileiro, coloca um ponto chave que define as tendências cinematográficas que tinham sido produzidas ao longo de quase década. Tem-se naquele momento, para além de um reconhecimento internacional, uma certa consolidação de um "Momento de Renascimento" da linguagem cinematográfica do cinema nacional.

Não se tratando de subestimar essas outras dimensões, mas, ao fazer esse recorte, busca-se entender a potencialidade das imagens como ferramenta de investigação crítica de uma expressão gráfica, no caso a cinematográfica. Apontando que ao falar de imagens tem-se o entendimento que alinha ao de Aby Warburg[6] no qual elas são o resultado de um processo cultural e conseguinte construção de uma memória coletiva (MATTOS, 2007, p.133), de forma que elas carregam um potencial de serem fontes de debate de um imaginário coletivo.

Notando, por fim, que se fala de cinema para leituras de imaginários, pois quando ele imerge a sua linguagem dentro dessa tarefa de presentificar um viver real, para além de mostrar a materialidade dos espaços, traz atributos e significados que compõe um possível imaginário do que está sendo representado[7].

2 Representação e análise

Este artigo, como dito, tem como objetivo demonstrar um estudo de caso sobre análise de filmes tendo como chave uma matriz de investigação gráfica sobre as personagens, seus imaginários e suas relações. Desta forma, de modo geral, trabalha-se à base de dois conceitos: objeto representado e método de análise. Tendo no objeto representado as questões envolvendo o cinema e sua linguagem; e no método de análise as noções de interpretação e de ferramentas gráficas investigativas. Assim, é importante, antes de apresentar o método de investigação crítica utilizado nesse estudo, fazer alguns apontamentos gerais sobre o que se entende por cinema e por análise fílmica.

2.1 Cinema: representação de um imaginário coletivo

Em função da presente proposta de debate, é importante apontar dois aspectos: primeiro o cinema é um modo de representação por excelência urbano, visto que “desde seu surgimento em finais do século XIX, o cinema logo se configurou como modo de representação por excelência urbano”(LEZO, 2016, p. 28); e segundo, sobretudo, é uma linguagem que transita entre um dizer real e um outro fictício, imaginado. Na mesma linha que Pesavendo irá expor que “há um lado do imaginário que se reporta à vida, mas outro que se remete ao sonho” (PESAVENTO, 2005, p. 47); Morin, irá dispor que “o cinema reflete a realidade, mas também é algo que se comunica com os sonhos” [8] (MORIN, 2001, p. 16). Assim, a linguagem cinematográfica, configura um híbrido entre o material e o imaginado.

Nesse sentido, de ver o cinema como linguagem, pontua-se que ele se pauta numa relação de signos verbais e não verbais, ou seja, em uma sinestesia de montagem onde os elementos empregados são percebidos pelo todo e não pela simples junção das partes. O filme, nesse sentido sinestésico, se estabelece como fenômeno dentro de um campo perceptivo. Como

[6] Aby Warburg (1866-1929), reconhecido hoje como um importante nome na iconologia moderna, foi historiador das artes e antropólogo, responsável pela dimensão de pensamento com base na psicologia da imagem que resultou em uma revisão das formas tradicionais de análise da história da arte. Segundo Mattos [2], Warburg concebia a imagem como um espaço de embricamento de valores psicológicos, políticos, sociais e religiosos, uma visão que propunha investigações dos sentidos e significados adquiridos pelas imagens em diferentes contextos históricos e dos motivos que determinam suas transformações no tempo. De certa forma, essas investigações implicavam em um repensar nas leituras e nas relações entre informações e representações históricas.

[7] LEZO (2016) e RAMIRES (1994)

[8] “El cine refleja la realidad, pero es también algo que se comunica com el sueño” (traduação nossa)

colocado por Merleau-Ponty (1996), ele ganha sentido não pela somatória das imagens projetadas, mas quando percebido como uma forma temporal (MERLEAU-PONTY, 1996, p.69 apud. DIAS, 2015, p.37). De modo que, um filme não é pensado, ele é percebido (ibidem, p.36). A linguagem cinematográfica se faz intrínseca a um possível modo de entender a relação corpo e mundo; pois ela é, assim como a própria percepção e registro de mundo, uma experiência, a princípio, fenomenológica.

Posto isso, é de se notar que o cinema se ancora num anseio de tentar representar a vida como ela é, entretanto, ele é uma mera ilusão que passa uma impressão de realidade (BERNARDET, 2010, p. s.p.); ou seja, o filme não é um mero espelho do real. Com recortes, planos, sequências e montagens, o cinema cria uma linguagem específica; sendo ato de filmar um ato de apreciação e de síntese da representação de um olhar sobre uma experiência. Apreender isso é considerar a dimensão simbólica que as imagens fílmicas carregam e que ela "pode assumir um valor de representação, ou seja, o que vemos na imagem não é o objeto em si, mas apenas uma representação bidimensional, em uma perspectiva histórica e ideologicamente determinada" (AUMONT, 1995, p.29-38).

Notando que o cinema não é neutro. Ele representa um ponto de vista. Tem-se um posicionamento; uma visão de um artista, que é quem o produz. Afinal,

> "Dizer que o cinema é natural, que ele reproduz a visão natural, que coloca a própria realidade na tela, é quase como dizer que a realidade se expressa sozinha na tela. Eliminando a pessoa que fala, ou faz cinema, ou melhor, eliminando a classe social ou a parte dessa classe social que produz essa fala ou esse cinema, elimina-se também a possibilidade de dizer que essa fala ou esse cinema representa um ponto de vista". (BERNARDET, 2010, s.p.)

Entretendo, para além de ter ali um olhar registrado e direcionado, é de se notar que quando se trata de registrar uma realidade, o que vai à tela estabelece verdadeiros diálogos com o tempo que ele está representando, pois as imagens cinematográficas "permitem o reconhecimento de cenários urbanos concretos, mas também a apreensão de ideias, mitos e crenças, todos expressos pela visualidade" (PINTO, 2013, p.26 apud. LEZO, 2016, p.30).

É válido dizer que a história do cinema, assim como qualquer historiografia, é uma prática de escolhas e categorização, entretanto, há de pensar que "o filme produz símbolos, signos e imagens que serão projetados e decodificados pelo público, passando a fazer partes do imaginário coletivo" (RAMIRES, 1994, p. 7). De tal modo que ele é um reflexo de entendimento de um momento histórico e social, e "pode-se também a partir deles reconstruir e compreender partes dos processos sociais políticos, econômicos e culturas responsáveis pela estruturação e reestruturação interna das cidades em diferentes momentos históricos" (RAMIRES, 1994, p. 7). Desta forma, é explícito que os elementos constitutivos da linguagem cinematográfica são ferramentas potentes para estabelecer diálogos com o campo imagético e as experiências coletivas que estão sendo representados em tela.

2.2 Como ver um filme: comentários gerais sobre análise fílmica

Aumont e Marie irão dispor que não se pode falar em um método único de análise fílmica, de modo que irão existir ao longo da história diferentes metodologias abordadas para a análise

de um filme (AUMONT E MARIE, 2010, p.07). O princípio básico é que, além de não existir um método universal, o método de análise de um filme irá depender em partes de quais a chaves de leitura adotadas para o processo. De modo que podem existir diferentes abordagens de um mesmo filme e sendo assim, a análise é um processo a princípio interminável (AUMONT E MARIE, 2010, p.39). Sempre haverá algo novo a analisar. É necessário saber o histórico de discursos do filme em questão, bem como que tipo de leitura se deseja praticar. Ressaltando que esses pontos dizem sobre um método de interpretação crítica que tem uma prática de análise construída simultaneamente ao mapeamento dos elementos do filme e da formação das chaves de leitura que serão focadas.

Nessa construção da abordagem teórica, portanto, entende-se por análise fílmica um processo analítico que se alinha com a revisão sobre a crítica que se fundamenta sobre agregar sentidos ao que se critica. Susan Sontag, em seu texto Contra a interpretação, de 1964, faz apontamentos sobre o recorrente processo de interpretação das obras de arte que visam atribuí-las de significados e conteúdos, alertando para a necessidade de um processo de interpretação crítica que se paute no entendimento do objeto em si; e da necessidade de captá-lo a partir dele e não de determinações prescritivas. A autora atenta que “a função da crítica deveria ser mostrar como é que é, até mesmo que é que é, e não mostrar o que significa”. (SONTAG, 1987, p.23). Posto isso, atribui-se à análise fílmica a criação de um método onde apoiado em ferramentas de análise a questão é a de interpretar o filme a partir da decomposição de sua linguagem, posto que “o filme é o ponto de partida e deve ser o ponto de chegada da análise” (AUMONT e MARIE, 2010, p. 44).

Apontando, por fim, que analisar um filme “implica duas etapas importantes: em primeiro lugar decompor, ou seja, descrever e, em seguida, estabelecer e compreender as relações entre esses elementos decompostos” (PENAFRIA, 2009, p. 1). Assim, a análise fílmica aqui proposta neste artigo não se trata de uma mera crítica fílmica ou interpretação de conteúdos, mas se pauta em um processo descritivo e analítico para entender as dinâmicas de certos elementos que compõem o filme, quase como uma cartografia desses elementos, de modo que, somadas, as narrativas que eles apresentam possam ser bases para embates e reflexões.

3 Sobre o método de análise e investigação gráfica

Como dito, o foco dessa análise é pensar graficamente como as personagens constroem seus imaginários dentro da narrativa do filme, e de que maneira esses imaginários se relacionam uns com os outros. Assim, para o método parte-se de pensar a princípio o elemento primário da narrativa, que é cada sujeito que está em tela. A ideia foi de identificar nas sequências de cenas elementos que são próprios de cada personagem. Seja cenário, emoções, roupas, objetos. Tudo que possa ser relacionado com cada um deles e pensar, dentro da narrativa geral, qual a importância e influência desses elementos para o próprio personagem e para sua narrativa própria. Considerando como personagem todos os sujeitos que são nomeados no filme e que tenham algum peso na história sejam primários ou secundários.

O filme em questão, Amarelo Manga (2003), conta com cinco personagens primários – Lígia, Isaac, Dunga, Wellington e Kika – e cinco secundários – Bienor, Aurora, Dayse, Padre e Rabecão. O longa conta o conjunto de histórias desses personagens vivendo em um bairro

pobre na cidade de Recife. Lígia, uma senhorita mal-humorada, é dona de um bar na cidade. Dunga trabalha na cozinha no hotel de Bienor, onde sempre estão o Padre e Aurora, uma hóspede. O cozinheiro tem uma paixão pelo açougueiro Wellinton, que apesar de ser casado com a evangélica Kika, tem como amante Dayse. Nesse mesmo hotel, um dos hóspedes é o traficante Issac que vende drogas para Rabecão, que não paga com dinheiro, mas com cadáveres desviados do IML, onde trabalha.

Então, tendo isso claro, a primeira parte deste método de análise é separar e agrupar todas as cenas que contenham esses elementos que se relacionam com determinado personagem. Pontuando que como "o filme é o ponto de partida e deve ser o ponto de chegada da análise" (AUMONT e MARIE, 2010, p. 44), opta-se por utilizar apenas imagens oriundas do longa-metragem e não externas a ele. A intenção com isso é apontar a potencialidade de se utilizar as imagens do próprio filme para falar sobre ele mesmo, de modo a extrair dele argumentos representados pela visualidade.

Após a seleção das imagens em cenas que representam os imaginários de cada personagem entra a questão de como dispor essas imagens para que seja de fato uma investigação gráfica e não apenas uma catalogação. O princípio partiu de pensar cada personagem com uma constelação que tem em si uma força de atração onde cada componente selecionado para o imaginário dele fica mais próxima ou longe de acordo com a relação com a narrativa própria da personagem (como exemplo pode ser visto pela figura 1 da constelação da personagem Lígia). O que se forma, então, é um diagrama geral de como a realidade dessa personagem se constrói no filme e se faz possível compreender qual o contexto ela se insere.

Figura 1 – Constelação de Lígia.
Fonte: Montagem feita pelos autores a partir de imagens retiradas do filme Amarelo Manga (2003) de Cláudio Assis.

Pensando, por exemplo, a partir desta constelação de imagens da personagem Lígia. Se nota, primeiro, que ela se relaciona facilmente ao imaginário urbano popular em especial pela presença da decoração das garrafas de bebidas e da textura da parede, algo que remete às típicas cenas encontradas em bares brasileiros. Segundo, é possível ler nas cores e texturas dos cenários um carácter que lembra questões de tropicalidade misturada com a sensação de desgaste. O conjunto de elementos atuando pela personagem remete inteiramente a um caráter ordinário de um cotidiano banal. Isso é, as articulações dos elementos, inclusive em relação a outros personagens, têm uma certa efemeridade e revela que a personagem e seu imaginário são construídos para serem essencialmente notados pela sua banalidade.

Nesse ponto, a proposta é cada personagem ter seu conjunto de imagens. Entretanto, mais do que entender cada personagem, o princípio é trabalhar a relação que os imaginários visualmente representados contribuem para refletir sobre as relações entre eles e a narrativa do filme. Principalmente, pois, é interessante observar em que medida esses imaginários refletem a narrativa proposta pelo longa. Assim, o método gráfico de análise fílmica aqui proposto só ganha sentido em um outro passo. A junção de todos esses pequenos imaginários para se formar um outro grande, que procura estabelecer relações mais amplas entre os personagens na narrativa. Dito isto, para a junção das constelações observaram-se os momentos em que esses imaginários se tocam ou se compartilham, no sentido que existem elementos que não correspondem apenas ao imaginário de um único personagem, mas de múltiplos. O resultado, como pode ser visto na figura 2, é um complexo esquema gráfico que reflete, pela visualidade, a narrativa e as relações de todos os personagens. O princípio é o mesmo das constelações individuais, a presença de cada elemento representado pela cena no diagrama está relacionada a distância com local inicial indicado com o nome do personagem, como dito, quanto mais próxima mais relacionada quando mais longe, menos.

Não entrando em questões semânticas ou simbólicas das imagens, é interessante de se observar a forma como as relações dos personagens na narrativa ganham potencial pela visualidade expressa na distribuição desses imaginários compartilhados. Não se trata de atribuir significados a essas relações, mas de perceber como as imagéticas dos personagens são refletidas pelas linhas narrativas dos filmes. São relações que podem ser percebidas por uma simples análise das sequências das cenas, porém, quando posto visualmente por essa investigação gráfica, ela ganha força de argumento vindo do próprio filme.

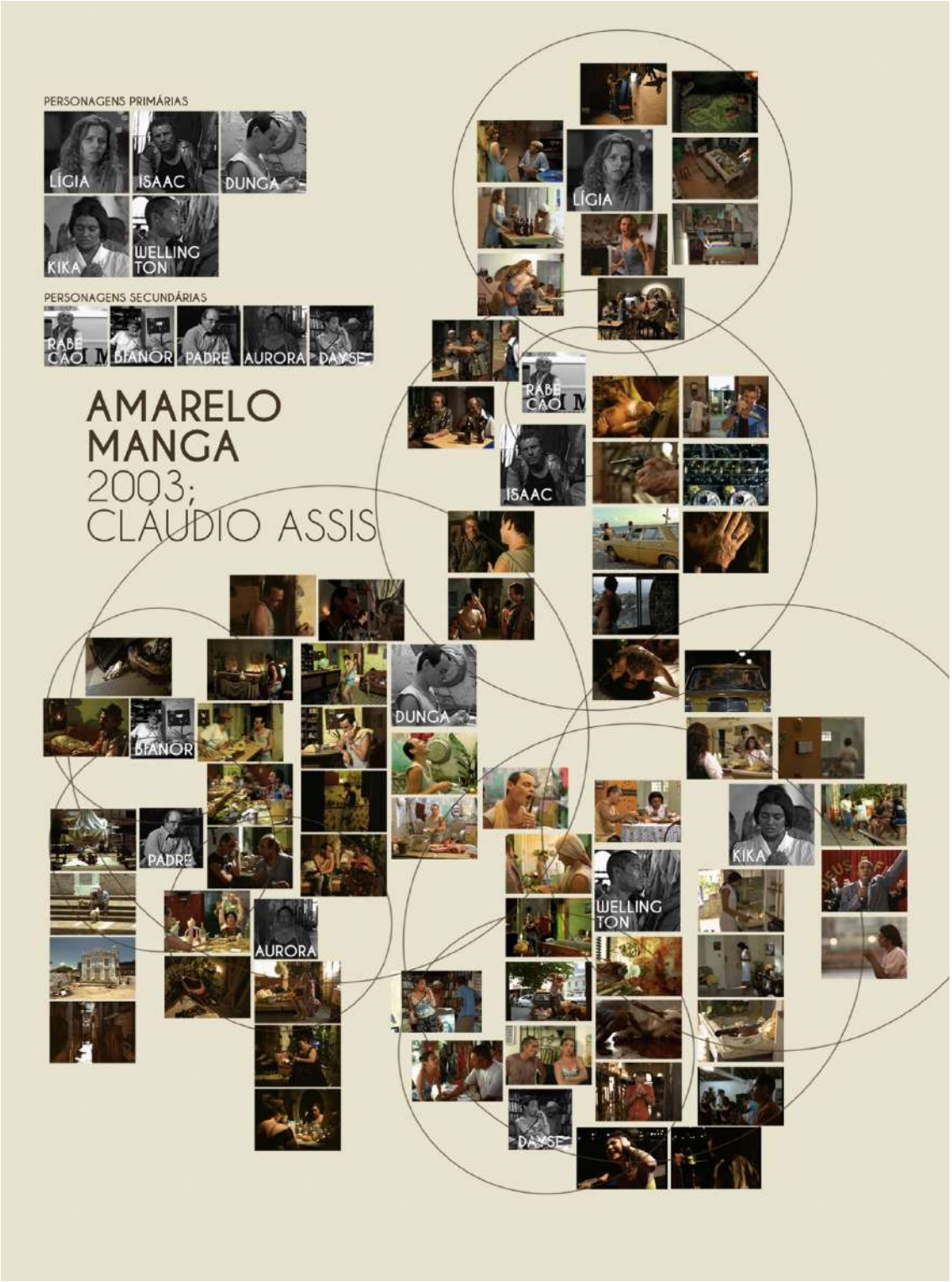


Figura 2 – Esquema gráfico geral dos personagens do filme.
Fonte: Montagem feita pelos autores a partir de imagens retiradas do filme Amarelo Manga (2003) de Cláudio Assis.

Observando os personagens principais no diagrama (figura 2). Lígia é a que tem o conjunto do imaginário mais restrito a ela mesma, talvez seja reflexo da banalidade efêmera que é própria da narrativa da mesma, mas fica expressivo quando se é posto dessa forma. Bem como o fato dela não ter um relacionamento direto com quase nenhum dos personagens

principais, apenas com Isaac, porém, ainda com uma certa distância. Issac, por sua vez, não tem um imaginário muito pautado em objetos, mas sim nas suas relações frágeis e distante com as pessoas ao redor (e com os mortos). Dunga mostra ser o personagem mais polivalente, além de ter um imaginário amplo, parece absorver vários elementos que são por natureza de outros personagens, como é o caso da imagem carne, que é própria do açougueiro. Já Wellington, tem todo um conjunto que diz mais a respeito do que ele pensa ser do que de fato é, seja pelo eu "canibal" dele ou pela vida da amada Kika e da amante Dayse. Ele tem uma relação muito próxima à narrativa de Dunga e de Kika, porém, bem distante de outras personagens, sendo que o seu campo imagético se constrói bem limitado a elementos ligados à carne, ao sangue e a figura da mulher. Kika tem uma relação muito próxima a Wellinton, porém, é de se notar que boa parte dos elementos da sua realidade está relacionada mais ao marido ou ao que ele pensa sobre ela do que necessariamente sobre ela mesma. O caso da carne, de ser mulher "do lar", de ser santa e esposa.

Estas são algumas leituras que podem ser tiradas do esquema gráfico, não as únicas. A ideia é que esse método seja uma base investigativa das narrativas e de outros elementos do filme em questão, de tal forma a estabelecer novas percepções e possibilitar leituras livres inscritas no território do possível. O que vale se observar é que a imagem toma papel protagonista no esquema gráfico de análise e faz possível fazer uma leitura transversal das narrativas do filme em si. E ainda, a utilização e combinação apenas de representações que partem do próprio filme, as cenas no caso, endossam o processo de interpretação crítica que se paute no entendimento do objeto em si como citado por Sontag (1987, p.23), ou seja, que o filme fala por si só, sem a necessidade de acréscimos de uma camada de significância externa. E por fim, para melhor compreensão do processo de análise, se dispõe abaixo um quadro com um fichamento síntese de ações e objetivos de cada etapa.

Síntese das Etapas de Leitura Gráfica		
Foco: pensar graficamente como as personagens constroem seus imaginários dentro da narrativa do filme, e de que maneira esses imaginários se relacionam uns com os outros		
Etapa	**Ação**	**Objetivo**
Parte 1	Identificar nas sequências de cenas elementos que são próprios de cada personagem	Extrair do filme tudo que possa ser relacionado com cada personagem e pensar, dentro da narrativa geral, qual a importância e influência desses elementos para o próprio personagem e para sua narrativa própria
Parte 2	Dispor essas imagens para que seja de fato uma investigação gráfica e não apenas uma catalogação	Pensar a relação que existe entre cada imagem do personagem e quais são mais ou menos próprias dele
Parte 3	A junção de todos esses pequenos imaginários para se formar um outro grande, usando com ponto de união as imagens que são compartilhadas por mais de um personagem	Estabelecer relações mais amplas entre os personagens na narrativa, observando os momentos em que esses imaginários se tocam ou se compartilham, no sentido que existem elementos que não correspondem apenas ao imaginário de um único personagem, mas de múltiplos

Quadro 1 – Síntese das Etapas de Leitura Gráfica.
Fonte: Esquematizado pelos Autores.

4 Conclusão

Para concluir, a ideia aqui não é trazer uma nova metodologia universal para se analisar filmes, pois, como dito por Aumont e Marie (2010, p.07), não é possível falar em um método único de análise fílmica. O que se propõe aqui é demonstrar, com um modelo, como é possível utilizar o estudo de investigação gráfica para auxiliar a construção de debates sobre o que se representa.

Este princípio, quando colocado para se analisar a dimensão da linguagem cinematográfica, revela possíveis novas leituras dos imaginários que o cinema apresenta, de modo que aliado a outros processos de análises, são grandes catalisadores de diálogos com o campo imagético e com as experiências coletivas que estão sendo representados em tela. Fala-se, nesse sentido, de usar imagens para falar de imagens. Quase com um processo metalinguístico onde se busca tirar o máximo proveito daquilo que a imagem pode comunicar por si só. Tendo, então, o entendimento do objeto partindo dele mesmo, sem a necessidade de atribuir algo além do que ele mesmo apresenta. Esta postura, de investigações gráficas sobre produtos visuais, leva a um artifício onde o objeto de estudo, no caso deste artigo o filme Amarelo Manga, é confrontado frente a seus próprios componentes e linguagem.

Por fim, quando se fala de pensar como as personagens de um filme constroem seus imaginários dentro da narrativa e de que maneira estes se relacionam entre si, é válido dispor que utilizar esse método baseado em visualidades geram paralelos dos imaginários dos personagens com as narrativas gerais representadas, de modo a contribuir para uma compreensão crítica no que se diz respeito ao processo perceptivo desse filme e questão. Ao olhar a construção imagética dos imaginários de cada sujeito e suas “inter-relações” acaba tendo por intuito alinhar possibilidades de entendimento do filme como um todo, no sentido, como dito, de fenômeno percebido e não simplesmente pensado. É possível assim compreender a potencialidade da utilização de imagem e esquemas gráficos para debater questões que são próprias ao objeto, como nesse artigo, as relações entre espaço, corpo e cotidiano representados.

Agradecimentos

Ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo; Ao Núcleo de Apoio à Pesquisa em Estudos de Linguagens em Arquitetura e Cidade (N.ELAC).

Referências

AUMONT, J. **A estética do filme**. Tradução de Marina Appenzeller. Campinas: Ed. Papirus, 1995. 310 p.

AUMONT, J.; MARIE, M. **A análise do filme**. Lisboa: Texto e Grafia, 2010. 319 p.

AMARELO manga. Direção de Cláudio Assis. São Paulo; Recife: Riofilme, 2003. 1 DVD (100 min.); Cor.

BERNARDET, J.-C. **O que é cinema?** São Paulo: Ed. Brasiliense, v. 1, 2010. 117 p.

DIAS, J. C. N. D. S. E. N. O cinema como interrogação: percepções sobre o corpo no filme Rosso come il cielo. **Revista Paralaxe**, São Paulo, v.3, ed.1, 2015. p. 32-43.

LEZO, D. Cidade, Cinema, Imaginários. In: _____. **Das Sinfonias ao Samba:** O Imaginário das Metrópoles no Cinema Brasileiro. São Carlos: Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo): Universidade de São Paulo, 2016. p. 25-95.

Mattos, C. V. Arquivos da memória: Aby Warburg, a história da arte e a arte contemporânea **Revista Concinnitas**, Rio de Janeiro, ano 8, v.2, n. 11, 2007. p. 131-139.z

MERLEAU-PONTY, M. Le cinéma et la nouvelle psychologie. In: _____. **Sens et non-sens**. Paris: Galimard, 1996. p. 60-73

MORIN, E. El cine, el Avión. In: MORIN, E. **El cine o el hombre imaginario**. Tradução de Ramón Gil Novales. Barcelona: Paidós, 2001. p. 13-20.

ORICCHIO, L. Z. **Cinema de novo:** um balanço crítico da retomada. São Paulo: Estação Liberdade , v. 1ª ed., 2003. 255 p.

PENAFRIA, M. Análise de Filmes - conceitos e metodologia(s). In: **VI Congresso SOPCOM**, Lisboa, 2009. Anais eletrônicos... Lisboa, SOPCOM, 2009. Disponível em: http://www.bocc.uff.br/pag/bocc-penafria-analise.pdf. Acesso em: 30 de abr. de 2019.

PESAVENTO, S. J. Mudanças epistemológicas: a entrada em cena de um novo olhar. In: _____. **História & história cultural**. 2ª Edição. ed. Belo Horizonte: Autêntica, v. 1, 2005. p. 39-62.

PINTO, C. E. P. **Imaginar a cidade real:** O Cinema Novo e a representação da modernidade carioca (1955- 1970). Niterói: [s.n.], 2013.

RAMIRES, J. C. D. L. **O Cinema e a Cidade**: Algumas Reflexões. GeoSul, Florianópolis, 9, n. 18, jul/dez 1994. p. 7-22.

SALVO, F. estética do banal no cinema brasileiro pós-retomada: uma pequena viagem à Avenida Brasília Formosa, de Gabriel Mascaro. **Revista do Programa de Pós-graduação em Comunicação Universidade Federal de Juiz de Fora**, Juiz de Fora, 5, n. 1, junho 2011. p. 1-13.

SONTAG, S. Contra a interpretação. In: _____. **Contra a interpretação**. Tradução de Ana Maria Capovilla. Porto Alegre: L&PM EDITORES, 1987. p. 11-23.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

FERRAMENTA DE APOIO AO ENSINO DE DESENHO ARQUITETÔNICO: ETAPAS INICIAIS DE UM MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS.

BATISTA, João Vitor Fernandes[1],
NUNES, Angela Araújo[2],
SILVA, Danielle de Freitas[3].

Resumo

Este trabalho apresenta os passos iniciais para desenvolvimento de uma classificação avaliativa de projetos para disciplinas de Desenho Arquitetônico, pensada como uma ferramenta de apoio ao ensino. Trata de um método que pretende elencar elementos, falhas, erros em exercícios projetuais e mostrá-los através de uma codificação para correção das atividades.

Palavras-chave: Desenho Arquitetônico; Ensino; Avaliação.

Abstract

This paper presents the initial steps for the development of an evaluation classification of projects for Architectural Design, designed as a tool to support teaching. It is a method that intends to list elements, faults, errors in design exercises and shows them through a codification to correct the activities.

Keywords: Architectural Design; Teaching; Evaluation.

[1] IFPB, joao.fernandes@academico.ifpb.edu.br
[2] IFPB, angela.nunes@ifpb.edu.br
[3] IFPB, danielle.freitas@academico.ifpb.edu.br

1 Prática Docente em Desenho Arquitetônico

O desenho arquitetônico[4] é uma particularização do desenho técnico normatizado, voltada para a representação de uma edificação. Esse desenho revela-se como uma linguagem simbólica, estabelecendo uma forma de comunicação codificada compreendida pelos profissionais responsáveis por um projeto de arquitetura, desde a concepção até a sua concretização. Do mesmo modo que uma linguagem verbal exige alfabetização, o desenvolvimento, a execução e a interpretação da linguagem gráfica do desenho também demandam treinamento específico. A relação entre o desenhista e o possível leitor do projeto precisa de treinamento específico para integral entendimento.

Nos cursos ligados à construção civil, o ensino do desenho arquitetônico é reservado, em muitas universidades e escolas técnicas, a uma disciplina separada do desenho técnico, dada sua importância e necessidade de entendimento pelos alunos. É geralmente a partir do segundo período ou ano de curso que as disciplinas para ensino de desenho arquitetônico são ofertadas, mesmo com algumas variações nas ementas e outras particularidades nos currículos das instituições. Nas diversas nomenclaturas atribuídas nos projetos pedagógicos dos cursos, podemos citar Desenho de Arquitetura, Desenho Técnico e Arquitetônico, Desenho de Projeto, Oficina II e, na maioria dos casos, simplesmente Desenho Arquitetônico.

A metodologia mais comum para ensino do desenho técnico de arquitetura, pelo caráter prático da disciplina, é o modo ateliê e exige uma atenção diferenciada do professor, pela operação e gestão dos exercícios. Essa configuração dos ambientes de estudo de arquitetura refaz a ambiência dos escritórios, onde a relação de professor-aluno é análoga a de arquiteto-estagiário. Os aprendizes recebem os exercícios e as instruções, teóricas e práticas, para a apresentação de um produto, durante o processo de produção são sempre auxiliados na construção do resultado pelo mestre. São exercícios de cunho prático, onde são executados o maior número possível de desenhos para assimilar ideias, acessar projetos e ir, aos poucos, montando um repertório gráfico, uma espécie de glossário projetual. Essa forma de aprendizado oportuniza aos alunos acumularem recursos técnicos e gráficos ao tomarem contato com variados projetos e experiências, mas os produtos gerados exigem muito tempo para avaliação docente.

O modo ateliê requer que o trabalho desenvolvido em sala seja feito num ritmo diferenciado, para apresentar aos alunos a maior quantidade possível de projetos e ideias de Arquitetura. Os conteúdos teóricos são mesclados com atividades práticas na forma de projetos arquitetônicos apresentados em plantas, cortes, fachadas de acordo com o plano de aula. Entretanto, a quantidade sempre crescente do número de alunos presentes nas turmas e a qualidade dos conhecimentos prévios que estes educandos trazem pode comprometer o rendimento das atividades das disciplinas.

No mercado de trabalho, a dinâmica dos escritórios de arquitetura depende do processo adotado por cada profissional, mas o trabalho de desenho costuma ser semelhante. Os estagiários ou arquitetos desenvolvedores fazem os desenhos com as instruções iniciais, para que depois os projetos sejam revisados e corrigidos. Será mostrado para o autor seu

[4] Utilizamos a denominação desenho arquitetônico com letras minúsculas para tratar do conteúdo programático, da matéria. Quando nos referimos à disciplina, utilizamos a denominação com letra maiúscula inicial.

erro, seja na tela de um computador ou num impresso, seguindo então para a finalização. Em processo análogo, na sala de aula, os desenhos de projetos são exercícios feitos pelos alunos como parte integrante da ementa e avaliados para receberem uma nota. Nesta avaliação, dependendo do método do professor, podem constar os erros e acertos para que fique registrado como foi o desenvolvimento do aluno. Na vida acadêmica essas correções dos desenhos tem um importante poder de completar a instrução dos discentes, enquanto na profissional, elas têm, além do potencial didático, a intenção de preparar os membros do escritório para evitar prejuízos financeiros advindos dessas falhas, como redesenhos, problemas na análise em órgãos técnicos ou erros de execução na obra.

Desse modo, o desenho arquitetônico tem papel fundamental nas áreas ligadas à construção civil, como meio de comunicação e representação de projetos, intervindo em diversos setores da atividade industrial e influenciando no progresso científico desse setor. Profissionais como engenheiro, arquiteto, técnico e tecnólogo da área utilizam desenhos para criar, transmitir ideias, interpretar elementos e analisar informações, então as dificuldades de aprendizagem dos discentes, seja por deficiência curricular ou falta de embasamento didático, precisam ser supridas para que estes não venham a sofrer prejuízos no seu futuro acadêmico ou profissional.

Em cursos técnicos, tecnológicos e superiores, os professores têm que lidar com essa defasagem educacional dos alunos, pela pouca habilidade no trato da percepção espacial, gerando dificuldade de entendimento dos conteúdos. Sendo o conhecimento e o domínio acerca da visão espacial, ou seja, capacidade de compreender uma forma tridimensional através de sua representação plana, um dos conceitos mais importantes para o estudante da área de construção civil. Contudo, a sistemática retirada de disciplinas como Desenho Geométrico e Geometria Descritiva do Ensino Fundamental e Médio prejudicou sensivelmente o raciocínio lógico-espacial e os conhecimentos sobre geometria dos alunos. E, de maneira geral, a metodologia empregada para elaboração do desenho arquitetônico consiste em gerar graficamente as partes da edificação, para a concepção da forma tridimensional. Para os alunos perceberem virtualmente uma forma espacial, significa que eles deverão ter a abrangência desta forma sem necessariamente acessarem fisicamente o objeto.

Também tem sido comum esses docentes estarem com turmas numerosas e, em muitas situações, em ambientes de trabalho com condições de infraestrutura nem sempre adequadas, dada a necessidade de mobiliário específico e computadores potentes caso seja utilizado recurso de Computer Aided Design (CAD) nos exercícios. Além disso, muitos enfrentam sobrecarga de horas/aulas que inevitavelmente afetam o pleno desempenho das práticas de ensino e desencorajam novas experiências que poderiam enriquecer suas atividades em sala de aula.

A percepção da importância da prática para a disciplina, no processo de aprendizado, nos fez atentar para procurar mecanismos que permitissem agilizar o trabalho. E suscitar nossa questão principal: Como dar execução à avaliação dos exercícios projetuais, de modo que os alunos assimilem o que precisa ser entendido e consertado, além de dar celeridade ao trabalho do professor? Como resposta, procura-se sistematizar o procedimento de correção dos exercícios de desenho, estabelecendo uma classificação das principais falhas

ou pontos que mereçam destaque, elencando estes tópicos, sendo possível agrupá-los por analogia e colocando-os nos desenhos em forma de códigos. Tenciona-se tornar o processo mais objetivo e ágil para o professor e mais claro para os alunos.

O método proposto pela pesquisa visa reduzir o tempo gasto na avaliação dos projetos arquitetônicos, ao compilar os erros de desenho e criar uma estrutura simples de associação de cores para que os alunos interpretem rapidamente a correção. Podendo ser aproveitado independentemente do meio de representação gráfica que for utilizado em sala de aula, já que há uma ampla discussão no ensino do desenho arquitetônico pelo emprego ou não dos recursos computacionais, desde o advento das tecnologias de informação.

Não haverá custo para implantação, o procedimento é simples e facilmente poderá ser repassado, o próprio envolvimento dos alunos é um mecanismo de explanação. A proposta de codificação permitirá o emprego para qualquer conteúdo e poderá ser utilizada para avaliação de exercícios práticos de outras disciplinas, como Desenho Técnico e Projeto Arquitetônico, ampliando a possibilidade de sistematizar o acesso a estes trabalhos facilitando o entendimento dos alunos e permitindo que eles mesmos possam efetuar a correção dos seus trabalhos.

A opção do método proposto pela pesquisa é facilitar o cotidiano do professor e envolver os alunos nas experiências pelo caráter prático das metodologias de ensino da disciplina. Com o objetivo de melhorar a forma de interação dos alunos com o trabalho, eles podem ser convidados para participarem ativamente da correção. Ao relacionarem erros, montarem tabelas e até analisarem os trabalhos, os estudantes estariam assimilando os conteúdos de maneira ativa. O possível envolvimento de todos em sala, ressalta um apontamento importante de Côelho (1996) sobre educação:

> Ensinar não é, pois, encher a mente dos indivíduos com as últimas novidades da ciência e da tecnologia, transformando-os em assimiladores e consumidores de ideias (...) Mais do que exercer uma perícia técnica específica, é necessariamente convidar os jovens à reflexão, ajudá-los a pensar o mundo físico e social, as práticas e saberes específicos(...) (p.40).

O número crescente de Escolas de Arquitetura e o incremento histórico da Rede Federal[5] demonstram como haverá demanda para o ensino das disciplinas ligadas ao desenho arquitetônico e técnico, pelo grande número de unidades espalhadas pelo país. Sempre com a necessidade de garantia da qualidade do ensino, com o resguardo dos princípios normativos, critérios e padrões que foram estabelecidos pela própria área. Nestas salas, os professores poderão contar com auxiliares metodológicos além do instrumental habitual para tornar menos extenuante sua função, no intuito de estabelecer uma conexão positiva com o alunado.

2 Breve trajetória do desenvolvimento do desenho arquitetônico

O método trata de uma ferramenta de apoio ao ensino que ainda não possui exemplares correlatos, então como partida nos dedicamos a entender primeiramente o objeto do estudo: o desenho. Ao longo do desenvolvimento da arquitetura, a forma de representação da ideia

[5] Conforme a Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (ABEA) são 466 cursos em 27 unidades da federação e 210 cidades. E segundo dados do Ministério da Educação são 38 Institutos Federais, sendo 644 campi em funcionamento em todo Brasil.

do projetista através do desenho sofreu inúmeras transformações. E analisar essa trajetória nos faz entender como foi que se deu a composição do desenho de arquitetura atual, a necessidade de significação por códigos gráficos e as dificuldades de interpretação e interação existentes no processo de produção do desenho.

Sainz (1990, p.42) observa que a história do desenho arquitetônico não é só um apanhado de soluções gráficas, é uma consequência das diferentes atribuições dadas ao desenho e como esses usos foram sendo modificados ao longo dos séculos, resultando em aspectos formais e técnicos particulares. Quando o desenho passa a ter um caráter construtivo, destinado à utilização na obra para materialização do projeto do arquiteto, a aproximação da realidade passa a ser o traço mais importante da representação, numa busca pela forma legítima de apresentar esta antecipação da realidade no desenho. Essa diferenciação básica da finalidade do desenho – mostrar arquitetura como um objeto por vezes artístico, realizando um desenho de inventário ou de cadastro – e esse projeto técnico realmente voltado para a construção, permeiam a história do desenho arquitetônico. A planta do Monastério de St. Gallen, localizado na Suíça, foi realizada em meados do ano de 820. Ela é reconhecida por Sainz (1990) como primeiro exemplar de um desenho especificamente arquitetônico, por "representar sobre um plano, o edifício que se quer construir" (p. 77).

Após o desenho de St. Gallen, as próximas representações a serem consideradas como instrumentos de projeto são datadas no século XIII. Os registros de desenho do arquiteto francês da Idade Média, Villard de Honnecourt, seriam os primeiros a apresentar similaridade ao sistema gráfico arquitetônico empregado atualmente e constituiriam o marco inicial da convencionalização do desenho de arquitetura. Apenas com o Renascimento se inicia a construção de uma teoria de representação gráfica, com os teóricos imbuídos em diferenciar o desenho de arquiteto e pintor. E em seu livro *De re aedificatoria*, Leon Battista Alberti incentiva o uso da planta como documento gráfico por ser a derivação dos demais desenhos enquanto a perspectiva não garantia a interpretação exata das proporções.

Segundo Basso (2005), a teoria sobre o desenho arquitetônico, conforme constituída presentemente, é fruto do estudo de Gaspard Monge, mostrado em seu *Géométrie Descriptive*. Ele construiu as bases da geometria descritiva e compilou cientificamente todos os sistemas de representação utilizados em arquitetura até o período, o ano de 1798: projeções ortogonais, perspectivas e axonometria. De tal modo, Monge estava gerando e comprovando uma base científica para um sistema de representação que há tempos vinha sendo utilizado de forma intuitiva, na criação de um sistema de comunicação com base científica de apoio plenamente unívoco, com desenhos impessoais e linguagem universal. Como pontua Basso (2005):

> O conceito de desenho arquitetônico deixou de estar vinculado unicamente aos conceitos de representação ou de expressão para abarcar o campo mais extenso de comunicação das ideias arquitetônicas. Pela primeira vez, o desenho tornou-se importante na transmissão do raciocínio dos arquitetos, entre eles ou com pessoas ligadas ao processo de edificação (p.42).

Assim, os desenhos geometrizados tinham um caráter bastante impessoal e apresentaram-se no intuito de expressar com precisão geométrica a forma arquitetônica e servir de base definitiva, não só ao projeto, mas também à execução da obra em si. Mas exigiam, como

aponta Schunck (1999), um conhecimento especializado por se basear em códigos fechados de leitura. E no estabelecimento dessa interlocução entre os participantes do processo de produção do projeto, é importante ressaltar que capacidade comunicativa da linguagem gráfica depende de alguns aspectos básicos como as condições dos sujeitos que emitem e recebem as mensagens gráficas, os códigos de leitura e os tipos de informação espacial que estão sendo comunicados no desenho (SCHUNCK, 1999). Mostrar como assimilar os conteúdos e poder reproduzi-los de maneira sistemática é importante para os alunos, na formação de seu repertório como futuros projetistas e idealizadores. Como os protagonistas envolvidos em um projeto arquitetônico manifestam diferentes graus de capacidade de leitura da linguagem gráfica, faz-se necessária a abordagem da questão do código.

A plena capacidade de execução, interpretação e leitura do desenho técnico e arquitetônico é faculdade indispensável, notadamente para o profissional da construção civil. Revela-se também relevante para a formação cidadã e social, além da importância educacional, proporcionando o desenvolvimento de habilidades visuais, motoras e cognitivas (MACHADO, 2011). O desenho possui um caráter inter e multidisciplinar e é por meio dele que se manifestam ideias, se materializam anseios de criação e se expõem vontades construtivas. Em se tratando de desenho arquitetônico, que vem na sequência do aprendizado, este tem papel essencial na qualidade final de uma construção.

Mesmo diante da reconhecida importância do Desenho Arquitetônico, o ensino da matéria sofreu transformações em atendimento às demandas da sociedade e do mercado, reestruturando as dinâmicas de algumas escolas. Tamashiro (2003), em seu trabalho, aponta alguns fatores:

> A própria simplificação do desenho, a elaboração das normas técnicas de desenho, a publicação de manuais de desenho arquitetônico, iniciativas bem-vindas e necessárias, também constituem fatores que contribuíram para conferir menos importância ao ensino do desenho técnico arquitetônico. O surgimento das ferramentas CAD também se alia a estes fatores, por um lado, pela homogeneização do desenho e, por outro, pelas customizações e bibliotecas prontas, facilidades próprias desses meios eletrônicos (p.66).

Com desenvolvimento de novas tecnologias, surgimento de materiais e revisão de normas técnicas, novos saberes foram acrescentados à pauta acadêmica e reivindicaram espaços na carga horária das universidades e cursos técnicos. E cumprir as ementas estabelecidas para as disciplinas da área de desenho tornou-se desafiador, sem pensar a introdução de metodologias de ensino abrangentes.

Ao refletir sobre a evolução do desenho arquitetônico, atentamos como a representação utilizada pelos profissionais foi sendo transformada com o progresso da técnica. Exigindo, cada vez mais, especialização e treinamento para a leitura e interpretação dos códigos constantes nos desenhos. Porque, como lembra Schunck (1999),

> A representação gráfica arquitetônica é regida por uma multiplicidade de sistemas alternados de códigos, de semelhanças e de regras de arranjos figurativos. Isso equivale a dizer que não há uma sintaxe única na atividade projetiva, mas uma multiplicidade de sintaxes, por entre as quais o arquiteto se movimenta em direção às definições físico-espaciais do projeto.

Entre os tantos desafios do ensino de desenho, compete ao professor que os alunos não só reconheçam os códigos gráficos, mas possam interpretar e criar seus próprios desenhos. Sem uma unanimidade metodológica, a didática na sala de aula de desenho é regida de maneira empírica e a prática de exercícios visa oportunizar o maior contato possível com exemplos arquitetônicos. E o material resultante destas atividades foi o princípio para a proposta aqui apresentada, como uma ferramenta de apoio ao ensino.

Na Pedagogia, a correção de exercícios é um tema discutido no processo de formação dos professores pela importância como instrumento de aprendizado do aluno. Segundo Moreira e Rangel (2015, p.523),

> Por intermédio das correções, pode-se observar a natureza dos erros dos alunos como elemento que oferece pistas sobre as formas de pensar as questões propostas nas atividades (...). É um processo que possibilita planejar a ação dos professores na previsão das atividades (o que vou ensinar) e na regulação das aprendizagens (como vou ensinar) (...). É um processo que contribui com a interação professor-aluno (...).

Deste modo, pensamos nossa correção dos projetos como uma extensão do aprendizado dos códigos oferecidos pelos manuais de desenho. E sugerimos uma metodologia inclusiva que facilite a avaliação do professor e completasse o entendimento dos estudantes sobre aquilo que foi ensinado, no sentido de favorecer a relação ensino-aprendizagem do desenho, para além da codificação gráfica e da representação. Pois, o interesse da proposta ultrapassa a mera análise da dicotomia erro-acerto, está comprometida em esclarecer para o aluno aquilo que não ficou claro e tirar as dúvidas, pois, como apontam Moreira e Rangel (2015, p.524), "a qualidade do *feedback* precisa estar comprometida com a conscientização dos alunos acerca das suas diferenças entre o estado real e o que pretendem alcançar". A proposta se apresenta como um retorno sugerido, no sentido de promover possibilidades de avanços do conhecimento.

3 Método CAPDA: proposta, primeiras etapas e experimento realizado.

O Método de Classificação Avaliativa de Projetos para Disciplinas de Desenho Arquitetônico (CAPDA) foi pensado em seis fases: 1) analisar; 2) catalogar; 3) sistematizar/codificar; 4) aplicar; 5) avaliar; 6) replicar. Apresentamos neste artigo resultados parciais, até o momento, quatro fases do processo foram efetivadas. A experiência foi realizada com a turma na disciplina de Desenho Arquitetônico no Curso Técnico Integrado em Edificações do Campus Patos do IFPB deste ano, utilizando seus exercícios do 1º bimestre: a execução de uma Planta Baixa e Planta de Locação e Coberta. Os desenhos foram analisados segundo codificação proposta pelo método CAPDA apresentada a seguir.

Durante o ano de 2018 foram recolhidos os exercícios realizados naquele ano e em 2017, na mesma disciplina. Organizou-se um vocabulário básico de erros, onde foram inventariadas as falhas apontadas nas correções destes trabalhos.

As falhas foram separadas conforme os desenhos, para Planta Baixa e para Planta de Locação e Coberta. Depois estes erros, de cada desenho, foram classificados e divididos em três seções:

- CONSTRUÇÃO, INTERPRETAÇÃO E LEITURA – Erros que comprometem a execução do desenho e da obra que podem levar a prejuízos pela necessidade de redesenho;
- REPRESENTAÇÃO GRÁFICA – Erros que comprometem o entendimento do desenho, gerando dúvidas ou dificultando a leitura das informações;
- EXPRESSÃO GRÁFICA – Erros que comprometem a qualidade gráfica do desenho, afetando diretamente o resultado visual do trabalho.

Foi gerada uma tabela, conforme mostrada na Figura 1, com os erros elencados e separados por seção. No momento da codificação, optamos por um esquema de cores, atribuídas a cada seção, sendo vermelho para construção, azul para representação e preto para expressão. Na aplicação do método, os trabalhos eram corrigidos utilizado as cores para identificar os erros, ficando dessa maneira mais fácil o reconhecimento por associação.

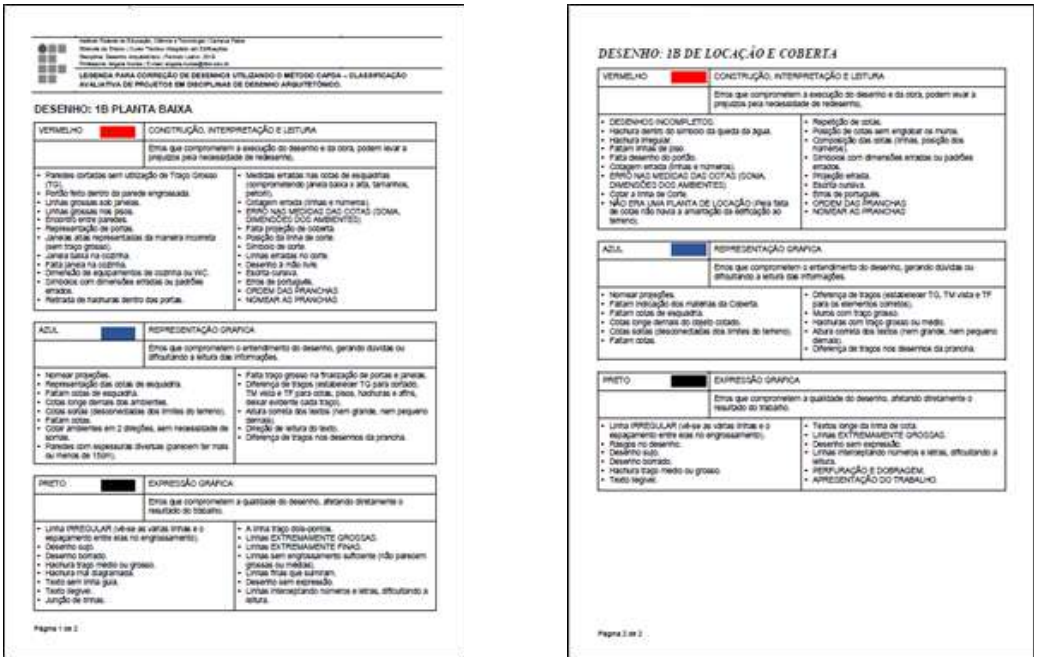


Figura 1 – Tabela com seções e esquema de cores.
Fonte: Autores, 2019.

Os alunos receberam os exercícios após a correção e durante a aula foi mostrada a metodologia aplicada e como se deu cada etapa até o resultado visto nos trabalhos. Cada aluno recebeu uma tabela com o esquema de cores e era incentivado a interpretar o que estava assinalado nas plantas e o erro correspondente mostrado na lista. Dessa forma, tinha a possibilidade de anotar tanto os erros como também as soluções sugeridas pela professora, de modo que ao final da aula os alunos conseguiam compreender a correção da atividade e destacar o que precisava ser melhorado nos próximos exercícios, configurando um momento importante de interação entre o aluno e sua produção. Ver Figura 2.

Conforme mostrado, apresentamos uma proposta em sua execução parcial, para completar a experiência ainda restam as duas últimas etapas: avaliação dos resultados e replicação. Na quinta fase está prevista a aplicação de questionários e a realização de entrevistas com os alunos, para termos subsídios para a análise dos resultados. Na última fase pretendemos criar um manual com o passa-a-passo do método, para que seja possível replicá-lo, oferecendo primeiramente aos colegas do Campus.

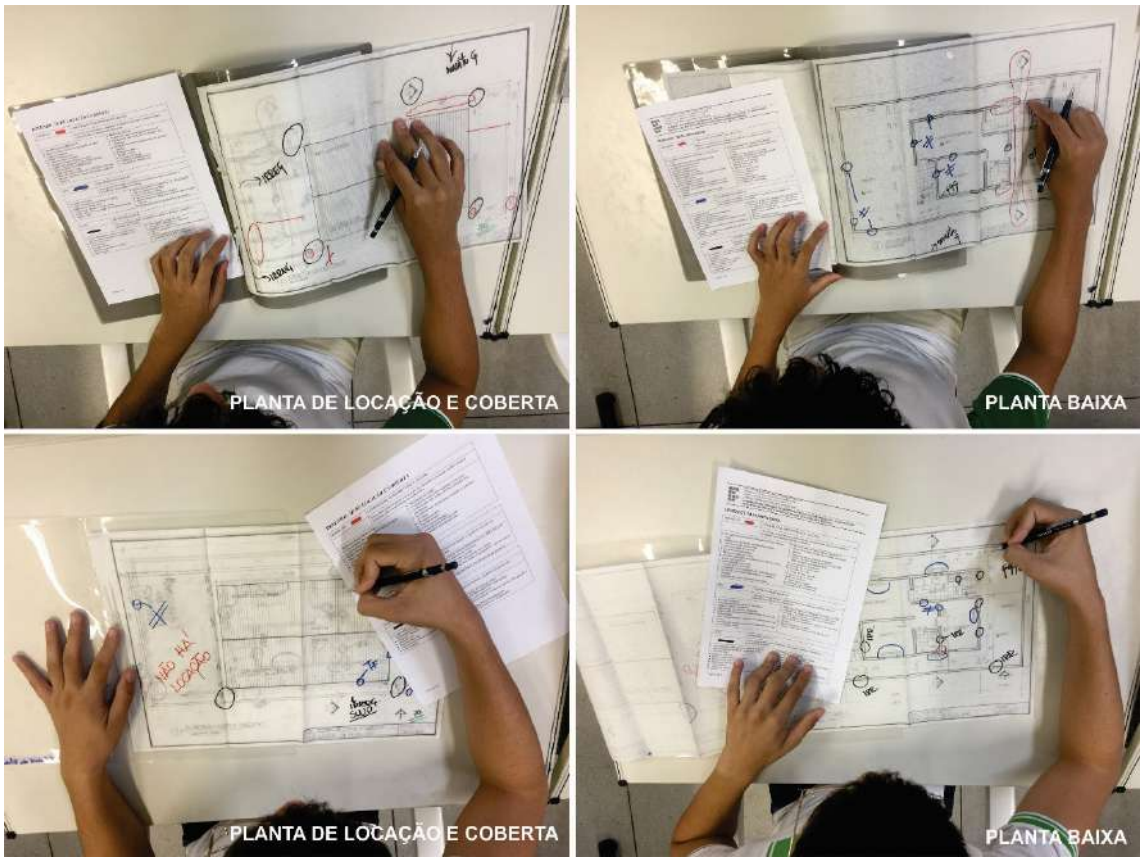


Figura 2 – Alunos durante recebimento do trabalho avaliado segundo método CAPDA na disciplina de Desenho Arquitetônico do Curso Técnico Integrado em Edificações.
Fonte: Autores, 2019.

Embora não esteja finalizado, o método CAPDA apresenta-se como instrumento de apoio na prática do ensino de desenho e amparamos a decisão de colocar a experiência para discussão a partir dos estudos de Fernandes (2006). O autor aprofunda a investigação acerca da avaliação formativa[6] na sala de aula e mostra que as tarefas de avaliação devem ter um caráter mais amplo que aquele baseado no erro-acerto, ter um sentido agregador para poderem ser ferramentas de promoção da aprendizagem. Conforme ele indica:

> (...) estamos perante uma avaliação bem mais complexa e, num certo sentido, mais sofisticada, ou mais rica, do ponto de vista teórico. Trata-se de uma avaliação interactiva, centrada nos processos cognitivos dos alunos e associada aos processos de *feedback*, de regulação, de auto-avaliação e de auto-regulação das aprendizagens (FERNANDES, 2006, p.23).

Assim, acreditamos que a valia do método não deva ser tomada pela não conclusão da pesquisa e que seja visto primeiramente como uma possibilidade dentro da metodologia da sala de desenho. Por permitir a construção de um diálogo gráfico através da produção das tabelas e códigos e do diálogo social através da interação professor-aluno.

[6] A avaliação formativa é a componente indispensável e indissociável da prática pedagógica, suas múltiplas funções se consubstanciam na orientação e regulação do processo ensino-aprendizagem no âmbito da aprendizagem significativa.

4 Conclusão

A compreensão do desenho como a linguagem de comunicação da ideia e base de interpretação do projeto é o alicerce para firmar sua importância no cotidiano do estudante das áreas de construção civil e arquitetura. A aquisição de repertório gráfico constitui o principal objetivo da metodologia da disciplina, obtida pela instrução direta e pela correção do que não está devidamente acertado.

Quando propusemos esse método, pensamos nele não só como recurso de auxílio ao trabalho docente, mas, sobretudo, utilizá-lo na perspectiva de uma ferramenta de interação do aluno com a sua produção, para enriquecimento do seu repertório. Diante das primeiras impressões observadas com esse ensaio, podemos acreditar no sucesso das etapas realizadas e trabalhar no avanço e aprimoramento do método.

Entendemos que o momento crucial para qualquer pesquisa científica é apresentar resultados concretos e críticos, mas trata-se de um resultado parcial e esperamos cumprir as demais fases para assegurar a concretização do método CAPDA.

Agradecimentos

Aos alunos da disciplina de Desenho Arquitetônico de 2017, 2018 e 2019 pela colaboração em cederem seus trabalhos para a pesquisa.

Referências

BASSO, Ana Carolina Formigoni. **A Ideia do Modelo Tridimensional em Arquitetura**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

FERNANDES, Domingos. Para uma teoria da avaliação formativa. **Revista Portuguesa de Educação**, Universidade de Lisboa, Portugal, v. 19, n. 2, p. 21-50, 2006.

MACHADO, Rosilene Beatriz; FLORES, Claudia Regina. Cenas de um ensino de desenho: reflexões metodológicas para a escrita da história. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 11, n. 34, p. 687-707, set./dez. 2011.

MOREIRA, Simone Araujo; RANGEL, Mary. A correção como processo avaliativo: diferentes percepções em diálogo. **Estudos em Avaliação Educacional.** São Paulo, v. 26, n. 62, p. 520-540, maio/ago. 2015.

SAINZ, Jorge. El **Dibujo de Arquitectura**. Madrid: Editorial NEREA, 1990.

SCHUNCK, Dulcinéia. A Construção do Espaço como Método de Ensino de Desenho e Plástica 2. In: GOUVÊA, Luiz Alberto de Campos; BARRETO, Frederico Flósculo Pinheiro; GOROVITZ, Matheus (org.) [et al.]. **Contribuição ao Ensino de Arquitetura e Urbanismo**. Brasília: INEP/MEC, 1999.

TAMASHIRO, Heverson Akira. **Desenho Técnico Arquitetônico**: constatação do atual ensino nas escolas brasileiras de arquitetura e urbanismo. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

INTENCIONALIDADES NO ESBOÇO: O DESENHO EM ÁLVARO SIZA

CENTINI, Rodrigo[1]

Resumo

Este artigo tem a perspectiva de apresentar algumas reflexões sobre o processo criativo que consiste a elaboração de esboços durante a projeção de um objeto continuamente imaginado, em particular, o objeto arquitetônico. Para tanto, inicio o raciocínio pela fenomenologia husserliana, que coloca definitivamente a relação sujeito-objeto como a base da percepção. Justapomos a isso então o método criativo do arquiteto Álvaro Siza Vieira, que ao imaginar evidências, desenha seu entorno, sua imaginação e suas intenções. Enfim, projeta com base na intencionalidade - como um fenômeno da ordem da "expressão" e da "representação", que sempre visa algo. Buscaremos na fenomenologia, na psicologia da percepção visual, na antropologia e no flerte com certos pensamentos da teoria da imagem e da forma instrumentos que possibilitem a análise da intenção no esboço do arquiteto. Por fim, subentende ainda a revalorização do uso dos recursos gráficos característicos da prática do esboço para o processo criativo na arquitetura. E, por consequência, a valorização do próprio objeto esboço enquanto aparição artística representativa da intencionalidade do artista.

Palavras-chave: intencionalidade, esboço, percepção, grafismo, Álvaro Siza.

Abstract

This article has the perspective of presenting some reflections on the creative process that consists of drawing sketches during the projection of a continuously imagined object, in particular, the architectural object. I begin the reasoning for Husserlian phenomenology, which definitively places the subject-object relationship as the basis of perception. Then, we have the creative method of the architect Álvaro Siza Vieira, who, when imagining evidence, draws his surroundings, his imagination and his intentions. On his way, he projects based on intentionality - as a phenomenon of the order of "expression" and "representation", which always aims at something. We will look at phenomenology, the psychology of visual perception, anthropology, and also at certain thoughts of image theory and form tools that enable the analysis of intention in the sketch of the architect. Finally, it implies the revaluation of the use of graphic resources characteristic of the practice of sketching for the creative process in architecture. And, therefore, the valorization of the sketch object itself as an artistic appearance representative of the artist's intentionality.

Keywords: intentionality, sketch, perception, graphism, Álvaro Siza.

[1] PPGAV - EBA - UFRJ / rodrigo.centini@gmail.com

1 Introdução

Este artigo pretende buscar na fenomenologia, na psicologia da percepção visual, na antropologia e no flerte com certos pensamentos da teoria da imagem e da forma instrumentos que possibilitem a análise da intenção no esboço do arquiteto Álvaro Siza Vieira sob a maneira como o percebemos. Isso posto acredito que será producente iniciarmos esta investigação a partir do conceito de "intencionalidade" para o pai da fenomenologia, Edmund Husserl.

> A "intencionalidade" será, para Husserl, um fenômeno da ordem da "representação". *Intencionar* é tender, por meio de não importa quais conteúdos dados à consciência, a outros conteúdos não dados, é *reenviar* esses outros conteúdos de maneira compreensiva. Assim descrita, a intencionalidade será equivalente ao fenômeno da "expressão". Existe "intencionalidade" sempre que, através de um dado, nós ''visamos'' algo não dado, sempre que uma certa presença "exprimir" uma determinada ausência. Por isso, será preferível falar no plural: serão várias as "intencionalidades" em Husserl, situadas em distintos planos da experiência e descobertas em diferentes níveis da análise. (MOURA, 2015, p. 11).

Heinrich Wolfflin afirmou, em 1888, que "a expressão mais imediata da intenção artística se encontra nos esboços." (WOLFFLIN, 1989, p. 40). O que nos mostra como uma ideia específica tem sido levantada já há muito tempo pelos estudos em história da arte, a ideia de que o esboço de alguma maneira já *mostra* os desígnos – enquanto projeto – da obra que se busca no tempo futuro para quem a percebe no tempo presente. E é neste sentido que pretendemos utilizar o termo *mostração*[2] nas reflexões das páginas que seguem.

2 O desenho como pensamento

Em suas aproximações da arte com o pensamento científico e partindo das repercussões sobre os experimentos da Gestalt, em especial da escola de Berlim - que segundo ele indicavam certa capacidade de criação de realidades do observador ao visualizar os estudos de Max Wertheimer, Wolfgang Köhler e Kurt Koffka - , Rudolf Arnheim em sua obra mais difundida, *Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora*, irá defender: "as qualidades que dignificam o pensador e o artista caracterizam todas as manifestações da mente". De modo que "os mesmos princípios atuam em todas as várias capacidades mentais porque a mente sempre funciona como um todo. Toda a percepção é também pensamento, todo raciocínio é também intuição, toda observação é também invenção." (ARNHEIM, 2017, introdução, xiii).

Ao afirmar que "toda a percepção é também pensamento" o psicólogo está se utilizando da fenomenologia[3] de Husserl para explicar o conhecimento e a criação. Indo ao encontro assim, com o propósito desta reflexão. Porém, diferentemente dos experimentos da Gestalt aos quais Arnheim se refere, que atribuem somente à percepção visual (ao olhar) a construção

[2] termo este, que vêm sendo adotado desde W.J.T. Mitchell e não significa representação nem está necessariamente relacionado ao meio visual.

[3] para a fenomenologia de Husserl a fonte de todo conhecimento e raciocínio é a relação do eu com os objetos. Isso nos revela que o filósofo, mesmo reconhecendo o eu cartesiano como a primeira proposição apodítica, rejeita o modo como Descartes o concebeu, porque a consciência é, para ele, sempre de algum objeto e os objetos só têm sentido para uma consciência. A intencionalidade representa esse direcionamento que a consciência tem em relação ao objeto, que deste modo é "percebido" pelo indivíduo.

de novas realidades[4], este artigo pretende encontrar tal construção, também, no dinamismo do ato dos registros gráficos. Este ato, esta ação, que gera o desenho é constituído em sua essência expressional pelo o que iremos chamar aqui de *gesto.*

Gesto, mostração e linhas

Gostaria de sustentar um pouco minha argumentação sobre o pensamento de Gottfried Boehm que, ao refletir sobre o que vai nomear como a "lógica da mostração" em seu texto *Aquilo que se mostra, sobre a diferença icônica* desenvolve sua argumentação ao colocar o discurso do *gesto* como meio de expressão anterior ao verbal:

> em *Vers une écologie de l´esprit*, o epistemologista e antropólogo americano Gregory Bateson (1977 [1951]) relata, não sem humor, um diálogo fictício com sua própria filha sobre a gesticulação dos franceses. [...] Bateson termina por concluir: "A ideia de que a linguagem se faz exclusivamente de palavras é perfeitamente falsa". E continua: "Só há palavras acompanhadas ou bem de gestos ou bem de uma certa entonação ou alguma coisa desse tipo. No entanto, há constantemente gestos sem palavras". Seria preciso "começar mais uma vez do começo e considerar que a linguagem é em primeiro lugar e antes de tudo um sistema de gestos... As palavras foram inventadas depois. (BOEHM, 2015, p. 30).

Boehm segue defendendo que essa passagem de Bateson resume em que consiste a "virada linguística", enquanto movimento, a qual estão associados nomes como Herder, Nietzsche, Wittgenstein, Buhler, Cassirer, Merleau-Ponty ou ainda Heidegger. E argumenta: "atualmente, as neurociências podem mostrar que o discurso verbal e o discurso gestual são comandados pelas mesmas regiões do cérebro." (BOEHM, 2015, p. 31).

O autor irá ainda levantar a importância que credita à percepção do gesto na comunicação e em como este "mostra-se" ao interlocutor:

> o que significa dizer que a imagem mantém uma ligação privilegiada com a mostração? E antes de mais nada: o que é um gesto de mostração? Parece que os gestos nos mostram alguma coisa onde não se trata tanto de um gesto de indicação explícita ou consciente. Todos esses gestos que, inconscientemente, acompanham nossa fala não são nada além[5] de simples acidentes motores ou ornamentos extrínsecos: eles desempenham um papel essencial no acontecimento expressivo. (BOEHM, 2015, p. 33).

[4] ao falarmos de produção artística visual na construção de realidades estamos considerando o caminho escolhido por Konrad Fiedler (1841-1895), detentor do título de pai da Teoria da Pura Visibilidade. Que ao entender a realidade na relação dual sujeito-objeto, dialoga não apenas com seu predecessor Kant, mas também com seu contemporâneo, Husserl. Porém coloca um item a mais em sua fórmula, um item que muda tudo para arte, a linguagem. E, descartando qualquer realidade além da linguagem, Fiedler conclui que, na verdade, não há diferença alguma entre linguagem, conhecimento e realidade. A linguagem seria a responsável por dar *forma* ao mundo, de modo que fora dela nada existiria, logo, sua atividade seria a própria manifestação do que se chama *verdade*. Se é possível nomear a verdade, esta será sempre e apenas uma *forma* da linguagem e consequentemente sempre instável e momentânea.

[5] este trecho da citação "não são nada além" parece não estar de acordo com o sentido da mesma. Acredito poder haver um problema de tradução a partir da publicação francesa *Penser l'image*. Infelizmente não consegui ainda ter acesso a esta para averiguar. Até lá consideramos que se optarmos por substituir esta frase por "vão muito além de", estaremos mais alinhados com o pensamento do autor.

Ao considerar essa linha de pensamento do autor como uma possibilidade de diálogo com o que chamo em minha pesquisa particular de "registro do gesto no plano bidimensional" - ao me referir ao esboço (croqui) enquanto processo cognitivo de criação projetual - pretendo fortalecer o estatuto do *gesto* no processo criativo. Em outras palavras, enquanto Boehm foca sua atenção - em sua busca epistemológica para esclarecer o que entende por *mostração* - no gesto das mãos, busco aqui direcionar minha atenção ao registro gráfico de que essas mãos são capazes ao realizarem seus gestos expressivos e em consequência disso, se comunicarem dentro de um processo cognitivo/criativo do artista para o desenvolvimento de pensamentos e ideias.

Tal registro gráfico quando realizado com o auxílio de um instrumento como o lápis ou a caneta se faz inevitavelmente através da *linha*. E é sobre esta abstração da geometria euclidiana que iremos tratar a seguir.

A artista Edith Derdyk procura em seu trabalho penetrar nas possibilidades oriundas do alargamento das fronteiras do grafismo e do desenho. Entende que é possível desenhar - no seu caso específico com ênfase em registros gráficos e nas possibilidades que a linha traz - além do plano bidimensional como suporte por excelência do desenho. Sua arte expande-se para o espaço que habitamos, através de instalações extruda suas composições de linhas e avança ambientalmente sobre o participante da obra. Derdyk demonstra interessante reflexão teórica sobre a ambiguidade da linha, sobre seu acontecimento que transcende a representação, como em um depoimento para o SescTV que se inicia aos 29 segundos do vídeo: "A linha [...] tem uma natureza ambígua, por um lado é traço [...], uma expressão da matéria, do sensível, do corpo, do traço [...]. E por outro lado é absolutamente conceitual, mental e abstrata." (DERDYK, 2010).

Em *Lines: a brief history*[6] o antropólogo Tim Ingold, ao buscar avaliar uma suposta hegemonia da linha reta como um fenômeno da modernidade, e não da cultura em geral, vai refletir:

> Nas sociedades ocidentais, linhas retas são onipresentes. Nós as vemos em todos os lugares, mesmo quando elas não estão exatamente lá. Na verdade, a linha reta emergiu como o ícone da modernidade, como o índice do triunfo do projeto racional e determinante sobre as vicissitudes do mundo natural.[7] (INGOLD, 2016, p. 152, tradução nossa).

De maneira que em um mundo com uma infinidade de tipos de linhas apresentadas em nossa experiência fenomenológica ficamos, segundo o antropólogo, reduzidos a apenas duas grandes classes: linhas que são retas, e linhas que não são. A primeira associada a humanidade e a cultura, a segunda a animalidade e a natureza.

Em virtude também do distanciamento que ocorreu desde o Renascimento entre o desenho arquitetônico e o canteiro de obras em decorrência das novas possibilidades de divisão de trabalho na área da construção - graças a nova tecnologia do desenho que emergia, através do avanço dos conhecimentos em geometria. A linha reta e a régua, bem como outros instrumentos de precisão ganharam cada vez mais protagonismo no meio de produção pré-

[6] Linhas: breve história, *tradução nossa*.

[7] "In Western societies, straight lines are ubiquitous. We see them everywhere, even when they do not really exist. Indeed, the straight line has emerged as a virtual icon of modernity, an index of the triumph of rational, purposeful design over the vicissitudes of the natural world."

-industrial. Tornam-se assim, cada vez mais, instrumentos indispensáveis para a realização de documentos precisos que indiquem através de desenhos e indicações textuais as coordenadas para o construtor que não é mais necessariamente o próprio arquiteto. E aqui se configura, no campo arquitetônico, a separação entre os desenhos técnicos - voltados para a orientação dos construtores - e os desenhos de criação fundamentalmente expressivos e por consequência essencialmente amigáveis ao uso da mão livre e, portanto, livres das limitações expressivas impostas pela linha reta.

Quanto a esta diferenciação podemos retomar o livro de Tim Ingold através da ilustração que faz se valendo de dois exemplos bastante adequados: um croqui de Álvaro Siza e uma anotação musical do compositor checo Leos Janacek (figuras 1 e 2). Ao analisar ambas as figuras, faz a seguinte observação:

> embora em ambos os casos os desenhos sigam convenções notacionais - de elevação e planta arquitetônicas no primeiro, de notação musical no segundo -, eles seriam de pouca utilidade ao construtor ou ao músico executor. No entanto, em comparação com as linhas retas - feitas com o uso da régua - do desenho de especificação ou da partitura impressa, esses esboços transmitem uma poderosa sensação de movimento. A edificação em um caso e a música no outro parecem estar *vivas* sobre o papel. Estas linhas estão ativas, no sentido de Paul Klee. Elas saem para passear.[8] (INGOLD, 2016, p. 164 -165, tradução nossa).

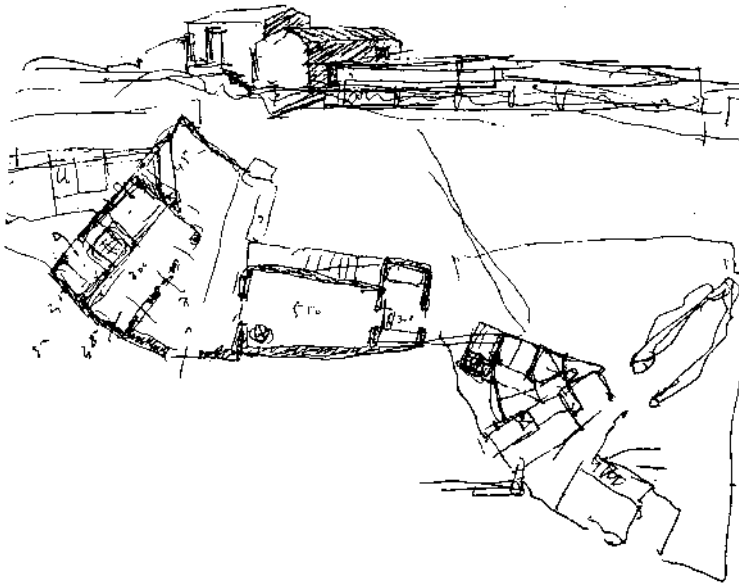


Figura 1 - Croqui para a adaptação de duas pequenas construções rurais, Moledo de Minha, Portugal, 1971, por Álvaro Siza
Fonte: INGOLD, 2016, p. 164

[8] "Although in both cases the drawings follow notational conventions– of plan and elevation in the one case, of the stave score7 in the other – they would be of little use to the builder or performer. Yet compared with the formally ruled, straight lines of the specification drawing or the printed score, these sketches convey a powerful sense of movement. The building in the one case and the music in the other seem to be *alive* on the page. These lines are active, in Paul Klee's sense. They go out for a walk."

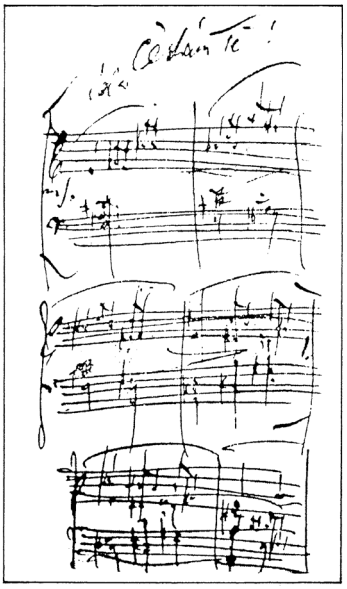


Figura 2 - Anotação para a composição *I await thee*. Reproduzido de Janacek (1989:68), com a permissão de *Marion Boyars Publishers*
Fonte: INGOLD, 2016, p. 165

Ao nos depararmos com o esboço de Siza uma das primeiras observações que somos tentados a fazer recai sobre o traçado irregular e vacilante das linhas que estruturam a planta e a perspectiva, de modo que, sem dificuldade, podemos nos identificar com a pergunta proposta por Ingold (2016, p. 166, tradução nossa): "por qual motivo as vacilantes linhas desenhadas à mão livre pareceriam tão mais realistas, semelhantes ao mundo visível, do que aquelas desenhadas com o uso da régua, mesmo quando estas representam o que deveriam ser arestas retas no ambiente?"[9]

O questionamento é muito pertinente considerando aonde o autor quer chegar e, ao percorrer este caminho, possibilita a esta pesquisa relações essenciais com a importância que defendo ter a utilização do instrumento esboço durante os "testes de ideais" necessários para a concepção de um objeto espacial a ser vivenciado pelo ser humano na "vida real".

Isso se explica pelas respostas possíveis que Ingold sugere para a própria pergunta, quando nos faz acreditar que apesar de a linha - como uma abstração da geometria euclidiana – na qualidade de aresta, representar por definição o encontro de dois *plano*s distintos. A mesma aresta em uma edificação se constitui pelo encontro de duas *superfície*s distintas. E planos e superfícies são dois conceitos bem diferentes neste caso, enquanto o primeiro é uma convenção o segundo habita o mundo dos sentidos e tem presença material. No ambiente natural e construído em que vivemos percebemos arestas como arestas, cantos como cantos, não como linhas, já que por maior ausência de irregularidades que possamos visualizar, elas estão lá e de um modo ou de outro esta percepção é sempre influenciada pelo modo como a textura das superfícies que se encontram nos aparecem. Para Ingold, a linha moldada pela mão livre consegue trazer algo desta textura, já a linha com régua simplesmente não possui tal natureza.

[9] "why should meandering lines drawn freehand look so much more life-like and realistic than lines drawn with a rule, even when they depict what should be straight edges in an environment?"

Wolfflin em *Renascença e Barroco* faz uma comparação entre pintura e arquitetura que pode ser de especial utilidade nos dias de hoje no que diz respeito à investigação da relação entre realizações gráficas e pictóricas no plano (esboço, desenho, gravura e pintura), enquanto representações do objeto construído, com o estatuto da tridimensionalidade da arquitetura.

> De fato, por maior que seja na realidade a impressão arquitetônica, no quadro o edifício parece plano; o artista moderno deveria empregar os maiores esforços para, com auxílio da iluminação, da atmosfera, do enquadramento, tornar interessante o objeto como pintura, desaparecendo com isso o caráter arquitetônico quase completamente. (WOLFFLIN, 1989, p. 40).

E, ao comparar a arquitetura rigorosa (do Renascimento) com a arquitetura "pictórica" (barroca) conclui:

> Em resumo, a arquitetura rigorosa produz o seu efeito pelo o que ela é, por sua realidade material; a arquitetura "pictórica" pelo contrário por aquilo que *parece* ser, pela impressão de movimento. (WOLFFLIN, 1989, p. 40).

2.2 O desenho e seu significado para Siza: imaginar a evidência

> Gosto muito de desenhar. E também isso descontrai, quebra o *stress*, a concentração no trabalho, sobretudo em períodos em que o trabalho é grande e há prazos e há responsabilidades e tudo isso. As horas passadas no escritório são, de certa maneira, densas. Quero dizer que há muita pressão e obstinação em resolver os problemas. E o desenho livre, faz saltar para fora disso. Portanto é também uma questão de relaxamento, de descanso, de ruptura com um certo espírito. (SIZA, 2012, n.p.).

É importante esclarecer que a ideia inicial para compor o objeto de pesquisa deste estudo incluía outros arquitetos e artistas e só depois de passar por uma etapa de pesquisa mais aprofundada sobre as produções de cada um ficou claro o quanto a atividade criadora de Álvaro Siza mostrava singular valorização na utilização do desenho e dos 'esquissos' – como são chamados os esboços em Portugal - , em especial na sua particular intimidade no uso dos mesmos como instrumento do pensar.

Álvaro Siza Vieira nasceu em Matosinhos, área metropolitana do Porto, Portugal, a 25 de junho de 1933. Na adolescência tinha predileção pela escultura, mas seguindo os conselhos do pai optou por uma profissão supostamente mais estável, a arquitetura. Ingressou na então Escola Superior de Belas-Artes do Porto, e a partir daí seu reconhecimento de mestre no atual cenário do meio já se encarrega de contar a história.

Em um conjunto de depoimentos ao arquiteto italiano Guido Giangregorio publicados pela primeira vez em 1998, Siza compõe um livro repleto de considerações pessoais a respeito de sua particular maneira de projetar. Esta publicação foi intitulada como: Álvar*o Siza - Imaginar a evidência*, por sugestão de Giangregorio. Interessante fazermos um exercício relacional entre o que é evidência para Husserl e o ato de criar imagens que constitui o significado do vocábulo imaginar. Fazer este exercício observando as aparições que se constituem nos desenhos de Siza se torna ainda mais proveitoso.

Em *Meditações Cartesianas,* Edmund Husserl vai dizer que a intencionalidade é uma consciência de evidência, uma consciência que inclui o próprio *cogitatum* (o objeto no caso). Mas o que é evidência para o fenomenólogo?

> Evidência, no sentido mais lato da autoaparição, do deparar-se-como-ele-próprio, enquanto dar-se-conta do próprio estado de coisas, do próprio valor e coisas semelhantes, não é um acontecimento contingente na vida transcendental. Pelo contrário, toda e qualquer intencionalidade ou é, ela própria, uma consciência de evidência, ou seja, uma consciência que tem o próprio *cogitatum*, ou está, por essência, e segundo o seu horizonte, ordenada à autodoação, para ela está dirigida. Toda e qualquer clarificação será já uma evidenciação. Qualquer consciência vaga, vazia, obscura, é, desde o início, consciência disto e daquilo apenas na medida em que *aponta para um caminho de clarificação,* no qual o visado seria dado enquanto efetividade ou enquanto possibilidade. (HUSSERL, 2012, p. 21).

Husserl, desenvolve um raciocínio ao trazer a ideia do aparecimento, mas, não esquecendo do objeto intencional, este aparecimento é sempre de algo, por isso autoaparição, que não se distingue da clarificação, e do que enfim chama de evidenciação. Ora, evidenciação do que? Se resgatarmos Fiedler, a Gestalt ou Arnheim poderíamos dizer que nossa resposta é a *imagem* (e como a mesma é percebida pela consciência).

Siza *vê* seus desenhos em seus cadernos, onde mostra elementos da arquitetura, momentos de viagens, momentos pessoais, como se estes fossem um diário da sua memória. Através deles, evidencia sua imaginação, trabalha as aparições do seu pensamento, imagina a evidência.

No convívio com o "mundo circundante" de Husserl, Siza estabelece contínuo diálogo, seus desenhos vão da quase estrita observação do entorno a aparição gráfica das suas imagens fabricadas em sua consciência.

> À parte os desenhos das cidades e de paisagens, necessito muito, enquanto arquiteto, quando trabalho fora, de captar o espírito da cidade, do sítio onde trabalho. E capta-se muita coisa através do desenho. O desenho tem esse aspecto de poder ser, simultaneamente, analítico e de captação do ambiente. Com o desenho apanha-se o geral do ambiente. (SIZA, 2012, n.p.).

Será uma constante nos relatos do arquiteto o valor dado aos estímulos que recebe do ambiente, nesta passagem em particular, lembra do prazer que experimentamos ao nos depararmos com uma nova e bela paisagem, no caso, a cidade.

> Não sei quem era o arquiteto que dizia que "nas cidades há um apetite de forma" e eu julgo que isso é certo. E, portanto, eu desenhava muito pelo prazer que se experimenta no momento em que se chega e se vê uma cidade maravilhosa, diferente. É um impulso irreprimível, mas é também o interesse de captar qualquer coisa dessa cidade. (SIZA, 2012, n.p.).

E prossegue já explicitando sua particular prática da profissão.

> E depois há a parte analítica de anotar coisas que me interessavam, pormenores, ritmos de aberturas... E anotava às vezes mesmo tirando medidas. E há uma tradição entre os arquitetos... Há uma parte de interesse, mas também há uma parte de prazer, porque viajar é bom, é preciso não esquecer dizer assim. (SIZA, 2012, n.p.).

Infelizmente, apesar de gentilmente Siza citar o costume em realizar anotações sobre um espaço novo em que se está, como uma "tradição entre os arquitetos", tal cuidado na consideração e respeito ao lugar já não parece mais ser uma prioridade para os escritórios de arquitetura da atualidade.

O desenho para Siza é parte fundamental do seu processo de criação e está profundamente atrelado a sua prática constante, mesmo quando a mesma não tem por objetivo primeiro a busca de instrumento de auxílio para a estruturação do seu caminho imaginativo, de resoluções e escolhas - que por extensão poderia ser considerada também uma estruturação da busca por "evidências". De modo que o arquiteto constantemente lança mão em seu processo investigativo de desenhos de observação e de imaginação - explorando temas aparentemente não relacionados ao pensamento projetual -, sempre através da expressão gestual inquieta daqueles que se encontram em constante procura, nutridos pela curiosidade do mundo ao qual estão envolvidos.

Figura 3 - Retrato de Gabriele Basilico[10], dezembro de 1990, caderno 489, Coleção A. Siza, caneta sobre papel, 297x210mm, por Álvaro Siza
Fonte: SIZA, 2012b, n.p.

Figura 4 - Veneza, julho de 1994, caderno 373, Coleção A. Siza, caneta bico de pena sobre papel, 297x210mm, por Álvaro Siza
Fonte: SIZA, 2012b, n.p.

[10] Gabriele Basilico (1944-2013) foi um fotógrafo italiano, em especial de arquitetura e da cidade.

Figura 5 - Museu Serralvez, Porto, 1997, Coleção A. Siza, caneta esferográfica sobre papel, 149x198mm, por Álvaro Siza
Fonte: SIZA, 2012b, n.p.

3 Conclusão

É interessante observar como o esboço enfrenta a constante eminência em adentrar ao que poderia ser considerado seu paradoxo latente, sob a ótica do pensamento modernista. Para ser considerado uma obra de arte: ele não é e nunca poderá ser uma obra autorreferencial. Sua natureza é tão incompatível com essa característica tão cara ao modernismo que no instante em que a aceita deixa de ser esboço. Em outras palavras, deixa de servir a seu propósito primeiro: o de criar condições e preparar o terreno para algo que virá *a posteriori*. Sua sobrevivência só é possível quando está atrelado ao objeto que busca realizar, se essa conexão se dissipa, dissipa-se então junto a ela.

Desde o esforço fenomenológico husserliano do século XIX até as contemporâneas digressões sob a antropologia de Ingold acredito que o caminho escolhido por esta pesquisa - brevemente apresentado neste artigo - alimenta a reflexão sobre diferentes aspectos da expressão humana quando da utilização da grafia. Em particular no que tange a preocupação, em estabelecer um diálogo prolífico entre a capacidade/potencialidade de realização manual e gestual humana em contraste com os desafios atuais da utilização de instrumentos gráficos digitais[11] em processos cognitivos da criação artística[12].

[11] O realismo cada vez maior das representações virtuais dos *softwares* de sistemas de informação, modelagem e renderização, como ArchiCad, Revit, 3ds Max, V-Ray e até mesmo o SketchUp passam para o projetista uma sensação ilusória de trabalho em estágio de finalização próximo ao acabado, enquanto na maioria das vezes, o mesmo ainda se encontra em um estágio de desenvolvimento que requer muitos questionamentos e testes antes de ser considerado satisfatório para avançar da fase. Isso porque a irregularidade inerente ao traço fruto do gesto manual não nos permite sustentar tal ilusão, diante da eminência da ambiguidade que se mostra.

[12] Ainda no caminho desta reflexão específica, estudar as bases teóricas do movimento das Arts & Crafts através de John Ruskin pode ser proveitoso, partindo do princípio de que o imediatismo na produção, tendência esta inerente ao *modus operandi* da Revolução Industrial, busca continuamente suprimir a interferência humana ao priorizar o fomento ao tecnicismo. A inserção de discussões

Certamente o assunto que engendra esta pesquisa não tende a ser esgotado rapidamente - muito pelo contrário - e, portanto, novas ramificações sobre tamanha investigação são muito bem-vindas e necessárias. O que poderia ser dito no momento é que o objetivo deste pesquiador é o de fortalecer a relação entre a percepção visual do esboço com a intencionalidade no processo de criação de Álvaro Siza. Na hipótese de esta tentativa se mostrar prolífica, este estudo poderia contribuir para a revalorização do uso dos recursos gráficos característicos da prática do esboço para o processo criativo na arquitetura. E, por consequência, a valorização do próprio objeto esboço enquanto aparição artística representativa da intencionalidade do artista.

Agradecimentos

Esclarecendo que este artigo é parte de uma pesquisa mais ampla para dissertação de mestrado, gostaria de agradecer à Cláudia pelo companheirismo de sempre; à meus pais e minha irmã por sempre acreditar e me apoiar; à minha orientadora Maria Clara Amado pela leitura atenta, entusiasmada e dedicada, sempre encorajando o esboçar de novos “abismos” epistemológicos; a Ângela Âncora da Luz, Luciano Vinhosa e Tatiana Martins, pela leitura de qualificação, troca de ideias e generosas críticas e sujestões que me auxiliaram em muito a aceitar certa ousadia na escrita e a buscar clarezas metodológicas no amplo espectro das artes visuais e da arquitetura; aos professores e colegas do PPGAV pelas trocas de ideias e experiências sempre entusiasmadas e aos funcionários do PPGAV pelo atendimento sempre solícito das demandas.

Referências

ARGAN, Giulio Carlo. **A arte moderna na Europa - de Hogarth a Picasso**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

_____. **Walter Gropius e a Bauhaus**. São Paulo: José Olympio, 2005.

ARNHEIM, Rudolf. **Arte e percepção visual - Uma psicologia da visão criadora**. São Paulo: Cengage, 2017.

BARKI, José. **O Risco e a Invenção: Um Estudo sobre as Notações Gráficas de Concepção no Projeto**. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UFRJ. Rio de Janeiro, 2003.

BOEHM, Gottfried. **Aquilo que se mostra, sobre a diferença icônica**. *In:* ALLOA, Emmanuel (Org.). **Pensar a Imagem**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015.

DERDYK, Edith. Museu Vivo: Edith Derdyk. Direção Cacá Vicalvi. São Paulo: SescTV, 2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SYP3gacfIM8>. Acesso 16 ago. 2018.

relativas à crítica à técnica, conduzidas por autores como Walter Benjamin, Jose Ortega y Gasset e Heidegger, também indica potenciais caminhos teóricos para diálogo, certamente encontrados em *Meditação sobre a técnica* de Ortega y Gasset e em *Aviso de Incêndio,* de Benjamin. A Bauhaus, segundo Argan (2005, p. 29): “conclui os esforços desenvolvidos, a partir de meados do século XIX, no sentido de restabelecer o contato entre o mundo da arte e o mundo da produção, de formar uma classe de artífices idealizadores de formas, de basear o trabalho artístico no princípio da cooperação.” E seus antecedentes diretos seriam, para ele, o próprio movimento Arts and Crafts, o Kunstgewerbeschule e o Werkbund alemães.

DIDI-HUBERMAN, Georges. **O que vemos, o que nos olha**. São Paulo: Editora 34, 2010.

DWORECKI, Silvio. **Em busca do traço perdido**. São Paulo: Scipione Cultural, 1998.

FIEDLER, Konrad. **Escritos sobre el arte**. Madrid: Visor, 1991.

FLORIO, W. **Croquis de concepção no processo de projeto em Arquitetura**. *In:* **Exacta**. São Paulo, v. 8, n. 3, p. 373-383, 2010.

GUILLAUME, Paul. **Psicologia da Forma.** 2º Edição. São Paulo: Nacional, 1966.

HUSSERL, Edmund. **Meditações Cartesianas e Conferências de Paris**. Rio de Janeiro: Forense, 2012.

INGOLD, Tim. **Lines: a brief history***.* New York: Routledge, 2016.

KLUBER, George. **A forma do tempo: observações sobre a história dos objectos***.* Lisboa: VEGA, 1961.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia da Percepção***.* 2º Edição. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MONEO, Rafael. **Inquietação teórica e estratégia projetual***.* São Paulo: Cosac Naify, 2008.

MOURA, C. A. R. **Husserl – Intencionalidade e fenomenologia***.* Série Mente, Cérebro e Filosofia, Revista Mente e Cérebro. São Paulo: Ediouro, n. 5, p. 7-15, agosto, 2015.

SIZA, Álvaro. **Arquitetura em diálogo: Alejandro Zaera-Polo***.* São Paulo: Ebu, 2016.

_____. *Álvaro Siza* - **Imaginar a evidência**. São Paulo: Estação Liberdade, 2012.

_____. *Álvaro Siza* **- Viagem sem programa**. Bolonha: Red Publishing, 2012b.

WOLFFLIN, Heinrich. **Renascença e Barroco**. São Paulo: Perspectiva, 1989.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

A GRÁFICA DIGITAL COMO MÉTODO DE PESQUISA HISTÓRICA EM ARQUITETURA E URBANISMO: ESTUDO DE CASO SOBRE ROBERTO SEGRE E O MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E SAÚDE

ALBRECHT, Betina[1],
BATISTA, Gabriel Nunes[2],
GERHEIM, Vivian[3].

Resumo

Desde a segunda metade do século XX, especialmente após a década de 1980, o manejo de ferramentas digitais tornou-se progressivamente mais presente na representação gráfica e nos estudos dedicados ao espaço construído. As técnicas da Gráfica Digital abriram um amplo horizonte de possibilidades de representação e de análise tanto em escala macro, isto é, o território e o espaço urbano, quanto em escala micro, ou seja, o objeto arquitetônico e o detalhe construtivo. No entanto, a consolidação de um método analítico baseado no emprego da Gráfica Digital ainda está em discussão. Com o intuito de melhor entender o debate presente, este trabalho volta-se ao processo do desenvolvimento metodológico ocorrido nas últimas duas décadas; levantando alguns dos primeiros trabalhos acadêmicos a utilizar a Gráfica Digital no Brasil como instrumento de análise do espaço construído e as proposições metodológicas de seus autores.

Palavras-chave: Gráfica Digital; metodologia; Roberto Segre.

Abstract

Since the beginning of the twentieth century, particularly after the 1980's, digital tools have been used extensively in graphic representation and academic studies dedicated to the built space. The Digital Graphic techniques opened a broad number of possibilities concerning either the macro scale representation and analysis of territories and urban spaces, or the micro scale of architectural objects and the constructive details. Nevertheless the consolidation of an analytical method based on Digital Graphics is yet to come. In order to understand the present state of the art, this article is dedicated to the methodological development that took place in the last two decades in Brazil, surveying some of the first scientific works that employed Digital Graphics as an analytical tool in the studies of the built environment, in the country, including their methodological hypothesis.

Keywords: Digital Graphics; methodology; Roberto Segre.

[1] FAU-UFRJ / betinalbrecht@gmail.com
[2] FAU-UFRJ / gabrielnfbb@gmail.com
[3] FAU-UFRJ / viviandgs@gmail.com

1 Objetivos

A questão da tecnologia e do uso das ferramentas digitais é uma discussão presente entre pesquisadores e teóricos da Arquitetura e do Urbanismo desde o advento da Era Digital. No entanto, enquanto tais ferramentas se aprimoraram e diversificaram, o debate acadêmico resta ainda por encontrar consensos, especialmente no que tange os métodos de emprego de tais ferramentas na pesquisa histórica da cidade e dos objetos arquitetônicos, bem como suas relações.

Nesse sentido, buscamos apresentar uma certa perspectiva metodológica, construída ao longo de duas décadas pelos pesquisadores do (Laboratório de Análise Urbana e Representação Digital) da FAU-UFRJ, bem como entender suas bases teóricas e sua aplicação prática.

Em mais de duas décadas de existência do laboratório, seus pesquisadores despenderam pouco mais de metade desse tempo debruçados sobre o estudo do edifício do Ministério da Saúde e Educação (MES). O trabalho que começou em 2000, conforme narra Segre em publicação póstuma (2014), com o objetivo de estudar o desenvolvimento da cidade por meio de seus ícones urbanos, acabou por enfocar apenas um deles e estendeu-se até 2013, ano do falecimento do pesquisador, quando os mais de dez anos de trabalho foram condensados em uma publicação (SEGRE, 2013).

Desta feita, o trabalho dos pesquisadores do LAURD sobre o MES, não só é o mais extenso em termos de conteúdo, como apresenta uma base teórica consensual, conforme demostram as publicações dos pesquisadores ao longo dos anos de trabalho, em especial (KÓS, 2003), (KÓS Et al, 2009), (VILAS BOAS, 2010) e (SEGRE, 2010).

Destaca-se também que Roberto Segre foi figura fundamental deste processo, não só por ter coordenado o projeto de pesquisa desde o início, como também por sua proeminência no processo de consolidação da base teórica comum aos pesquisadores do LAURD. É possível apontar esse fato não só por sua presença nas publicações de autoria individual e colaborativa, como também por meio dos diversos documentos e relatórios do processo de pesquisa, a que os autores deste presente trabalho tiveram acesso por meio da participação na construção do Acervo Roberto Segre, trabalho ainda em andamento, que pretende organizar em arquivo todos os documentos legados por Roberto Segre ao LAURD após seu falecimento.

Assim, valendo-se da perspectiva desenvolvida por Segre e demais pesquisadores do LAURD, o presente trabalho tem por objetivo explorar e compreender a construção de um método de análise histórico, através dos trabalhos de Segre e dos pesquisadores do LAURD sobre o MES.

2 Precedentes

A aspiração de entender e representar a imagem da cidade e da arquitetura como um todo, através de uma visão que permitisse captar a diversidade de formas e espaços que as identificam, assim como o dinamismo estabelecido pelo uso de funções na vida social, foi uma preocupação persistente de artistas e arquitetos ao longo da história.

Desde a Idade Média, especialmente nas representações religiosas, como em pinturas da Cidade de Deus, Torre de Babel e da Jerusalém Terrestre, era comum a sobreposição de edifícios, pessoas, animais e instrumentos mecânicos na tentativa de capturar o movimento da vida contido na cidade e nos edifícios.

Já no Renascimento, com o surgimento da perspectiva, Leonardo da Vinci e Michelangelo, distanciam-se da visão estática do ponto de fuga e buscam representar elementos contrastantes da realidade, em uma sobreposição entre escala territorial e o detalhe arquitetônico. Da mesma maneira, em suas obras, Brunelleschi não só desenvolve o uso de plantas e cortes como também introduz a perspectiva linear, revolucionando a representação técnica da arquitetura.

As variadas técnicas de representação gráfica do espaço construído desenvolvidas, especialmente a partir do século XIV, foram profundamente transformadas pelo advento da era digital. No final do século XX podemos citar os estudos do Laboratório de Análises Urbanas e Representação Digital (LAURD) comparando o Rio de Janeiro e Havana em seus respectivos períodos coloniais (SEGRE et al, 1997) e de Yannis Tsiomis (1998) a respeito das obras de Le Corbusier no Rio de Janeiro entre 1929 e 1936 como alguns dos primeiros trabalhos sobre arquitetura no Brasil a utilizar a gráfica digital como instrumento de análise. Posteriormente, no início do século XXI pode-se verificar diversos estudos que se valeram de técnicas semelhantes como, por exemplo, o estudo do LAURD a respeito do centro do Rio de Janeiro e do Palácio Gustavo Capanema (SEGRE et al, 2005).

A Gráfica Digital, isto é, a representação gráfica produzida através do manejo de ferramentas digitais, forneceu ao trabalho dos profissionais que lidam com o espaço construído tanto novas possibilidades quanto agilidade e precisão. Podemos citar, por exemplo, ferramentas como os sistemas GIS (*Geographic Information System*) primeiramente desenvolvido por Roger Tomlinson em 1968, CAD (*Computer Aided Design*) originado do software 'IBM Drafting System' da empresa IBM em meados da década de 1960 e BIM (*Building Information Model*), idealizado em meados da década de 1980 mas apenas difundido 10 anos mais tarde. Essas ferramentas possibilitam uma reconstrução tridimensional precisa do espaço bem como a sobreposição de múltiplas camadas de dados a este modelo. Existem ainda sistemas de mapeamento, como as plataformas Google Earth, lançada pela Google em 2004, e Google Street View, lançada em 2007, que combinam imagens de satélite, dados de GPS, e imagens coletadas in loco para reconstruir digitalmente o espaço geográfico, o tecido urbano e os objetos arquitetônicos em um único modelo tridimensional.

3 Gráfica Digital como método de pesquisa e análise

Ao longo das últimas três décadas, em especial após a popularização dos computadores pessoais, as ferramentas de manejo digital se fizeram presentes em todos os âmbitos de trabalho dos profissionais que lidam com o espaço construído. Ao chegar à academia, a técnica naturalmente trouxe questões teóricas e práticas de ordem metodológica que permanecem ainda sem uma resposta consensual.

Com o intuito de entender as bases da formação do debate contemporâneo, podemos nos voltar os primeiros trabalhos acadêmicos a valerem-se das técnicas da Gráfica Digital como instrumentos de pesquisa urbanística e arquitetônica. Reconhecemos, além do pioneirismo no emprego da técnica em estudos arquitetônicos e urbanísticos, que, tanto pelas várias premiações e impacto dos trabalhos publicados, quanto pelas interações com pesquisadores contemporâneos, conforme relata Naylor Vilas Boas (2010), a obra de Roberto Se-

gre e do LAURD (Laboratório de Análise Urbana e Representação Dgital) da FAU-UFRJ como um todo são especialmente significativas e elucidativas nesse sentido.

Partindo da perspectiva dos pesquisadores, (KÓS Et al, 2009), (VILAS BOAS, 2010), uma compreensão bem fundamentada da natureza da pesquisa urbanística e arquitetônica seria fundamental quando se pretende construir um arcabouço metodológico consistente para o emprego da Gráfica Digital enquanto ferramenta de inquérito científico sobre a história e o desenvolvimento do espaço urbano. Há de se entender primeiramente que a cidade é um objeto de estudo complexo e multifacetado, um arranjo imbricado de sistemas diversos, sujeitos a forças de ordem política, social, econômica, estética e histórica, e, fundamentalmente, mutável.

Conforme demonstram os trabalhos de Roberto Segre (2010) e Francisco Salinas (2010), os *softwares* de modelagem digital permitem que os pesquisadores reconstruam tanto o tecido urbano quanto o espaço construído em distintos momentos históricos com elevada precisão e agilidade. Uma vez construídas, as cidades virtuais podem ser progressivamente transformadas, seja de forma a recriar o processo histórico de conformação do espaço urbano, seja para visualizar utopias jamais construídas. Nesse sentido, ao contrário das ferramentas tradicionais de representação gráfica ou volumétricas, – isto é o desenho e as maquetes – as ferramentas digitais empregadas pelos pesquisadores são capazes de emular o dinamismo próprio da construção do espaço urbano. Tal qual a cidade real, a cidade virtualmente reconstruída apresenta-se como uma obra aberta, em constante processo de formação e transformação.

“Assim, o que se propõe aqui é que os modelos urbanos digitais passem a ser entendido tal como as cidades são: obras abertas, e em constante transformação no tempo e no espaço” (VILAS BOAS, 2010, p.5).

O próprio processo de reconstrução virtual remete-se ao entendimento do espaço urbano enquanto obra aberta. Tal como relata Vilas Boas (2010), a produção dos modelos digitais como instrumento de pesquisa tem enfoque maior no processo de construção, ao invés de em um resultado definitivo. Entendendo a cidade como um objeto dinâmico, em constante transformação a produção do modelo cria um espaço de pesquisa que permitirá desenvolver e validar teses, ou mesmo refutá-las.

Nesse sentido, o processo representa, portanto, uma busca heurística em que os pesquisadores poderão propor e avaliar a validade de suas primeiras hipóteses sobre o objeto de estudo.

> O raciocínio de busca heurística refere-se a todo procedimento para resolução de problemas nos quais se desconhece de antemão se uma sequência de passos lógicos conduzirá ou não à uma solução. Envolve um processo de tomada de decisão no qual não se sabe se é possível chegar a uma solução antes que toda a linha de raciocínio se complete. (BARKI, 2003, p. 56-7)

A reconstrução virtual das cidades se inicia, naturalmente, pela coleta de dados e fontes. Embora, no caso de construções virtuais que representam o espaço urbano em seu estado presente, seja possível o emprego de ferramentas, tais como mapeamento por satélite ou aerofotogramétrico, capazes de reproduzir tridimensionalmente a cidade com impressionante precisão e rapidez, nos demais casos, o trabalho deve ser focado em fontes primárias de representação da cidade. Pinturas, fotografias, planos urbanísticos, desenhos técnicos e

mesmo relatos textuais devem ser agrupados e analisados de forma a fornecer dados capazes de subsidiar o processo de desenvolvimento dos modelos digitais. Tal processo, vale lembrar, também não terá como objetivo um produto finito e estático, ao contrário, dado o dinamismo do objeto urbano, a coleta de fontes é um processo contínuo que deve seguir em desenvolvimento paralelamente à produção do modelo digital.

A isto, segue um processo de tradução e síntese de dados no ambiente digital. Munidos das fontes primárias, os pesquisadores correlacionam as informações obtidas e iniciam o desenvolvimento da reconstrução virtual do objeto de estudo urbano ou arquitetônico. Através do processo de síntese, argumenta Naylor Vilas Boas (2007) é possível alcançar uma compreensão espacializada antes ausente nas fontes bidimensionais coletadas. Por exemplo: conjugando uma planta baixa onde se levantam as dimensões do plano horizontal, um corte transversal, onde se levantam as informações do plano vertical, e uma fotografia onde são constatados alguns detalhes sobre a real situação do objeto construído em um dado período de tempo, é possível construir virtualmente uma representação tridimensional do edifício. A partir desta será possível analisar questões de ordem espacial e volumétrica com versatilidade e rapidez de forma que se alcance, afirma o pesquisador, um grau de entendimento antes impossível.

A tridimensionalidade possibilitada pelo emprego da Gráfica Digital enseja que, por meio do processo de síntese, seja acrescida uma terceira dimensão à bidimensionalidade da representação iconográfica de forma que se alcance, durante o processo de pesquisa, uma compreensão espacial antes inexistente.

> Outra questão que deve ser explorada, que é inerente à sua natureza, é a da tridimensionalidade. Assim, a partir da modelagem tridimensional, as fontes iconográficas originais ganham uma dimensão a mais, fazendo com que seja possível uma compreensão espacializada daquilo que está sendo construído digitalmente, e que não se faz imediata a partir das informações bidimensionais das fontes primárias. (VILAS BOAS, 2007, p.49-50)

Portanto, conforme demonstram os trabalhos de Salinas e de Segre, a construção do modelo virtual consiste em uma síntese das informações obtidas através das fontes capaz de prover subsídio a um entendimento tridimensional e holístico do objeto de estudo.

4 Trabalho sobre o MES: um estudo de caso

Uma análise prática do emprego da Gráfica Digital como instrumento de pesquisa poderá nos ajudar a elucidar melhor algumas das questões levantadas. Podemos listar primeiro a reconstrução digital da antiga cidade de Barcelona (ROCA; MUÑOZ, 2004) e (SALINAS; ALMIRALL, 2010), do Rio de Janeiro e de Havana durante o período colonial (SEGRE et al, 1997) e do Centro do Rio de Janeiro e do Palácio Gustavo Capanema (SEGRE et al, 2005). Este último é especialmente representativo no sentido em que se apropria do emprego da Gráfica Digital não só como instrumento de pesquisa, mas como instrumento de comunicação com o leitor.

O trabalho publicado por Segre por meio de um CD-ROM condensa os cinco anos do projeto de pesquisa desenvolvido pelo arquiteto e historiador no Laboratório de Análises Urbanas e Representação Digital (LAURD) do Programa de Pós-Graduação em Urbanismo (PROURB) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ e se propunha a estudar o

edifício do antigo MINISTÉRIO DA Saúde e Educação bem como o seu entorno urbano e seu processo histórico de desenvolvimento.

A importância histórica do edifício é indiscutível. O edifício não só consolida os princípios da arquitetura moderna como os adapta à condição local. Além disso, arquitetos que posteriormente seriam consagrados como grandes mestres do modernismo brasileiro, tais como Lúcio Costa, Oscar Niemeyer, Affonso Reidy e Jorge Moreira, fizeram parte da equipe responsável pelo projeto.

No entanto, a perspectiva dos pesquisadores sobre a obra vai muito além disso. Conforme expõe José Kós (2009), o edifício foi entendido enquanto um ícone urbano, uma manifestação das diversas forças e agentes que moldam o espaço urbano. Ao definir o conceito, Kós postula:

> Leitura interpretativa de todos os fatores que enquadram a materialização do prédio, desde os gerais (políticos, econômicos, sociais, culturais), até os específicos (artísticos, técnicos, funcionais, etc.). Além dos dados históricos, busca-se revelar o processo teórico e projetual que levou a concretização do prédio: os concursos e as diferentes propostas formuladas; a evolução do projeto desenvolvido pelos arquitetos, as alternativas existentes até a solução final, e as mudanças acontecidas posteriormente (JOSÉ KÓS et al. 2009. p. 75-78).

Aproveitando-se da versatilidade provida pela Gráfica Digital, os pesquisadores puderam valer-se dos modelos digitais dos edifícios e do tecido urbano para criar instrumentos interativos de informação. Assim, a não-linearidade da leitura, soma-se uma atitude ativa do leitor empregada na compreensão, por exemplo, do processo de transformação que se desenrolou entre as múltiplas versões do projeto, da organização espacial do edifício construído e dos elementos estruturais e de fechamento que o compõe.

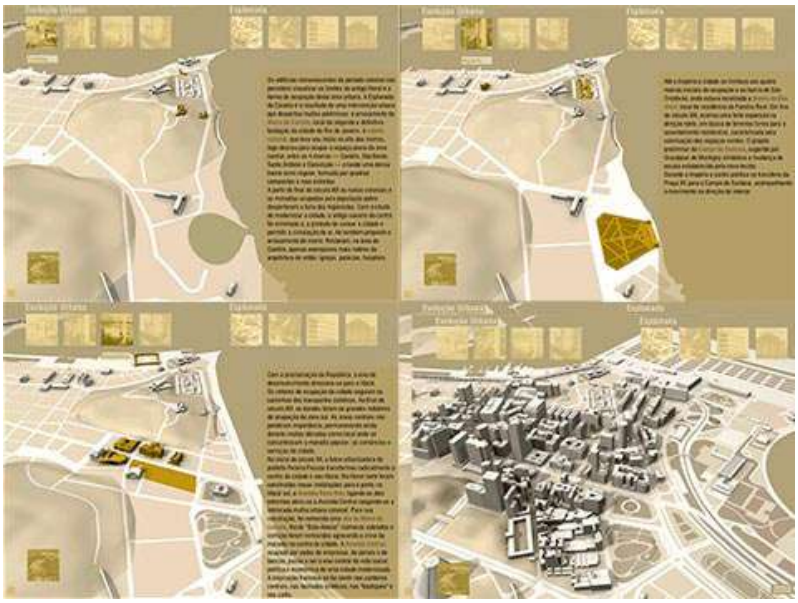


Figura 2 – Evolução Urbana do Rio de Janeiro. Fonte: SEGRE, Roberto; KÓS, José; BARKI, José; VILAS BOAS, Naylor; BORDE, Andréa. Work in Progress da Arquitetura Brasileira: Ministério da Educação e Saúde. CD-ROM. Rio de Janeiro: PROURB/FAU/UFRJ, 2005

Além de diversos documentos e fotografias da época, o leitor pode explorar diversos aspectos tanto do edifício construído de fato como suas diferentes versões desenvolvidas

pelos arquitetos durante o processo de projeto. Valendo-se da versatilidade permitida pelo meio digital, os autores muniram o leitor de oportunidades variadas de exploração do objeto arquitetônico e do espaço urbano. Num dos modelos, é possível visualizar em episódios o processo de formação urbana do Centro do Rio de Janeiro desde o período Colonial; em outro, é possível atravessar o edifício do MES com planos que o secionam ortogonalmente, de forma a explora-lo espacialmente.

Vale lembrar também que nesse sentido, o emprego da Gráfica Digital como mídia possibilita uma compreensão espacial do objeto apresentado que não depende de conhecimentos prévios da representação técnica. Por meio da apreensão dos modelos digitais interativos, o leitor tem acesso a um entendimento que provavelmente não seria possível através de desenhos ou fotografias, por conta de sua natureza monofocal, nem através da leitura de plantas e cortes, tanto por conta de sua natureza bidimensional, quanto por conta do necessário conhecimento prévio acerca dos elementos e da linguagem do desenho técnico.

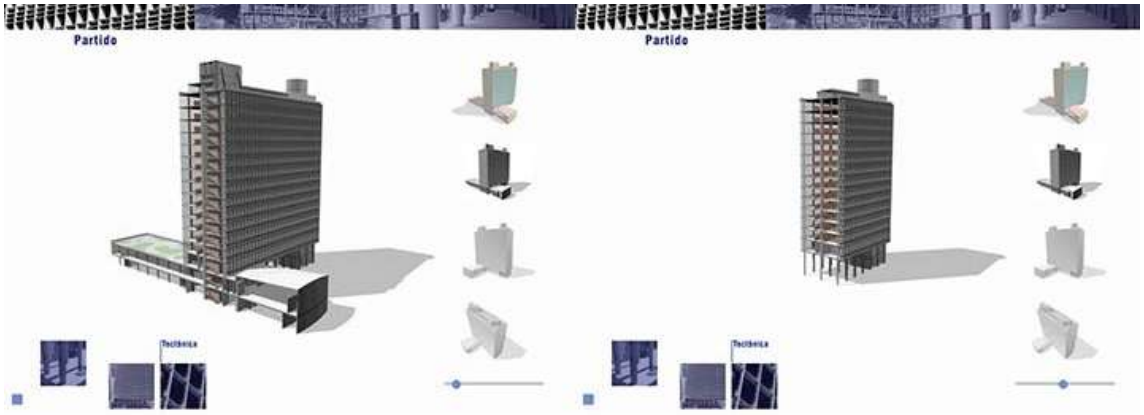


Figura 2 – Seção Transversal Interativa do MES.
Fonte: SEGRE, Roberto; KÓS, José; BARKI, José; VILAS BOAS, Naylor; BORDE, Andréa**. Work in Progress da Arquitetura Brasileira**: Ministério da Educação e Saúde. CD-ROM. Rio de Janeiro: PROURB/ FAU/UFRJ, 2005.

Portanto, é importante notar, em especial, que o desenvolvimento projetual do MES passou por diversas versões até atingir sua forma final. Possivelmente, essa é a característica chave que melhor ilustra a potência da produção do hiperdocumento nesse caso, pois a elaboração de modelos bidimensionais e tridimensionais permitiu a confrontação desses diferentes estados de desenvolvimento do projeto. Ainda, o hiperdocumento possibilitou a combinação de documentos diversos para a construção da análise.

Assim, a possibilidade da documentação e organização gráfica de todas as alternativas e informações dentro de uma unidade foi o que permitiu sua avaliação e comparação, aliadas ao entendimento dos caminhos tomados a partir do contexto histórico em que ocorreram.

Nas pesquisas tradicionais sobre as estruturas urbanas são produzidas conclusões que se articulam de maneira linear, com a escrita. De acordo com os pesquisadores, essa é precisamente a contribuição que a nova metodologia da pesquisa traz:

> [...] numa nova abordagem que impõe a representação gráfica digital e o hiperdocumento com o objetivo de abrir novas questões no relacionamento entre a informação, o tempo e o espaço, na representação das ideias sobre a cidade e a sua arquitetura (JOSÉ KÓS et al. 2009. p. 75-78)

Portanto, o hiperdocumento permite uma leitura não linear, em que, por meio da interatividade, o leitor escolhe a ordem em que a informação será apreendida. Como afirmam os pesquisadores (KÓS et al, 2009) a utilização da gráfica digital e do hiperdocumento abrem questões antes inacessíveis ao proporcionarem leituras multidimensionais dos espaços e uma reinterpretação da realidade. Essa síntese, argumenta Kós, dificilmente seria alcançada através de produções lineares.

5 Conclusão

Diante das técnicas de representação gráfica tradicionais e a escrita, a gráfica digital surge como uma nova ferramenta que permite a representação da cidade que, por sua vez, se torna cada vez mais complexa. No entanto, a representação gráfica digital ainda enfrenta uma indefinição metodológica diante do ensino acadêmico e da pesquisa científica. Ao analisar a produção científica na área da arquitetura e do urbanismo podemos observar que, diferentemente dos métodos tradicionais de representação, o uso da gráfica digital permite abranger o dinamismo da cidade, sendo sua versão virtual, uma obra aberta, em constante processo de formação e transformação.

Nesse sentido, os trabalhos desenvolvidos por Roberto Segre e pelo LAURD foram de extrema importância ao desenvolvimento metodológico do emprego da Gráfica Digital em estudos sobre urbanísticos e arquitetônicos no sentido em que buscaram conjugar uma base teórica sobre o entendimento da cidade às características inerentes e às possibilidades inovadoras da técnica.

Referências

BARKI, José. **O Risco e a Invenção**: Um Estudo sobre as Notações Gráficas de Concepção no Projeto. 2003, 270p., Tese de Doutorado – UFRJ/PROURB, Rio de Janeiro, 2003.

KÓS, José; BARKI, José; SEGRE, Roberto; VILAS BOAS, Naylor; BORDE, Andréa. **Investigação digital dos projetos do MESP**: a busca dos vestígios do modernismo brasileiro. In: SIGraDi, XIII, São Paulo, 2009. p. 75-78.

KOS, José. **3D Models of Urban Icons**: tracing Benjamin and Koolhaas. In: International Journal of Architectural Computing, v. 1, n.3, p. 293-312, 2003.

ROCA, Josep; MUÑOZ, Francisco; RUIZ, Carolina; LUPIAÑEZ, Andres; PUJOL, Marc**. Maqueta Virtual 3D de la Barcelona de siglo XVIII**. Metodología para la reconstrucción Virtual de ciudades del pasado. In: Autocad Magazine, n.88, 2004.

SALINAS, Francisco Muñoz; ALMIRALL, Pilar Garcia. **Methodology to Reconstruct Virtual Cities from the Past**. In: Arquitectura, Ciudad y Entorno. Barcelona, ano V. n. 13, 2010.

SEGRE, Roberto. **A sede do Ministério da Educação**: Ícone Urbano da Modernidade Carioca (1935-1945). In: ArqTexto PROPAR/UFRGS, Porto Alegre, ano VI, n. 6, 2005.

SEGRE, Roberto. **La Gráfica Digital como Instrumento de Pesquisa en la Historiografica Urbano-Arquitetónica**. In: Arquitectura y Urbanismo, Havana, v. XXXI, n. 1, p. 8-17, 2010.

SEGRE, Roberto. et al. **Havana Colonial**: Evolução dos Sistemas Simbólicos da Cidade Latino Americana. CD-ROM. Rio de Janeiro: PROURB/FAU/UFRJ, 1997.

SEGRE, Roberto; KÓS, José; BARKI, José; VILAS BOAS, Naylor; BORDE, Andréa. ***Work in Progress* da Arquitetura Brasileira**: Ministério da Educação e Saúde. CD-ROM. Rio de Janeiro: PROURB/FAU/UFRJ, 2005.

SEGRE, Roberto. **Ministério da Educação e Saúde**: Ícone Urbano da Modernidade Brasileira (1935-1945). São Paulo: Romano Guerra Editora, 2013.

SEGRE, Roberto. **Memorial do LAURD**. In: Leituras Gráficas da Cidade: Anais do I seminário LAURD/PROURB. Cabral, Maria Cristina et al (org.). Rio de Janeiro: Rio Book's, 2014.

TSIOMIS, Yannis. **Le Corbusier**: Rio de Janeiro 1929-1936. Rio de Janeiro: Centro de Arquitetura e Urbanismo do Rio de Janeiro, 1998.

VILAS BOAS, Naylor. **A Esplanada do Castelo**: Fragmentos de uma História Urbana. 2007, 167p., Tese de Doutorado – UFRJ/PROURB, Rio de Janeiro, 2007.

VILAS BOAS, Naylor. **A Construção de Cidades Digitais**: Desafios e Estratégias Metodológicas. In: I ENANPARQ, Rio de Janeiro, 2010.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

REPRESENTAÇÕES DE UM CUBO POR ESTUDANTES DE ARQUITETURA: UM EXERCÍCIO FORMATIVO PARA A DOCÊNCIA

BORDA, Adriane Almeida da Silva [1],
NOGUEIRA, Tatiane Brisolara [2],
ROCHA, Luciana Sandrini [3]

Resumo

Realiza-se uma análise comparativa de desenhos produzidos por estudantes de arquitetura nos momentos inicial e de conclusão de sua formação profissional, de uma faculdade em específico. Estes desenhos foram produzidos mediante o desafio de representação, em um tempo determinado, de três figuras (cubo, esfera e árvore), em perspectiva, sob três pontos de vista diferentes. O período de coleta dos dados, até então analisados, compreende de 2014 a 2019. Apoiando-se em estudos de Piaget, este exercício docente busca discutir e explicitar os parâmetros de análise para compreender os elementos indicativos do estágio de tomada de consciência das lógicas dos sistemas de projeção empregados por cada estudante. Os resultados, sem o propósito de categorizar o perfil dos participantes, contribuem para a formação docente na área de representação, construindo critérios e apontando estratégias para a configuração de discursos didáticos que possam auxiliar, de maneira objetiva, os estudantes a apropriarem-se de seus processos de metacognição.

Palavras-chave: docência; representação gráfica; Piaget.

Abstract

A comparative analysis of drawings, produced by architecture students from a specific college, is made at the beginning and completion of their professional qualification. These drawings were produced by the challenge of representing, at a given time, three figures (cube, sphere and tree), in perspective, from three different points of view. The data collection period, until then analyzed, comprises from 2014 to 2019. Supported by Piaget's theories, this teaching exercise seeks to discuss and make explicit the analysis parameters to understand indicative elements of being awareness by the students about the logics of the projective systems used. Without the purpose of categorizing the participants' profile, the results of this research contribute to teacher education in graphics representation area, building criteria and pointing strategies for the establishment of didactic discourses that can objectively help students to appropriate their own metacognition processes.

Keywords: teaching; graphic representation; Piaget.

[1] Universidade Federal de Pelotas | adribord@hotmail.com
[2] Instituto Federal Sul-rio-grandense | tatiane.b.nogueira@gmail.com
[3] Instituto Federal Sul-rio-grandense | luciana@pelotas.ifsul.edu.br

1 Introdução

Este estudo se inicia a partir da trajetória docente das pesquisadoras tanto em cursos de graduação quanto em nível técnico e busca avançar na compreensão do ensino formal para a representação gráfica, particularizada, neste caso, pela produção de croquis em perspectiva. Inicialmente, compreendemos que o desenho, no contexto de ensino de arquitetura, tem caráter representativo e de antecipação, confundindo-se muitas vezes com o próprio ato projetual. Investiga-se de que modo a formação acadêmica tem contribuído para a construção de conhecimentos em Geometria, que é a base teórico-conceitual da representação gráfica em Arquitetura. De acordo com Gonçalves (2011):

> O desenvolvimento da capacidade de fazer relações mentais por meio das noções de medidas, localização, posicionamento, rotação, deslocamento, escalas e representação, originados pela observação de elementos visuais, é promovido pelo estudo da Geometria, fazendo com que os estudantes ampliem a habilidade de compreender, previamente, o espaço e os objetos a serem criados. (GONÇALVES, 2011, p. 99)

O desenho é a linguagem adotada como meio de comunicação em todas as fases de elaboração de um projeto, e se estabelece através de um processo de codificação e decodificação de símbolos e signos próprios da representação gráfica. Portanto, os processos formativos de arquitetos, engenheiros e técnicos de especialidades que atuam sobre o espaço devem passar pela sistematização dos conhecimentos em Geometria.

> O problema fundamental do desenho de arquitetura é como representar formas, construções e espaços tridimensionais em apenas duas dimensões. Três tipos distintos de sistemas evoluíram ao longo do tempo para cumprir essa missão: desenhos de vistas múltiplas, de linhas paralelas e em perspectivas cônicas. [...] Entender esses princípios e suas convenções é crucial para elaboração e leitura de desenhos de arquitetura. (CHING, 2011, p. 35)

Estes sistemas, referidos por Ching, enquadram-se no âmbito das geometrias clássicas (Quadro 1), as quais são categorizadas de acordo com os tipos de transformações aplicadas aos elementos das figuras representadas, seja por isometrias, semelhanças, afinidades ou projetividades. Estas transformações são agrupadas em função dos invariantes projetivos, sendo a euclidiana a geometria mais restritiva, a qual mantém distâncias, ângulos, paralelismos e razões duplas, admitindo, por isto, somente transformações por translação, rotação e simetria: movimentos isométricos que conservam tais relações intrínsecas à figura representada. Neste estudo, em particular, se quer compreender as habilidades dos estudantes em produzir representações capazes de informar, em uma única imagem, a tridimensionalidade, o que implica em aplicar transformações, no mínimo, de distâncias e ângulos. O repertório técnico das disciplinas de representação, no contexto deste estudo, tal como se refere Ching, inclui os sistemas de projeção paralelo ortogonal, paralelo oblíquo e linear cônico, tratando-se assim, nos dois primeiros, sobre a manutenção dos paralelismos como invariantes, e, em todos os casos, também da manutenção das razões duplas.

Geometrias Clássicas			
Geometria	**Grupo de Transformações**		**Invariantes**
Euclidiana	Isometrias	translações	distâncias
		rotações	ângulos
		simetrias	paralelismo
			razões duplas
Equiforme	semelhanças	isometrias	ângulos
			paralelismo
		homotetias	razões duplas
Afim	afinidades		paralelismo
			razões duplas
Projetiva	projetividades		razões duplas

Quadro 1 - Geometrias clássicas .
Fonte: Sanz y Moratalla, 1998

Uma representação pode derivar de transformações geométricas mais radicais, para além das geometrias clássicas, passando para o campo da topologia. Neste campo podem ocorrer transformações por variações de distâncias, ângulos, paralelismos e razões duplas, admitindo também outros tipos, como por exemplo, transformações por torção e/ou compressão, sem, contudo, perder a referência de noções como interior e exterior ou acima e abaixo, direita ou esquerda, do objeto representado. Estas noções espaciais básicas, de limites de ocupação do espaço, de suas fronteiras, tardaram séculos para serem modeladas (matematicamente) e implementadas em ferramentas digitais de representação gráfica. Deve-se ter em conta o grau de abstração exigido para a resolução de modelos representativos de todos os tipos de transformações geométricas, sendo crescente, desde o espaço euclidiano ao topológico.

A apropriação desses conhecimentos envolve, muito além do reconhecimento desta sistematização da geometria, sob o conceito de invariante projetivo, o desenvolvimento do raciocínio visuoespacial, avançando-se para o campo da psicopedagogia. Nesta direção, deve-se considerar que, em geral, os professores advindos de cursos de bacharelado, como arquitetos e engenheiros, não possuem formação pedagógica, dispondo de pouco conhecimento didático para auxiliar os estudantes em seus processos de aprendizagem. Teorias de desenvolvimento cognitivo promovem a compreensão sobre o modo pelo qual os estudantes aprendem, e podem auxiliar pedagogicamente esses professores.

O trabalho do biólogo, epistemólogo e psicólogo suíço Jean Piaget tem especial importância para esta pesquisa, pois ele estudou a psicogenética do desenvolvimento da criança a partir das noções do espaço (PIAGET & INHELDER, 1993; PIAGET, 2007). Apesar do foco, no caso aqui estudado, ser a aprendizagem de jovens ou adultos, ingressantes em um curso de arquitetura, entende-se fundamental a compreensão da gênese do processo cognitivo relativo ao raciocínio visuoespacial. Outros autores, como Silva Jr. (2007), Moniz (2013), Pereira, Duarte e Lopes (2011) e Rodrigues (1996) também se apropriaram das teorias de Piaget para estudar os processos cognitivos envolvidos no ato de desenhar dirigidos a um grupo de jovens/adultos.

Piaget defende que a apropriação do conhecimento pela criança se estabelece em função da interação deste com o meio, em estádios que evoluem, normalmente, associados de maneira aproximada com a idade, desde o período sensório-motor (dos 0 aos 2 anos e quando se dá o início das interações sociais), passando pelo pré-operatório (entre 2 e 7 anos), operatório concreto (entre 7 e 12 anos), até atingir o estádio das operações formais (dos 11-12 anos). Inicialmente a crian0ça depende da interação com os objetos concretos para raciocinar sobre eles, mas evoluem e, a partir de aproximadamente 7 anos, quando se iniciam os estádios operatórios, ela passa a desenvolver a habilidade de "reversibilidade" em que pode operar tanto do concreto ao abstrato quanto do abstrato ao concreto, tendo a consciência de que se trata de uma mesma operação. Cada um desses períodos se caracteriza pela conquista, pelo indivíduo, de competências que avançam gradualmente desde as operações mais simples com objetos concretos até os mais elevados níveis de abstração, que constituem o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e onde o indivíduo torna-se capaz de operar exclusivamente com hipóteses. A referida teoria explica que cada estádio é caracterizado por processos graduais de assimilação, acomodação e equilibração, necessários ao desenvolvimento do estádio seguinte. A obra mais expressiva nesse tema trata-se da "A representação do espaço na criança" (PIAGET & INHELDER, 1993). Nesta obra os autores afirmam que o espaço perceptivo "é construído segundo uma ordem de sucessão que vai de relações topológicas iniciais a relações projetivas e métricas, depois, finalmente, a relações de conjuntos ligadas aos deslocamentos dos objetos, uns relativamente aos outros" (PIAGET & INHELDER, 1993, p. 60). Sendo assim, a criança se relaciona ativamente, desde muito cedo, com o espaço sensório-motor, através da percepção e do desenvolvimento da motricidade, avançando até a conquista da linguagem e da representação figurada, que constitui o interesse particular desta pesquisa. Piaget faz distinção entre o espaço perceptivo (ou sensório-motor) e o espaço representativo (ou intelectual), explicando que "a percepção é constituída em contato direto com o objeto, ao passo que a imagem intervém em sua ausência" (p. 471). Segundo eles,

> É a partir do momento em que aparece a função simbólica, isto é, em que se diferenciam os "significantes", sob a forma de símbolos (imagens) ou de signos (palavras), e os "significados", sob a forma de relações pré-conceituais ou conceituais, que a representação é acrescentada à atividade sensório-motriz. É nesse nível que começa o espaço representativo... (PIAGET & INHELDER, 1993, p. 472)

Compreende-se com isto que o conhecimento se estabelece através da ação interiorizada sobre o espaço. Piaget ressalta que "por mais indispensável que seja a título de suporte ou significante, não é a imagem que determina as significações: é a ação assimiladora que constrói as relações, cuja imagem não é senão um símbolo" (PIAGET & INHELDER, 1993, p. 476). Quando a imagem é produzida sem estas relações, apresenta caráter puramente figurativo, sem significado.

Nos estádios sensório-motor e pré-operatório (anteriores aos estágios operatórios), a representação espacial tende a ser apenas uma "evocação figurada", uma reprodução de imagens conhecidas, e a criança ainda não é capaz de operar com os objetos ativamente (representar, por exemplo, um objeto em diferentes pontos de vista ou imaginar a seção de

um objeto qualquer sem precisar executá-la). A representação espacial passa a ser uma ação interiorizada quando ela adquire domínio sobre significantes e significados, e já não depende de objetos concretos para operar com eles, sendo capaz de trabalhar sobre hipóteses e dominando a habilidade de reversibilidade.

O diálogo estabelecido por Piaget com a geometria facilita assim compreender que as noções do espaço são construídas em função do desenvolvimento de relações de caráter topológico, projetivo e euclidiano. Ele explica que, enquanto as relações de caráter topológico dizem respeito às operações infralógicas, as de caráter projetivo e euclidiano estão relacionadas às operações lógico-aritméticas. As relações topológicas se estabelecem a partir da intuição espacial que ocorrem a partir da percepção ativa e do desenvolvimento da motricidade. Nesta concepção, as relações espaciais elementares são: 1) de vizinhança ou proximidade entre elementos que se encontram num mesmo campo de visão; 2) de separação ou dissociação, distinguindo elementos entre si numa determinada totalidade; 3) de ordem ou sucessão espacial, entre elementos ao mesmo tempo vizinhos e separados e organizados de modo sequencial ou de repetição, como as simetrias; 4) de circunscrição ou envoltório, como ocorre na relação de interioridade de um objeto dentro de uma caixa; e 5) de continuidade de linhas e superfícies, relacionada à percepção de um campo espacial contínuo. Na geometria estas relações constituem a topologia, que diz respeito às relações elementares de uma mesma figura considerada em si mesma e da analogia entre uma figura e outra, distinguindo-se das noções de formas rígidas, de distâncias, retas, ângulos, medidas e relações projetivas (PIAGET & INHELDER, 1993, p. 21-23).

As relações projetivas, por sua vez, evoluem a partir das relações topológicas (homeomorfias, ou intrínsecas ao objeto), mas diferenciam-se destas por se tratarem de relações entre objetos de um sistema, assim o objeto ou sua figura passa a ser considerado a partir de um ponto de vista e das relações que estabelece neste conjunto. “Com as noções projetivas, as formas das figuras, suas posições respectivas e as distâncias aparentes que as separam, mas todas sempre relativamente a um ponto de vista considerado, são acrescentadas às relações topológicas internas” (PIAGET & INHELDER, 1993, p. 488). Referem-se tanto aos pontos de vista coordenados quanto aos planos sobre os quais se projetam as figuras. “Nas relações projetivas, nem as paralelas, nem os ângulos, nem as distâncias são ainda conservadas” (PIAGET & INHELDER, 1993, p. 495).

Assim como as relações projetivas, as relações euclidianas também derivam das relações topológicas. Ambas constituem relações de desenvolvimento mais tardio, e ainda que sejam independentes entre si, são solidárias. As relações euclidianas baseiam-se na conservação de distâncias, paralelismos ou convergências, proporções e ângulos.

Piaget defende que o raciocínio lógico-matemático se constrói a partir da experiência ativa sobre o espaço sensório-motor. Percebe-se que Piaget se apropria do conhecimento matemático para explicar, do ponto-de-vista da Psicologia, como ocorre o desenvolvimento cognitivo espacial em crianças. No entanto, Piaget observa uma ordem de aquisição de habilidades (inicialmente as relações topológicas, e a partir destas as relações projetivas e euclidianas) distinta da Matemática:

> (...) essa ordem de sucessão nada tem de necessária e encontra-se mesmo tão pouco com as ideias habituais sobre a representação espacial que, a nosso ver, ela ainda não foi reconhecida (...). Tal inversão da ordem genética perceptiva não teria tido nada de absurdo, pois a ciência geométrica seguiu esse caminho: os elementos de Euclides apoiam-se na geometria métrica e nas semelhanças, a geometria projetiva só tomou corpo nos séculos XVII (Desargues), XVIII (Monge) e XIX (Poncelet), ao passo que a *Analisis situs* ou topologia é uma concepção moderna. Poderia, pois, ter acontecido de a representação intuitiva, como a análise reflexiva, ter invertido a ordem da gênese real e é o que se admite geralmente quando a ordem reflexiva e a ordem genética não são confundidas, ao modo dos autores de tratados elementares que partem da distância e das figuras euclidianas simples como se se tratasse dos "elementos" reais da construção do espaço. (PIAGET & INHELDER, 1993, p. 61)

Entende-se que compreender estas duas leituras, de direções contrárias quanto aos níveis de abstração, do ponto de vista matemático e psicológico, pode facilitar a construção de uma postura didática sensível à detecção das dificuldades dos estudantes para a apropriação efetiva de habilidades para a produção de representações coerentes com os sistemas de projeção estudados ao longo de um curso de arquitetura.

Deve-se destacar a dúvida, pela experiência docente das autoras envolvidas neste estudo, sobre a possível permanência da produção, por alguns indivíduos, de representações figurativas mesmo ao final de um processo formativo em arquitetura.

2 Metodologia

Diante dos objetivos estabelecidos e apoiando-se em Gil (2002), considera-se que esta pesquisa pode ser classificada como descritiva, por buscar descortinar e apresentar dados sobre um determinado contexto, de formação no campo da geometria e representação, envolvendo estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, UFPel. A partir de Groat & Wang (2013), autores que tratam de métodos de pesquisa aplicados a contextos específicos de Arquitetura e Urbanismo, compreende-se também que este estudo pode ser caracterizado como um Estudo de Caso, exigindo a imersão e extração de dados de um contexto real.

Os dados aqui estudados (representações gráficas de um cubo) decorrem de um processo de coleta que compreende o período de 2014 a 2019, permitindo assim a obtenção de representações realizadas pelo mesmo sujeito, nos momentos de ingresso e de conclusão de curso. Atualmente conta-se com vinte e cinco (25) casos passíveis de análise.

O processo de coleta parte da exposição dos estudantes a um tipo específico de exercício, com o seguinte enunciado: representar um cubo, uma esfera e uma árvore, cada um deles sob três pontos de vista diferentes, em perspectiva (de acordo com a compreensão de cada um sobre este conceito). Este exercício é proposto para ser realizado em apenas dez minutos, partindo-se do pressuposto que, com este tempo, as representações serão realizadas a partir de um repertório mais imediato possível. A Figura 1 exemplifica o tipo de resultado do exercício: no máximo nove representações, tendo em vista que nem todos os estudantes ingressantes, ou até mesmo concluintes, atendem ao enunciado completamente. Junto à apresentação deste exercício, no primeiro momento de coleta, faz-se

a explicação dos objetivos do registro das habilidades prévias para a representação em perspectiva. Destaca-se também, junto ao enunciado, sobre a recomendação de não utilizar borracha, sendo importante que todas as tentativas de redirecionamento do traço constituam a história do desenho, aconselhando-os a reforçar, caso necessário, os traços considerados mais representativos.

Deve-se destacar que este exercício é utilizado, principalmente, como estratégia didática de introdução de uma disciplina de primeiro semestre de curso que trata fundamentalmente do estudo da geometria descritiva. Busca-se empoderar os estudantes com a percepção de que quem sabe desenhar um cubo em perspectiva, sabe desenhar qualquer coisa, desde que compreenda as relações geométricas entre eles. Com isto, introduz-se diretamente o conceito de sólido envolvente como método de representação. Tanto para o caso da esfera quanto para o da árvore, destaca-se a lógica de identificação destas relações e das razões entre altura, largura e profundidade intrínsecas a estes objetos, facilitando a estruturação do desenho.

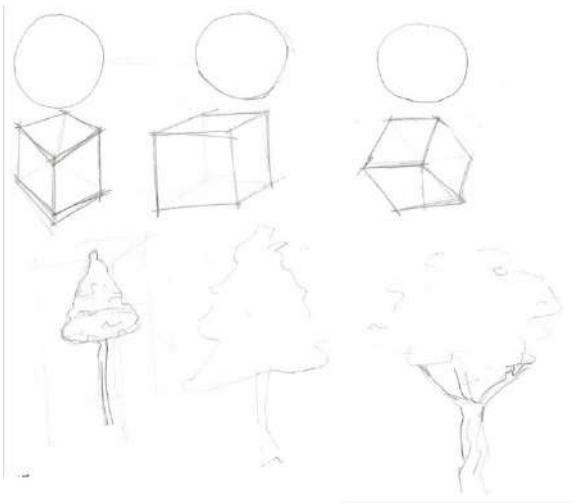


Figura 1: desenho elaborado por uma estudante em estágio inicial.
Fonte: acervo das autoras.

Neste momento o estudo abarca especificamente as representações do cubo, caracterizando-o como um Estudo Piloto para configurar o método de análise, e foi desenvolvido a partir das seguintes etapas: A. Revisão bibliográfica, centrada especificamente no estudo da teoria piagetiana associada ao estudo da geometria, conforme mencionada no corpo desta introdução; B. Estruturação do método de Análise de dados (Estudo de caso); C. Análise dos dados (Estudo Piloto) e D. Discussão.

3 Desenvolvimento

3.1 A Estruturação do método de análise

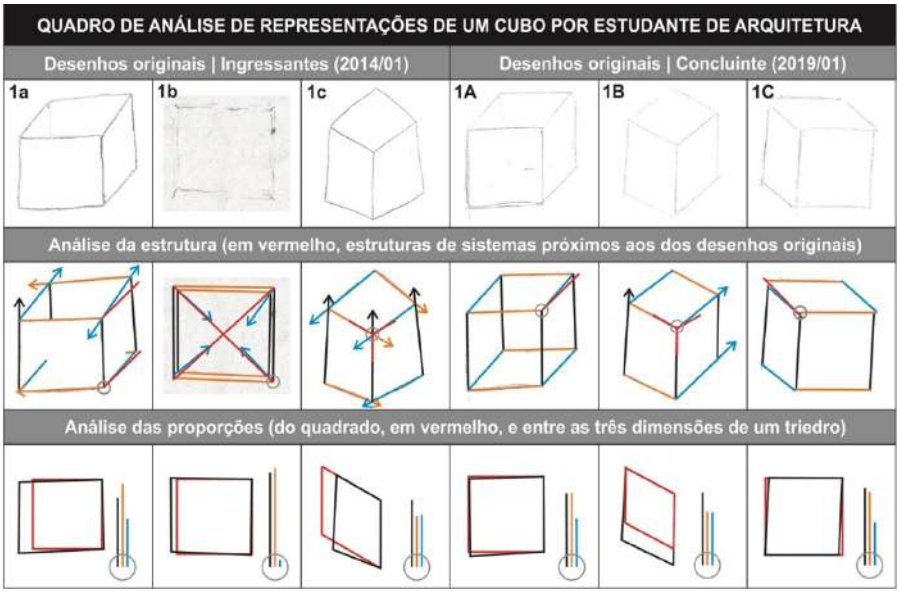
O método de análise foi estruturado com o propósito de identificar a compreensão dos invariantes projetivos a partir de cada um dos sistemas adotados para a representação do cubo (uma abordagem projetiva e euclidiana). Desta maneira, analisam-se as habilidades no espaço representativo (intelectual), para além do perceptivo (sensório-motor). Busca-se assim identificar elementos que indiquem a tomada de consciência de cada estudante em relação ao sistema adotado, tendo-se em vista a dúvida de que muitos estudantes ingressam, e mais

do que isto, concluem o curso com a reprodução de imagens (evocação figurada) e não propriamente executando a operação da representação, com o significado das transformações no espaço projetivo.

O Quadro 2 exemplifica a maneira como está sendo realizada a análise. Na primeira linha tem-se os desenhos separados em colunas, sendo nas três primeiras os do momento de ingresso e nas outras três os de conclusão. Na segunda linha, sobre os mesmos desenhos, utiliza-se da cor para evidenciar as relações entre arestas de mesma dimensão: largura, em laranja; altura, em preto; profundidade em azul. Em vermelho estão representadas as direções relativas aos sistemas considerados mais próximos às direções dos desenhos: direção das fugitivas, quando próximo ao sistema paralelo oblíquo; direções que definem um triedro em isometria; direções que indicam pontos de fuga, no caso de estruturas indicativas da adoção de um sistema cônico. Os círculos em cinza estão posicionados nos vértices dos triedros considerados para selecionar as arestas a serem comparadas em suas dimensões. Na terceira linha, então, registra-se a justaposição das arestas do triedro referido, analisando-se as proporções entre elas, para concluir sobre a coerência com as lógicas dos sistemas adotados. Em vermelho, está a representação de um quadrado de acordo com o sistema identificado como o mais próximo e compara-se com o contorno de uma das faces que mais se assemelha a esta proporção (em preto).

Os desenhos estão sendo comparados com as estruturas mais recorrentes: paralela oblíqua (de acordo com as lógicas recomendadas pela norma brasileira de desenho técnico: com redução de 1/3 para as fugitivas a 30° graus, 1/2 para as fugitivas de 45° e 2/3 para fugitivas a 60°); paralela ortogonal (isometria, dimetria e trimetria) ou sistema cônico (com um, dois ou três pontos de fuga).

Os quadros 2 e 3 referem-se a dois casos já analisados.



Quadro 2 - Análise dos desenhos - amostra 1.
Fonte: elaborado pelas autoras.

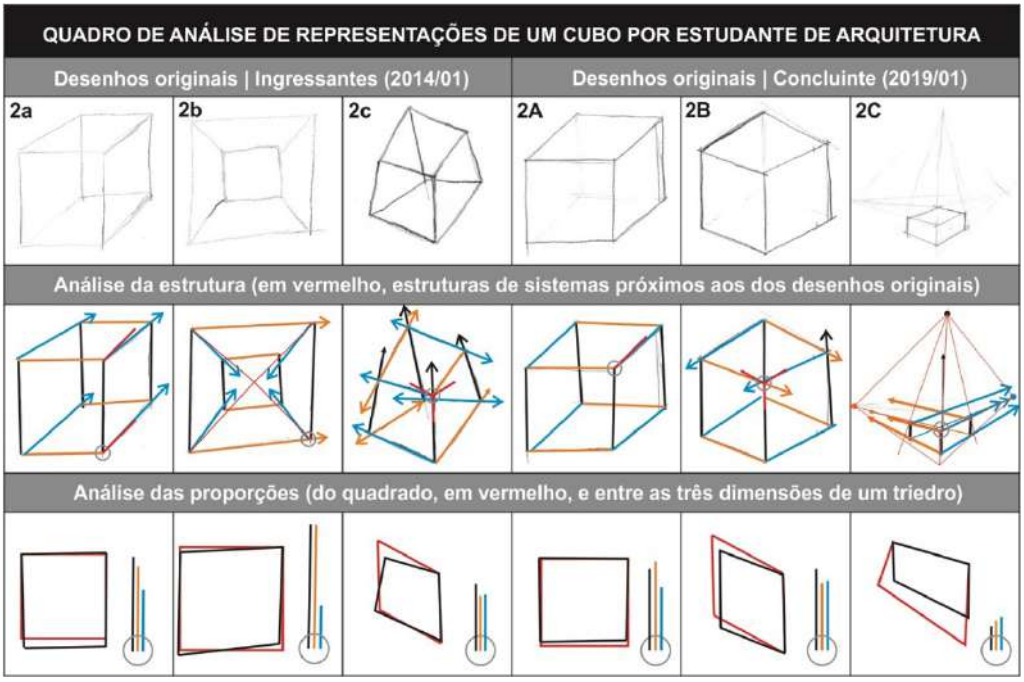
Em relação às análises dos seis desenhos do caso 1 (Quadro 2), foram registradas as seguintes observações: 1) para o 1a, entende-se que a estrutura do desenho está coerente com as regras do sistema paralelo oblíquo para a representação de um cubo, com mínimos

desvios admissíveis para o desenho à mão livre, inclusive, frente à indicação da norma brasileira de desenho, pois direciona as fugitivas a 45 graus com ½ de redução da profundidade; 2) para o 1b se observa a manutenção de paralelismos entre alturas e larguras, configurando o plano frontal da figura com proporção próxima a de um quadrado. As posições das arestas de profundidade sugerem um ponto de fuga, sendo que este não chega a se configurar como lugar geométrico de convergência das mesmas. A proporção entre os lados dificulta a compreensão de um cubo. 3) No 1c a estrutura está próxima de uma isometria, mas percebe-se também a tendência de delimitar convergências em sentido inverso (para largura e profundidade), o que remete à estrutura de uma perspectiva de três pontos de fuga. O fato de as alturas estarem proporcionalmente maiores às demais dimensões, compreende-se a figura diferente de um cubo. 4) o 1A indica que o estudante, nesta fase concluinte, aperfeiçoa a imagem produzida lá em seu ingresso, mantendo as regras do sistema paralelo oblíquo em relação aos paralelismos e representa as proporções exatas de um quadrado. A profundidade está com redução próxima à recomendada pela norma. 5) no 1B se percebe a tomada de consciência em relação às regras de paralelismo do sistema adotado. Entretanto, não há o ajuste das dimensões de altura, em relação as demais dimensões, para facilitar a compreensão de um cubo (em isometria). 6) no 1C, o estudante demonstra a compreensão de operar no espaço no âmbito do sistema paralelo oblíquo (mudança de posição do observador). Observa-se o controle dos paralelismos, mas um descuido em delimitar os lugares geométricos dos vértices como origem de um triedro. A profundidade está com redução próxima à recomendada pela norma.

Para este caso 1 observa-se também que o conjunto dos desenhos, no momento de ingresso, evoca uma carga figurativa, parecendo reproduzir imagens conhecidas, sem associação com a lógica das transformações no espaço projetivo. O desenho 1a, está organizado pela repetição dos quadrados deslocados e as simetrias das arestas de profundidade (regra memorizada para a representação de um cubo/signo). O desenho 1b, apresenta a recursão do quadrado, com a união dos vértices correspondentes para simular a profundidade (sem a consciência de um ponto de fuga correspondente com a posição do observador). O desenho 1c traz a imagem do eixo isométrico, mas logo fica confuso por mesclar uma lógica do fenômeno visual/perceptivo que não tem a ver com a representação técnica e abstrata do sistema paralelo. Com isto, estes desenhos podem se situar mais no campo do espaço topológico do que no projetivo. Já no momento de conclusão, os três desenhos não incluem o sistema cônico. Isto não permite deduzir sobre a não apropriação deste conhecimento, mas pode indicar que pelo menos o sistema paralelo é um repertório mais imediato e confortável para este estudante, tendo em vista o limite de tempo para a realização do exercício. Devendo-se ter em conta que o sistema cônico exige um nível de abstração maior, em termos lógico-aritméticos. Estes desenhos demonstram a apropriação das regras de paralelismo, mas sem o controle de proporções em uma das representações.

Em relação às análises dos seis desenhos do caso 2 (Quadro 3), foram registradas as seguintes observações: 1) o 2a, observa-se a intenção de um desenho em perspectiva cônica, embora exista convergência, no máximo, de duas a duas das profundidades. Quanto à proporção observa-se a não correspondência de um quadrado e a relação da profundidade

não condiz com as demais, não remetendo à compreensão de um cubo. 2) no 2b a imagem remete a uma perspectiva cônica com um ponto de fuga, entretanto observa-se o quão figurativa se apresenta: sem configurar os lugares geométricos do ponto de fuga das profundidades e de um dos vértices como interseção de quatro arestas. 3) no 2c o sistema é dúbio. Por quebrar alguns paralelismos, fica próximo do cônico, perceptivo. Porém, o triedro frontal e a face superior indicam regras do paralelo oblíquo (uma dimetria) denunciando assim a falta de tomada de consciência do sistema adotado. 4) no 2A, uma imagem bastante similar ao 2a, o desenho é aperfeiçoado em relação aos paralelismos e às proporções (exatas de um quadrado), porém segue fugindo do padrão indicado pela norma para representar a profundidade. 5) no 2B a representação corresponde com uma isometria, considerando-se ser um desenho a mão. 6) o 2C, declara a técnica de três pontos de fuga, mas na hora de reforçar o traçado parece quase impor a regra de um sistema paralelo ortogonal, e a proporção adotada entre as arestas não remete à representação de um cubo.



Quadro 3 - Análise dos desenhos - amostra 2.
Fonte: elaborado pelas autoras.

A força da imagem, da evocação do figurativo, ilustrada pelo desenho 2C, do caso 2, parece sobrepor à tentativa de um processo de apropriação do conhecimento (assimilação, acomodação e equilibração) para avançar do nível de abstração exigido pelo sistema paralelo para aquele exigido para a compreensão do sistema linear cônico. Observa-se que mesmo havendo a explicitação das regras do sistema cônico, com a localização de três pontos de fuga, a lógica da estrutura do cubo foi a de ter o paralelismo como invariante projetivo, incoerente com o sistema declarado.

Desta maneira, em ambos os casos, 1 e 2, se identificam elementos que parecem denunciar a falta de tomada de consciência sobre o significado de cada representação, das transformações necessárias para a reversibilidade, para efetivamente facilitar a comunicação de um cubo.

A teoria piagetiana nos faz compreender os estádios de desenvolvimento para a construção da noção de espaço associado à idade, considerando que aproximadamente aos 12

anos, normalmente, pode-se atingir a maturidade para a representação. Tendo-se em conta que os indivíduos envolvidos tem idade acima de 17 anos, entende-se que o sistema formativo não está aproveitando o tempo de cinco anos (mínimo do curso) para provocar a tomada de consciência sobre as habilidades necessárias para representar, tão imprescindíveis na formação para a ação projetual. É perceptível que o sistema educativo de nível fundamental e médio não dá conta de garantir um desenvolvimento natural de tais habilidades e, enquanto esta situação não muda, entende-se a necessidade de incentivar os estudantes ingressantes ao processo de reconhecimento de suas habilidades para representar. Nesta direção, investe-se na construção de discursos didáticos, impregnados de elementos de análise da teoria piagetiana como estratégia para auxiliar no processo de tomada de consciência, por parte dos estudantes, sobre o tipo de conhecimento apropriado.

Deve-se destacar que as análises dos desenhos das esferas e das árvores poderão melhor elucidar as questões aqui formuladas, sendo alvo das próximas etapas desta investigação.

4 Conclusões

Apoiando-se em estudos de Piaget, este exercício docente buscou discutir e explicitar os parâmetros de análise para compreender os elementos indicativos de tomada de consciência das lógicas dos sistemas de projeção empregados em cada desenho analisado. Os resultados, sem o propósito de categorizar o perfil dos participantes, contribuem para a formação docente na área de representação, construindo critérios e apontando estratégias para a configuração de discursos didáticos que possam auxiliar, de maneira objetiva, os estudantes a apropriarem-se de seus processos de metacognição.

Agradecimentos

Agradecemos aos estudantes que colaboraram no desenvolvimento deste estudo, assim como as três instituições às quais estão vinculadas às pesquisadoras: Universidade Federal de Pelotas, Universidade de São Paulo e Instituto Federal Sul-rio-grandense. Agradecemos à CAPES pela bolsa de doutorado de uma das autoras envolvidas.

Referências

CHING, Francis. **Representação gráfica em Arquitetura**. Tradução técnica: Alexandre Salvaterra - 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GONCALVES, Marly de Menezes. A importância do conhecimento geométrico aliado ao uso dos meios digitais. In: **Actas de Diseño: V Encuentro Latinoamericano de Diseño "Diseño en Palermo" Primer Congreso Latinoamericano de Enseñaza del Diseño.** Buenos Aires: [s.n.]. 2011. p. 98-102.

GROAT, Linda. and WANG, David. **Architectural Research Methods**. 2th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.

MONIZ, Carmen Machemer de Vasconcelos. **Visualização espacial na perspectiva da epistemologia genética**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação. Porto Alegre, 2013.

PEREIRA, Danilo Candido; DUARTE, Maria Eduarda Rabelo; LOPES, Andiara Valentina de Freitas. Desenvolvendo a inteligência viso-espacial nos alunos de engenharia da UFPE. In**: XX Simpósio Nacional De Geometria Descritiva e Desenho Técnico e IX Internacional Conference On Graphics Engineering for Arts and Design.** 2011, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: UFRJ: Escola de Belas Artes. 2011.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **A representação do espaço na criança.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

PIAGET, Jean. **Epistemologia genética.** 3. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2007.

RODRIGUES, Maria Helena Wylie Lacerda. A visão espacial no contexto da "gráfica". In**: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e XII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico**. 1996, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Editora da UFSM. 1996. p. 26-34.

SANZ, Mª Agripina, MORATALLA, Ascensión. 1998. **Geometría y Arquitectura, Geometría en la Arquitectura.** Cuadernos de apoyo a la docencia del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid.

SILVA JÚNIOR, Antônio Pedro. **Desenho manual e modelagem geométrica: o desenvolvimento da lógica do espaço na representação gráfica**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação. Porto Alegre, 2007.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

EXPLORING THE POTENTIAL OF THE FOURTH DIMENSION AS A SPECULATIVE DESIGN ELEMENT: REFLECTIONS AND APPLICATIONS

WANICK, Vanissa[1],

Resumo

O desenvolvimento de futuros conceptuais e imaginários é crucial para os designers, uma vez que abre possibilidades para pensar em aplicações de novas tecnologias. Com os avanços da Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR), há uma necessidade constante de integrar elementos 3D no design de interação. Com isso, é possível imaginar novos mundos que poderiam eventualmente ir além da terceira dimensão. Este artigo discute as implicações da quarta dimensão como um elemento de design especulativo. Através da discussão da pesquisa interdisciplinar e pela mistura de disciplinas como matemática, física, design e arquitetura, este artigo descreve o potencial de olhar para dimensões “invisíveis”.

Palavras-chave: 4D; 3D; Realidade Virtual, Design Especulativo, Arquitetura, Futurismo

Abstract

The development of conceptual and imaginary futures is crucial for designers since it opens possibilities to think about applications of new technologies. With advances of Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR), there is a constant need to integrate 3D elements in interaction design. With this, it is possible to imagine new worlds that could eventually go beyond the third dimension. This paper discusses the implications of the fourth dimension as a speculative design element. Through the discussion of interdisciplinary research and by mixing disciplines like mathematics, physics, design and architecture, it describes the potential of looking at “unseen” dimensions.

Keywords: 4D; 3D; Virtual Reality, Speculative Design, Architecture, Futurism.

[1] University of Southampton / v.w.vieira@soton.ac.uk

1 Introduction

In the classic romance of many dimensions, Edwin Abbott (1992) imagined how the third dimension looked like for 2-dimensional (2D) beings (the "flatlanders"). In the "flatland", a square received the visit from a sphere that looks like a circle. When invited to see the world from the point of view of the sphere, the square sees three dimensions, looking beyond its current two-dimensional world. It is the beginning of the discussion around "other" dimensions and speculations around them.

Thinking about "other" dimensions has been in the agenda of many artists and in particular Cubists and mathematicians (e.g. *Esprit Jouffret* (1903), mathematician who influenced Picasso and others) reinforcing the idea that graphical projections can aid the manifestation of the fourth dimension (HENDERSON, 2013). The fascination about other dimensions (that go beyond our 3D world) has influenced the development of speculations on how can we design real-world experiences.

Speculations within the Design disciplines are not new and overlap with activities such as critical design, design probes and design fictions, which can be used for the purpose of creating new worlds (AUGER, 2013). For designers, the development of "futures" is crucial since it is possible to think about applications of new technologies. The "what if" question is a constant variable that speculative design cares about (TONKINWISE, 2015). Science fiction is one way to express this narrative and films such as *Blade Runner* or *Minority Report*, try to portray how people would interact with "futuristic" technologies. For example, *Steampunk*, a science fiction movement that merges aspects from Victorian days with modern computing, has been used to explore design fictions, particularly through the Do-It-Yourself (DIY) movement and the influence of cultural aspects in design (TANENBAUM; TANENBAUM; WAKKARY, 2012). Speculations have also appeared in the field of geometry. In an article published in 2016, Colman (COLMAN, 2016) discusses the work of Robert Smithson[2], American artist who was extremely inspired by the temporal dynamics of decay and entropy in modern aesthetic structures, as mentioned by Colman in the following citation:

> Smithson thus mixes the categories of Euclidean and quantum physics as they were known in the mid twentieth century – where the Euclidean infers an homogenous time; whereas Quantum structures (including quantum geometries) allow for complexity and uncertainty (COLMAN, 2016)

This suggests that geometry allows possible futures and with technology in our hands it might be also possible to expand them. With advances in Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR), being three-dimensional is a requirement and it is why perhaps rethinking "dimensions" and geometries is also part of the design process, which also includes thinking about "impossible" geometries.

Why are we talking about the fourth dimension today? In the contemporary world, we are surrounded by uncertainties (PINK; AKAMA; SUMARTOJO, 2018); these can be a reflection of global politics, environmental concerns and the dissemination of fake news all over the world. Thus, by looking at uncertainties it might be a way to look towards possibilities. The conjecture that this paper conveys is that if either or not the fourth dimension has been

[2] http://www.robertsmithson.com/index_.htm

used as a speculative design element and what would be the possible applications that the fourth dimension can communicate, particularly in contexts such as product design, interface design, interactive media, architecture and experience design.

The aim of this paper is to demonstrate the application of the "speculative" fourth dimension in design disciplines as a design fiction element, looking at aspects like temporality and space in design. First, this paper reviews the concept of the fourth dimension, considering its interdisciplinary field. Then, the review is expanded towards the use of current technologies to interact and build artefacts in the fourth dimension. This review is followed by a list of possible applications of the fourth dimension as a speculative design element.

2 The interdisciplinary nature of the fourth dimension

In this section, the characteristics of the fourth dimension are discussed through a review of applications that consider the fourth dimension as an element of speculative design.

It is possible to see the fourth dimension through the lenses of mathematics and art as other types of geometric shapes (HENDERSON, 2013). Also, in mathematics, 4D has been mentioned as "dynamic". The *4D Julia set* and the *Mandelbrot set* are two examples of fractals that work through iterative function that repeats to infinite. Mandelbrot, for instance, has looked at the intricacies of nature and forms, describing irregular patterns and shapes as fractals (BURN; MANDELBROT, 2007); it shows the power of imagination through maths and the visualization of a maximum of iterations in a specific graph. Scientists can also use 4D as a visualisation resource. For example, whilst looking for keywords on "4D" and "data", it was possible to find tags[3] used by programmers and data scientists through *MatLab*, a software that helps data scientists to calculate large sets of data.

From the perspective of science, however, the fourth dimension is mostly related with time (ELBERT; KEIL, 2000). This is why space-time becomes the fourth dimension altogether, with the "fabric" of the universe (MUSSER, 2018) and most of our experiences depending on our perception in a specific time and space. For design disciplines, this aspect can sound quite speculative and perhaps far from real applications. For example, can 4D make our daily experiences better? And what is the relationship between 4D and design? How can the fourth dimension can be used a speculative design element?

Considering this, in order to understand the fourth dimension in this context, the next subsections are divided into parts that emerged from the literature review, considering the perspectives of architecture, product design and interactive media (e.g. games, VR, AR) through examples.

Interactive media

In 2017, *Miegakure* studio have produced two pieces of interactive media; one as a Virtual Reality (VR) interactive objects in 4D called "4D objects[4]", in which it is possible to play with 4D geometric solids and a game. In both examples, the shapes "shift" along the user's field of view. Particularly in the VR example, there is also the possibility to utilise depth to understand how the shapes move (see Figure 1 with a visual list of 4D toys).

[3] https://uk.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/?term=tag:%224d%22
[4] https://store.steampowered.com/app/619210/4D_Toys/

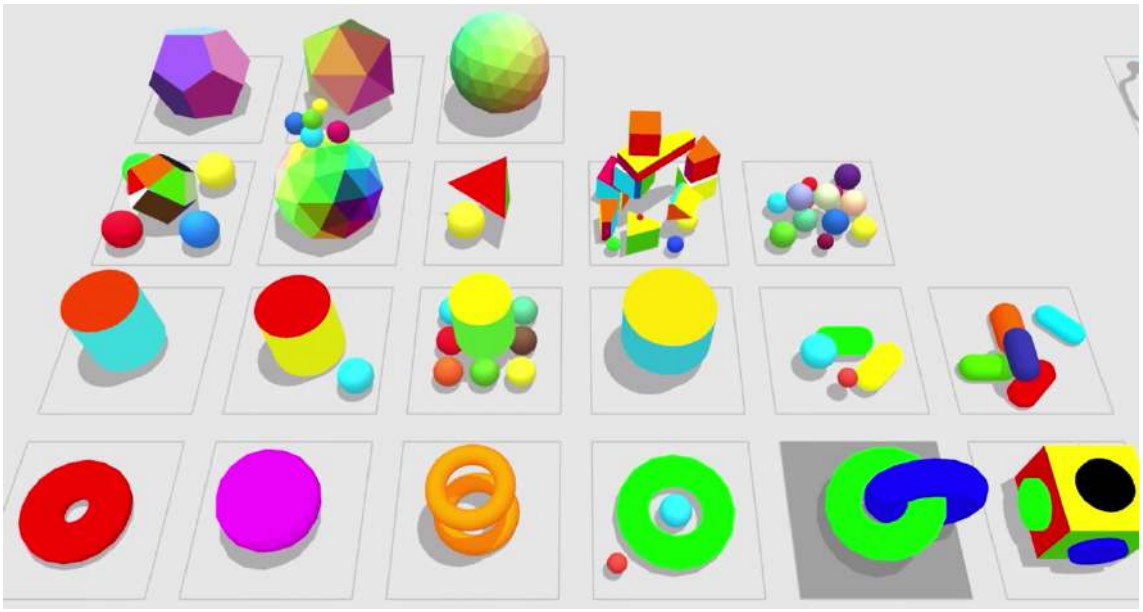


Figure 1 - Screenshot of the game 4D Toys, created by Marc ten Bosh (http://4dtoys.com/).
Source:

This aspect only highlights the nature of the fourth dimension as a design element, which is something that is "there", yet hidden to our eyes. The game *Fez*[5], from the designer Phil Fish, also touches the possibilities of merging dimensions and uses that as a mechanic in the game. Similar associations with geometry have been found in many 3D games. Another example is the mobile game *Monument Valley*[6], created by the design agency *ustwo*, in which the player needs to solve puzzles using the third dimension as a strategy. Similar strategies can be found in the work of M C Esher[7], showing paradoxical architecture schemes based on impossible (and infinite) geometries and tessellations. This approximation of other dimensions has been explored as a design element in different situations. By early 2000's, websites started adopting the *Parallax effect* for scrolling ("30 Great Websites with Parallax Scrolling", 2001), creating an illusion of depth in a 2D environment (the computer screen). Therefore, in the interactive media context, 4D is a mix of visual illusions, limited by the technology used (3D interfaces in VR or 2D interfaces in websites, for example). Brands are also being transformed from 2D to 3D. With advances on VR and AR technologies there is a constant need for 3D user interfaces and typography to be transformed into 3D (WILSON, 2018). Although this example does not explore the potential for the fourth dimension it shows that design elements can be transformed by technology. By adding another dimension to brand design, movement and depth also become part of the brand identity. This means that a "4D brand" would possibly include other layers not yet considered today, but could be enhanced by multisensorial design (HULTÉN, 2011).

Multisensorial design

The fourth dimension can also be a representation of multisensory elements, such as in 4D movies and 4D museums. For example, for movies and films, the 4D is presented in the

[5] https://store.steampowered.com/app/224760/FEZ/
[6] https://www.monumentvalleygame.com/mv2
[7] https://www.mcescher.com/

environment of the cinema, with motion control, vibration, air emission, tickler, water, smell or fragrance and light effects (OH; LEE; LEE, 2011). Thus, the fourth dimension becomes more than a mathematical term for a dimension that we cannot "see", but a dimension that is all about multisensorial perception and experiences. The artistic group *teamLab*[8] has many examples of applications of multisensorial experiences in spaces, using projections, sound and animations (see Figure 2). With projections all over the space in different areas, there is a recreation of the space using visual illusions and sound to provoke a sense of presence. A theme park using VR ("4D virtual reality theme park", 2013) is another example of the multisensorial layers of technology applied in order to promote immersive experiences.

Multisensory design is not new and has been employed as an approach in design and marketing (HULTÉN, 2011). For example, in 2011 Schifferstein presented a model for multisensory design, looking at methods required by designers to develop experiences and more interesting products for people. Thus, in multisensorial environments, technology plays a huge role on the development of the sense of illusion. Other aspects that are included in this scenario are not just visuals but related to sound effects (and acoustics).

Figure 2 - teamLab, 2018, Interactive Digital Installation, Sound (Hideaki Takahashi https://borderless.teamlab.art/ew/iwa-waterparticles/).
Source: teamLabBordeless.

Product design and architecture

Another example is active origami applied and product design. This technique utilises computational origami and responds to external non-mechanical stimuli (e.g. heat, chemistry, electromagnetism) (GE et al., 2014; PERAZA HERNANDEZ; HARTL; LAGOUDAS, 2019). These 4D objects can be printed, making use of kinematic geometry. This shows that in product design "movement" or kinematics is a key concept of the application of the fourth dimension idea, which may evoke aspects like personalisation. For example, in the website "Nervous System" (see Figure 3), users can create their own jewellery online, transforming the tessellations and using 3D visualisations to test their own prototypes online. This idea is very similar to tessellations and fractals that can be used in projects in architecture.

There is a strong relationship between form (the geometric form), movement and space

[8] https://borderless.teamlab.art/

in architecture. Movement in architecture can be understood through the lens of kinetic architecture (BAROZZI et al., 2016). In kinetic architecture, buildings are adaptive and have moving components. Elements such as time, physics, balance, speed, acceleration, form, serial repetition, mass, weight, complexity, scale, mystery and interaction are part of this interactive feature of kinetic architecture (ELKHAYAT, 2014). One example is the development of intelligent buildings such as the *Bionic Tower* in Abu Dhabi. The *Bionic Tower* created by architects at LAVA[9] is an adaptive building, composed by adaptive components that mimics natural shapes. Another example is the *Hypo Surface Wall*[10]. This wall is the first surface design that moves, interacting directly with human input. With new technologies, it is possible to prototype and design such buildings by the use of parametric architecture, through algorithms. For example, computational elements have aided architects to explore fractal geometry, kinematics, topological space, metamorphic architectures and genetic algorithms (STAVRIC; OGNEN MARINA, 2011). What is more, the way adaptive buildings are designed can also reflect cultural patterns. For instance, *Lideta Mercato*, a building in Ethiopia follows fractal shapes from dresses from Ethiopian women, showing how geometry can also reflect cultural elements (MAY, 2013). However, fractals and visible shapes are not the only way to build "spaces". Artist Bernard Leitner[11] looked at sound as a "building component", creating spaces using sound waves. Thus, building materials do not have to be visible all the time and that fits the idea of the fourth dimension. Speculations using architectural shapes can be used to imagine the future of cities. For example, artist *Tomas Massareno* created imaginary worlds using "air" as element. In this work Cloud Cities[12], the artist invites the public to a reflection about sustainable futures, in which cities would "fly" in the sky, but people would get a feeling of "buoyancy" or floating.

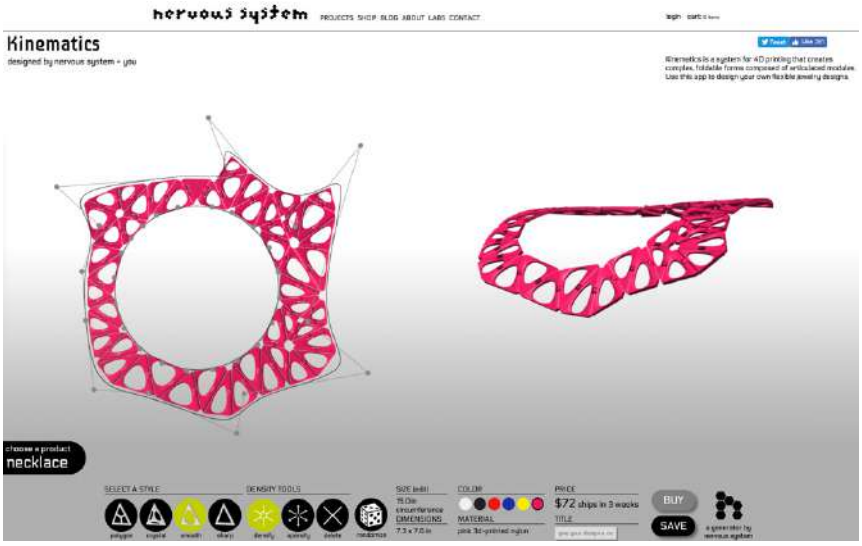


Figure 3 - Screenshot
Source: Nervous System https://n-e-r-v-o-u-s.com/

[9] https://www.arch2o.com/bionic-tower-lava/
[10] http://www.decoi-architects.org/2011/10/hyposurface/
[11] https://www.bernhardleitner.at/works
[12] https://studiotomassaraceno.org/stillness-in-motion-cloud-cities/

3 Speculative Design elements and applications

Speculative design is about thinking of new possibilities for the Design discipline (DUNNE; RABY, 2013) and because of that, time itself becomes a "design" element. If considering the aspects discussed about the nature of the fourth dimension, speculations in this case would have past, present and future existing simultaneously. The applications mentioned in the previous section showed most examples that had both physical and digital elements that were experienced by the "observer" or "observers". As for example, in 4D museums and 4D films, social presence is also a dimension (OH; LEE; LEE, 2011). As highlighted in the review in the previous section, the way the 4D is portrayed in design are through movement, space and time, but also form and function. And with that, materials might differ. For instance, sound could be a component from the fourth dimension since it is not "seen", but only experienced. From the review, adaptation is a key strategy. For example, buildings can adapt to thermal stimulus or visuals can be adapted to convey certain illusions to our senses (and provide a sense of immersion). At times, humans can interact with these stimuli; for example, an interactive wall or a game would have consequences based on our input. Thus, what is missing in the fourth dimension is the application and the rationale for the use of this dimension. What about human values? What can we make with that and why? In this section, two scenarios are discussed using the fourth dimension as a design element. For that, characteristics are considered: spatial interaction, movement (e.g. kinematics), time, geometry, senses (including sound) and technological artefacts (e.g. VR, algorithms).

Scenario 1) Living memories

In this scenario people would be able to record their experiences using multisensorial data. For example, sensors would record smells, tactile information and visuals using cameras and other types of technology. After capturing the whole experience, people could revisit it, playing memories through multisensory VR equipment and immersive technologies. In an imaginary future, people could also change these memories and explore new choices. Questions related to this scenario are: *What if we could revisit a memory from a long time ago? What if we could change this memory? What if we could live this memory again? What would be the other possible choices we could have made? How can that affect the future?*

Once people change their "recorded" memories and make different choices, the "virtual" space (*spatial interaction*) could be transformed according to their choices. This would change the whole environment and the experience (*kinematics*). Since people would be able to record, revisit and change (virtually) their memories, then time would be a "constant" element, in which past, present and future coexist. The sensorial elements of this experience are related to the five senses captured by the "recorder", with possibly an addition of other senses that could include feelings and emotions. The geometry of this scenario lies on the design of the space (could be a living room, or outdoors environment). It would be required that in this case the "memory" is captured in fragments that can be combined into a full experience. Thus, geometric elements would include a full 360º degree view that could be fragmented in order to be recomposed in the virtual environment (see Figure 4). Technological artefacts that could be used are a recorder (camera with sound) and a way to record smells, tactile information and taste.

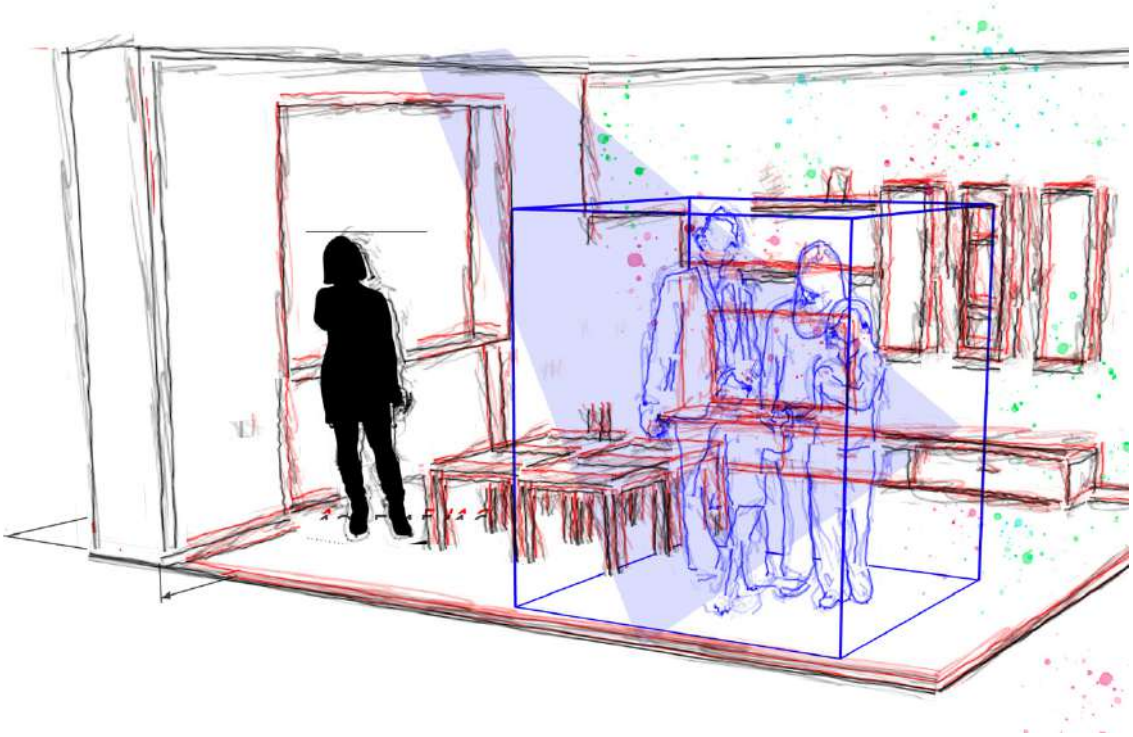


Figure 4 - Living memories scenario.
Source: sketch elaborated by the author

Scenario 2) Embodiment of nature

In this scenario people would be able to experience nature in a more "organic" way in their daily lives, being able to connect with all nature elements (plants, animals, etc.). The idea behind this is to bring back nature to human beings as everything as a living "being", which would include the embodiment of all senses. Questions related to this scenario are: *What if we could visualise (and feel) our own sound and the sound of everything near us, from radio waves and plants? How could that change our own choices and perspectives towards the environment? Can this connection with nature heal us?* Although this scenario could overwhelm people with the number of stimuli, the idea is that by using "invisible" elements, it would be possible to connect with nature in a more sustainable way and perhaps influence aspects such as mental health issues or even accessibility. For example, people with disabilities could be able to explore nature in other ways. In this case, by connecting with the environment (*spatial interaction*), which in this case it is more related to "outdoor" environment, people would be able to feel nature through different lenses (*senses*). In this case, the kinematic nature of the scenario is through biomorphic interactions (similar to adaptive buildings). This would be also reflected on the geometry of the space (which could include fractal geometry based on natural shapes). Time would depend on natural interactions and would make use of thermodynamics. Technological artefacts in this scenario are the use of intelligent materials and algorithms that could connect data from sensors and adapt the experience for each individual or group dynamically (see Figure 5).

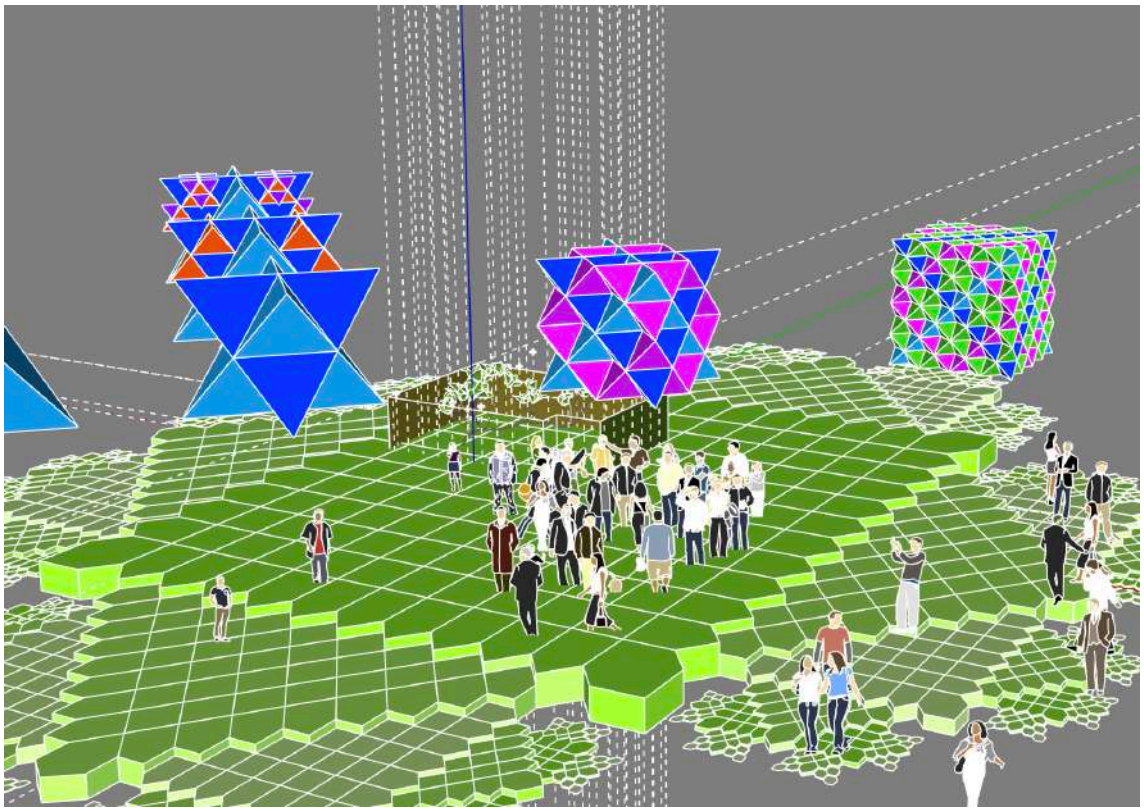


Figure 5 - Embodiment of nature in an outdoor environment.
Source: sketch elaborated by the author

4 Conclusion and final remarks

This paper aimed at exploring the fourth dimension as a speculative design element. The fourth dimension by nature is a speculative element, but it has been discussed in the literature in architecture and design as possibilities to improve individual or group experiences. That is, the fourth dimension might not be “seen” but “experienced” through different senses (or more). With the discussion of examples, it was possible to categorise the nature of 4D as an element that contains spatial interaction, movement (or kinematics), time, geometry, senses (including sound) and technological artefacts, such as VR, AR and algorithms. Through the development of two scenarios, it was possible to identify many opportunities for research in the area and the expansion of the fourth dimension as a speculative design element. This paper is a starting point on the discussion of speculative dimensions and it is expected that this paper can be of use for architects and designers willing to go beyond our three-dimensional world.

Image usage permission

Permission to use the screenshot of pages (Figure 1 and Figure 3) were granted by the original authors via email. Figure 2 is part of the media material published by teamLabBordeless in their website. Figures 4 and 5 were elaborated by the author using the software SketchUp.

References

30 Great Websites with Parallax Scrolling. Disponível em: <https://www.awwwards.com/30-great-websites-with-parallax-scrolling.html>. Acesso em: 19 maio. 2019.

4D virtual reality theme park. Disponível em: <https://www.designboom.com/technology/4d-virtual-reality-theme-park/>. Acesso em: 19 maio. 2019.

ABBOTT, E.A. ***Flatland: a romance of many dimensions***. Dover Publications Inc.; New Ed edition. 1992.

AUGER, J. Speculative design: crafting the speculation. **Digital Creativity**, v. 24, n. 1, p. 11–35, 28 mar. 2013.

BAROZZI, M. *et al.* The Sustainability of Adaptive Envelopes: Developments of Kinetic Architecture. **Procedia Engineering**, v. 155, p. 275–284, 2016.

BURN, R. P.; MANDELBROT, B. B. The Fractal Geometry of Nature. **The Mathematical Gazette**, 2007.

COLMAN, F. Speculative Geometry: Robert Smithson's glass jars, satellites and material aesthetics. **Journal of Visual Art Practice**, 2016.

DUNNE, A.; RABY, F. **Speculative Everything: Design, Fiction and Social Dreaming**. Cambridge MA: MIT press, 2013.

ELBERT, T.; KEIL, A. **Imaging in the fourth dimensionNature**, 2000.

ELKHAYAT, Y. O. Interactive movement in kinetic architecture. **Journal of Engineering Sciences**, 2014.

GE, Q. *et al.* Active origami by 4D printing. **Smart Materials and Structures**, 2014.

HENDERSON, L. D. **The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art**. Cambridge, MA, U.S.A.: MIT Press, 2013.

HULTÉN, B. Sensory marketing: the multi-sensory brand-experience concept. **European Business Review**, v. 23, n. 3, p. 256–273, 17 maio 2011.

JOUFFRET, E. **Traité élémentaire de géométrie à quatre dimensions et introduction à la géométrie à n dimensions**. Gauthier-Villars, 1903.

MAY, K. T. **Architecture infused with fractals | TED Blog**. Disponível em: <https://blog.ted.com/architecture-infused-with-fractals-ron-eglash-and-xavier-vilalta/>. Acesso em: 19 maio. 2019.

MUSSER, G. What Is Spacetime? **Scientific American**, v. 318, n. 6, p. 55–58, 15 maio 2018.

OH, E.; LEE, M.; LEE, S. **How 4D effects cause different types of presence experience?** Proceedings of the 10th International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry - VRCAI '11. **Anais**...New York, New York, USA: ACM Press, 2011Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2087756.2087819>. Acesso em: 19 maio. 2019

PERAZA HERNANDEZ, E. A.; HARTL, D. J.; LAGOUDAS, D. C. Introduction to Active Origami Structures. In: **Active Origami**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 1–53.

PINK, S.; AKAMA, Y.; SUMARTOJO, S. **Uncertainty and Possibility : New Approaches to Future Making in Design Anthropology**. London: Bloomsbury Academic, 2018.

SCHIFFERSTEIN, H. N. J. **Multi sensory design**. Procedings of the Second Conference on Creativity and Innovation in Design - DESIRE '11. **Anais**...New York, New York, USA: ACM Press, 2011Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2079216.2079270>. Acesso em: 11 mar. 2018

STAVRIC, M.; OGNEN MARINA. Parametric Modeling for Advanced Architecture. **International Journal of Applied Mathematics and Informatics**, 2011.

TANENBAUM, J.; TANENBAUM, K.; WAKKARY, R. **Steampunk as design fiction**. Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '12. **Anais**...New York, New York, USA: ACM Press, 5 maio 2012Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2207676.2208279>. Acesso em: 27 mar. 2016

TONKINWISE, C. How We Intend to Future: Review of Anthony Dunne and Fiona Raby, Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming. **Design Philosophy Papers**, 29 abr. 2015.

WILSON, M. **The future of branding? The third dimension**. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/90172325/the-future-of-branding-the-third-dimension?utm_source=twitter.com&utm_medium=social>. Acesso em: 19 maio. 2019.

RIO 2019
GRAPHICA

ARTIGOS

PROJETOS:

Projetos, inovação e sustentabilidade

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

EVOLUÇÃO DOS PROJETOS DE ARQUITETURA DOS APARTAMENTOS DE CASA FORTE, RECIFE-PE NOS ÚLTIMOS CINQUENTA ANOS

BACHMANN, Isadora[1],
FIGUEIREDO, Millena[2],
FONSECA, Tatiana[3].

Resumo

O presente artigo analisa as alterações nos projetos de arquitetura dos condomínios fechados verticais do Bairro de Casa Forte, Recife-PE no período de cinquenta anos, desde 1970 quando se iniciou o processo de verticalização na área até o presente momento. Verifica-se que, enquanto os prédios erguidos nas décadas de 1970 e 1980 eram de menor escala,integrados à rua e procuravam se utilizar de materiais, nomes e plantas baixas ligadas ao passado do bairro, a geração de edifícios dos anos 1990 e 2000 são formados por empreendimentos de maior gabarito, alguns com até 40 andares, alheios à rua, com grandes áreas de lazer e cercados por muros de altura média de 3 metros e grandes sistemas de segurança, o que modifica não só a paisagem urbana mas também a forma de interação com a cidade. Apesar da preocupação com a sustentabilidade ser recente, os novos projetos não vão mais apresentar as jardineiras e as reentrâncias dos edifícios das décadas de 1970 e 1980, que serviam para amenizar a insolação e o calor nos apartamentos e que reduzem a necessidade do uso de ar condicionado, apresentando fachadas planas com maiores áreas envidraçadas, em uma arquitetura mais padronizada.

Palavras-chave: Casa Forte; modernidade; verticalização; projetos de arquitetura, sustentabilidade.

Abstract

This article analyzes the changes in the architectural designs of the gated vertical condominiums of the Casa Forte neighborhood, Recife-PE, in the period of fifty years, since 1970, when the process of verticalization begun in the area until the present. While the buildings constructed in the 1970´s and 1980´s were smaller in scale, integrated with the street and used materials, names and floor plans linked to the neighborhood's past, the building generation of the 1990´s and 2000´s are formed by high skyscrapers, some with up to 40 floors, unrelated to the street, with large recreational areas and surrounded by walls of average height of 3 meters and large security systems, which modifies not only the urban landscape but also the form people interact with the city. Although the concern with sustainability is recent, the new projects will no longer feature the flower-stands and recesses of the 1970s and 1980s buildings, which served to soften the solar insulation and heat in the apartments, reducing the need of air conditioning, presenting flat facades with larger glazed areas in a more standardized architecture.

Keywords: Casa Forte; modernity; verticalization; architectural projects, sustainability.

[1] Faculdade Damas, isadorambb@hotmail.com
[2] Faculdade Damas, milenafigueiredo@hotmail.com
[3] CIAUD (Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design) – Universidade de Lisboa, tatiana_cavalcanti@hotmail.com

1 Introdução

O Bairro de Casa Forte é um dos mais tradicionais bairros do Recife que tem sua origem em um engenho de açúcar - Engenho Casa Forte, que cedeu o seu nome ao bairro. O bairro pode ser considerado mais humano, feito para ser usufruído, visto que sua infraestrutura funciona e há escolas, farmácias, padarias, áreas de lazer, etc. O andar na rua é prazeroso devido principalmente à arborização das ruas e ao emblema situado no coração do bairro, a Praça de Casa Forte, com projeto paisagístico de Burle Marx.

Formado originalmente por residências horizontais unifamiliares (Figura 1), o bairro assistiu, a partir de meados dos anos 1970, a um processo de verticalização com a substituição de casas por condomínios verticais inicialmente de pequeno porte e, em um segundo momento, com mais de 30 andares, com grande apelo de lazer e segurança dentro de seus muros, que passaram a ser objeto de status social e de desejo por parte de seus moradores com grande impacto na vida urbana do bairro.

O presente artigo analisa as alterações nos projetos de arquitetura dos condomínios fechados verticais do Bairro de Casa Forte, Recife-PE no período de cinqüenta anos, desde 1970 quando se iniciou o processo de verticalização na área até o presente momento, procurando ainda relacionar essas alterações com movimentos externos como os observados por Caldeira (2011) para a cidade de São Paulo e por Blakely e Snyder (1997) em relação a cidades dos Estados Unidos.

O presente trabalho foi efetuado com base no levantamento de todos os edifícios com mais de quatro pavimentos , que datam da década de 1970, quando se iniciou a verticalização do bairro até o presente momento. Para os edifícios selecionados foi efetuado levantamento de plantas na Prefeitura da Cidade do Recife, levantamento fotográfico *in loco*, levantamento das propagandas desses edifícios no jornal de maior circulação no Recife, à época e realizada entrevistas abertas com moradores, o que resultou na matriz de análise utilizada para se alcançar as conclusões encontradas.

Figura 1 – Casarios existentes na área do Engenho Casa Forte.
Fonte: Obra do artista plástico Mano Victor, 2008.

2 Modernidade, verticalização e suas implicações

O ideal de modernidade está ligado ao arranha-céu, aparecendo a verticalização como um marco revolucionário na paisagem urbana brasileira, como uma espécie identidade da urbanização. Nesse contexto, o arranha-céu passa a constituir um novo elemento da morfologia da cidade, produzindo uma ruptura com o passado. (RAMIRES, 2008)

Ocorre que a arquitetura dos condomínios verticais erguidos na década de 1970 é diferente da dos condomínios projetados a partir da década de 1990 e isto impactou o modo com que os moradores interagem e usufruem do seu bairro e da sua cidade.

Analisando o caso da Cidade de São Paulo, Caldeira (2011) encontra que, enquanto os edifícios dos anos 70 costumavam ser abertos para a rua, os novos condomínios dos anos 90, sejam estes verticais ou horizontais, tendem a ignorar a rede urbana, com grandes áreas e vários equipamentos de uso coletivo e grandes dispositivos de segurança, o que levou a autora a os denominar de enclaves fortificados.

Caldeira (2011) identificou ainda a influência da cultura e do estilo de viver americano, com as adaptações que a cultura, a economia e a infraestrutura demandaram e a antecipação pelo mercado da introdução dos sistemas de segurança como itens obrigatórios para os novos condomínios.

Ocorre que a cidade é um lugar de encontros e os enclaves fortificados vão de encontro ao conceito de cidade viva. Para Gehl (2015), o que faz uma cidade viva não é número de pessoas nas ruas ou à sua densidade demográfica, embora estes possam ser fatores significativos, mas sim a sensação de que o lugar é convidativo e popular, o que cria um espaço com significado.

Corroborando Gehl (2015), Jacobs (2011) ressalta que as ruas e calçadas são os principais espaços públicos de uma cidade e que se essas forem interessantes e agradáveis, assim será a cidade, sendo o contrário também verdadeiro.

Nessa mesma linha, Coelho (2012) defende cidades amigáveis e humanizadas, projetadas na escala humana e onde haja espaços que propiciem a estada e o convívio, ressaltando que este papel convivial proporciona mais segurança pública seja pela vitalidade urbana induzida seja pela vigilância natural proporcionada.

3 O Bairro de Casa Forte e o processo de verticalização

O Bairro de Casa Forte, arborizado, com ruas e avenidas relativamente estreitas, carrega consigo todo uma simbologia de tradição e status, sendo bastante valorizado pelo mercado imobiliário.

Freyre (1933), coloca o casarão como símbolo máximo da sociedade patriarcal colonial brasileira da sua época, fruto da junção do africano escravizado, do colonizador português e seus descendentes e dos índios que não se curvaram a catequização e escravidão. Esses casarões, que ficaram conhecidos como casas-grande de engenho foram construídos desde o século XVI até meados do século XVII, período áureo do ciclo do açúcar.

As casas-grande não foram uma mera reprodução das casas portuguesas, mas o surgimento de uma nova edificação fruto do momento social, político, religioso e econômico e também da adaptação ao clima e ao uso dos materiais disponíveis na colônia. Essa socie-

dade estava refém arquitetonicamente da casa-grande, que servia como fortaleza, capela, escola, oficina, santa casa, harém, convento de moças, hospedaria e até de banco e da senzala, construção simples que servia de alojamento dos africanos escravizados, duas tipologias indissociáveis na monocultura latifundiária do nordeste do Brasil.

No estado de Pernambuco, houve grande expressão do complexo arquitetônico da casa grande e da senzala devido aos prósperos engenhos de cana de açúcar que foram implantados desde o século XVI. Em Casa forte, essas duas tipologias estão intrínsecas na arquitetura desde a época colonial até os dias de hoje.

Formado originalmente por residências horizontais unifamiliares (Figura 1), o bairro de Casa Forte assistiu, a partir da década de 1970, a um processo de substituição de casas por condomínios verticais que se intensificará a partir da construção da Barragem de Carpina, em 1978 para a contenção das águas do Rio Capibaribe, resolvendo o problema das cheias periódicas e levando a um processo de valorização dos bairros que sofriam com essas inundações periódicas, entre os quais, Casa Forte. (ALVES, 2009)

O Edifício Senzala (Figura 2) é um dos expoentes dessa primeira fase da verticalização em Casa Forte, sendo o próprio nome do condomínio uma alusão ao passado de produção de açúcar no bairro, como outros empreendimentos dessa fase que foram denominados de Bangüê, Canavial (LACERDA, LEITÃO & QUEIROZ, 2010).

A propaganda do edifício Senzala publicada em página inteira no jornal Diário de Pernambuco de 13 de novembro de 1977 (Figura 2) demonstra a tentativa de introduzir a verticalização como algo moderno para uma elite que preservava um passado aristocrático:

> Todas as exigências de um prédio requintado para uma elite que sabe o que quer...cada unidade possui 2 quartos de empregada e terraço de serviço...na parte posterior do prédio , uma área de 44m de comprimento totalmente livre, onde existe (sic) frondosas árvores...Quando a empresa construtora decidiu sobre o segmento de mercado que existe em Casa Forte necessitando de um prédio moderno, com todo conforto e espaço, sem perder as características aristocráticas de seus moradores" (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 13/11/1977, C-16)

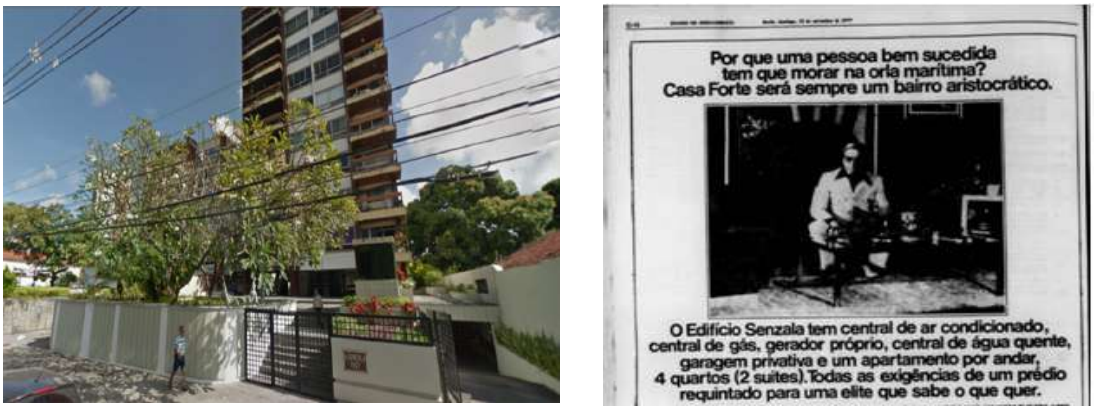


Figura 2 – Fachada do Edifício Senzala (originalmente sem as grades e portaria) e anúncio promocional do Edifício Senzala no Diário de Pernambuco.
Fonte: Prefeitura da cidade do Recife

Assim como Caldeira (2011) ressaltou no estudo de São Paulo, também no Recife as moradias coletivas foram por um longo tempo desvalorizadas por causa de sua associação a cortiços, sendo até aquele momento, as casas vistas com o paradigma da residência digna e símbolo de status moral de social, idéia que o mercado imobiliário tratou de tentar superar com a noção de modernidade, como ressalta este anúncio do Edifício Vivenda de Casa Forte:

> Casa Forte sempre foi um tradicional bairro do Recife. Desde há muito tempo, as famílias de destaque construíram mansões e finas residências. Com o passar dos anos, também modernos edifícios chegaram ao bairro, trazendo um saudável ar de modernidade" (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 10/07/1983, C1)

A análise da planta baixa constante da figura 3 e dos materiais empregados no Edifício Senzala revela uma tentativa de transpor a arquitetura da casa para o apartamento com a valorização da madeira e dos revestimentos locais. A senzala se transformou nos dois quartos com "terraço" de serviço, o quintal na área posterior do prédio totalmente livre que pode ser visualizado na planta de locação também na figura 3, os quartos tem conexão com a cozinha por um corredor independente sem expor os moradores à sala.

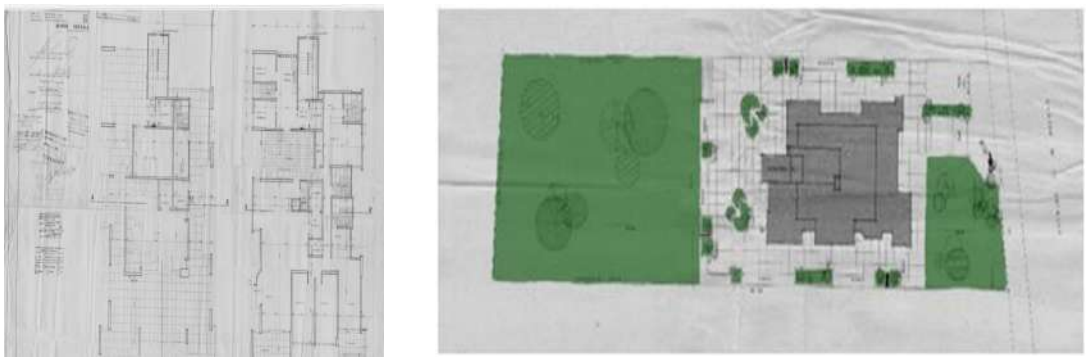


Figura 3 - Planta Baixa e planta de locação do Edifício Senzala
Fonte: Prefeitura da cidade do Recife

Por sua vez, a análise do projeto do condomínio do Edifício Senzala mostra um empreendimento voltado para a rua e integrado a esta. A rua é visualizada a partir de suas áreas sociais, o que proporciona uma vigilância natural. Não há equipamentos de lazer no condomínio e uma agradável e larga escadaria, originalmente sem grades e sem portaria, faz a transição com o espaço público. A escala do edifício, com doze pavimentos e um recuo de 16m em relação à avenida parece compatível com a largura da rua. O apartamento apresenta um bom conforto térmico havendo recuos de janela e jardineiras, que não só amenizam a incidência solar, reduzindo o calor em uma região quente durante todo o ano mas também permitem manter a janela aberta em momentos de chuva, reduzindo a necessidade do uso de sistemas de refrigeração.

Em entrevista com uma moradora do Edifício Senzala, esta ressaltou a qualidade da moradia, a agradável vista da Avenida 17 de agosto, o belo quintal que há no prédio, as gostosas mangas produzidas pelas suas mangueiras e nos falou sobre a adaptação dos moradores para viverem em prédio, na década de 70, relatando que um dos vizinhos chegou a alugar uma casa próxima para colocar os seus cachorros da sua antiga residência unifamiliar.

De uma forma geral, os prédios construídos em Casa Forte na década de 1970 e início de 1980 tinham as características do Edifício Senzala: seus nomes remetem ao passado agro açucareiro do apogeu econômico da região, utilizam revestimento típicos da região, apresentam escala humana, bom conforto térmico e são voltados e integrados com a rua sem apresentar grandes equipamentos de lazer ou de segurança, possuindo agradáveis espaços de transição com o espaço público, o qual é valorizado.

Por outro lado, o Edifício Casa Grande de Sant´anna, do final da década de 1970 constitui a exceção à tendência de edifícios voltados para a rua neste período de final de 1970 e início dos anos 1980. Parecendo seguir a mesma linha dos Edifícios Ilha Sul e Portal do Morumbi, da São Paulo da primeira metade da década de 1970, retratados por Caldeira (2011), o Edifício Casa Grande de Sant´anna trouxe o que iria ser no futuro, parte do modelo de moradia desejável, com isolamento, homogeneidade social e equipamentos de lazer. Observe-se que diferentemente dos edifícios Ilha Sul e Portal do Morumbi, a propaganda do Casa Grande de Sant´anna não destacava a questão da segurança, embora já tivesse os altos muros e o isolamento dos enclaves fortificados.

O anúncio imobiliário do Edifício Casa Grande de Sant´anna é esclarecedor da motivação do empreendimento:

> Aristocrático, requintado, tranqüilo e valorizado como o bairro em que nasceu: Casa Forte. O Edifício Casa Grande de Sant´anna foi construído num verdadeiro bosque de árvores centenárias, o que permite a criação de um imenso playground, quadras de tênis, vôlei, um pavilhão de jogos completo e mais uma avenida privativa com 6 metros de largura." (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 6 de janeiro de 1980, E-13)

Interessante observar que o Casa Grande de Sant´anna já apresenta características do que Blakely e Snyder (1997), denomina de comunidades de prestígio, um dos subtipos da comunidades muradas, onde os muros estão ligados a distinção e prestígio, protegendo um lugar seguro na escala social. A função dos muros e portões nesse contexto é proteger uma imagem e controlar o valor dos imóveis. Essas comunidades eram as que mais cresciam nos Estados Unidos na década de 1990 e também podem ser divididas em três subtipos: os enclaves dos ricos e famosos, as comunidades para os 20% mais ricos e os espaços residências executivos, voltados para a classe média. (BLAKELY e SNYDER, 1997).

Dessa forma, o edifício Casa Grande de Sant´anna vai destoar do restante dos edifícios que foram construídos em Casa Forte no final da década de 1970, sendo voltado para dentro do terreno, com diversos equipamentos de lazer que substituem a rua, com uma escala além da desejável, altos muros que tornaram a sua calçada desagradável de se estar e um espaço de transição rígido que não transmite a sensação de segurança, de bem estar e conforto.

Após a crise econômica da década de 1980 que reduziu fortemente a atividade da construção civil, surgiu, nos anos de 1990 e 2000, uma nova geração de prédios com distintas características.

Para compreendermos essa nova geração de edifícios, é necessário se analisar o contexto do seu surgimento. Com a resolução do problema das enchentes, anteriormente citado, em 1978 houve a valorização do bairro de Casa Forte e pressão do setor imobiliário para o aumento dos coeficientes de construção na área.

Dessa forma, Casa Forte que era classificada como uma área suburbana até 1983, passa a ser urbana com a Lei de Uso do Solo de 1983 e tem a eliminação dos limites de gabarito com a Lei de Uso do Solo de 1996.

Uma primeira característica que chama a atenção nessa nova geração de edifícios é que enquanto os primeiros edifícios faziam alusão ao passado de produção de açúcar do bairro, os novos empreendimentos vão ter nomes que fazem referência ao proprietário original do lote onde foram construídos ou serão formados com termos como alameda, park, e verde, fazendo alusão à tranqüilidade e aos espaços verdes, como ilhas de tranqüilidade em meio aos problemas urbanos.

Apesar de tão distante e com características tão distintas, é interessante se perceber que essa mudança de nomenclatura, intencionalmente ou não segue a tendência da nomenclatura dos subúrbios americanos como relatado por Blakely e Snyder (1997). Para Blakely e Snyder (1997), os subúrbios, símbolos de status e posição da classe média, vão ser avessos à cidade desde o seu início, seja na Inglaterra ou nos Estados Unidos e seus construtores vão tentar dissociar a imagem desses empreendimentos da cidade, empregando nomes como “park”, “forest”, “river”, “hills” ou “valley”.

Um dos expoentes dessa nova geração de prédios é o Edifício Alameda Casa Forte que era, até o momento da sua conclusão, o prédio residencial mais alto do Brasil e cuja reportagem promocional (Figura 4) é esclarecedora sobre o status social que o estilo de vida em torres altas e isoladas da cidade proporciona:

> Os 80 clientes compraram o apartamento pensando não apenas na vista e conforto que um prédio alto pode oferecer, mas também no status que ele proporciona, segundo uma pesquisa feita pelo MD (construtora do empreendimento) com seus clientes interessados neste tipo de empreendimento.” (JORNAL DO COMMERCIO, 11/12/2003 Imóveis pag 1.)

Embora em um contexto histórico completamente diverso, as torres de Casa Forte, algumas com 40 andares, como a da Figura 4, nos remetem, em termos simbólicos, às torres medievais que existiram por diversas cidades italianas, como Bologna e San Gimignano. Também no contexto medieval italiano, as torres eram símbolos de poder, de forma que a família que possuía a torre mais alta era a mais rica e poderosa da cidade, assim como eram edifícios de acesso restrito e bem defensáveis, como os de Casa Forte.

Figura 4 – Reportagem promocional do Edf. Alameda Casa Forte e visão parcial de sua área de lazer.
Fonte: JORNAL DO COMMERCIO, 11/12/2003 e autora, 2017.

Além do grande gabarito, uma das características da geração de prédios das décadas de 1990 e 2000 é a existência de grandes áreas de lazer. Na Figura 4, se pode ver a piscina, parte do playground, o salão de jogos e a área de recreação infantil do Edifício Alameda Casa Forte, que também oferece salão de festas, sala de ginástica, pista de caminhada e quadra de tênis.

Analisando-se a planta baixa em relação aos prédios da década de 1970 se percebe uma diminuição do tamanho da área de serviço e quarto de empregada e a redução do tamanho dos quartos e o aumento do número de suítes, que são quatro no Alameda Casa Forte.

Por sua vez, a análise do projeto do edifício mostra um empreendimento voltado para dentro do terreno e que não permite a visualização da rua a partir de suas áreas sociais que perde sua vigilância natural. Ademais, a escala do empreendimento, mesmo considerando seus recuos, de 40 andares não é compatível com a escala humana. A existência de diversos equipamentos de lazer no condomínio faz com que a convivência e o lazer se dêem intramuros sem contato com o espaço público. O edifício dispõe de câmeras, antecâmaras e cercas eletrificadas para segurança. Apesar da divisão entre a fachada principal do terreno e a rua ser feita parcialmente com uma grade permeável que permitiria a visão interna da área, conforme lei municipal que o determina, o preenchimento interno por plantas bloqueia essa visão e impede uma transição suave entre o prédio e a rua. O apartamento não apresenta recuos de janela ou jardineiras que poderiam proporcionar um maior conforme térmico.

Corroborando essa tendência de isolamento em relação à rua, existência de opções de lazer intramuros, sofisticados esquemas de segurança e uma escala desproporcional à rua que são características observadas, de uma forma geral, nos demais empreendimentos da década de 1990 e 2000, na figura 5, temos o aspecto do muro de edifício Luiz Numeriano e sua planta de locação e coberta de onde se pode visualizar parte das opções de lazer do condomínio, notadamente a piscina e a quadra.

Figura 5 – Aspecto do muro do Edifício Luiz Numeriano Planta de Locação e Coberta do Edifício Senzala (1976); Planta de Locação e Coberta do Edifício Luiz Numeriano (2005)
Fonte: Prefeitura da cidade do Recife

4 Conclusão

A verticalização em Casa Forte se inicia na década de 1970, momento em que apartamentos eram parcialmente rejeitados e vistos como cortiços, visão esta que é superada inicialmente para edifícios de menor escala com um apartamento por andar, que remetiam ao passado aristocrático agro açucareiro, que faziam uso de materiais nobres locais e cujas plantas baixas procuravam trazer elementos da casa unifamiliar para o apartamento e para o prédio.

Em um segundo momento, na década de 1990, surge uma nova geração de prédios, com altos gabaritos e denominações que fazem referência ao verde ou ao exterior, como observado nos subúrbios americanos e que se transformaram em objeto de desejo e em símbolo de status social.

Enquanto que os edifícios da década de 1970 eram, de forma geral, empreendimentos que conversavam com o bairro, caracterizados por uma escala humanizada, voltados para a rua e integrados a essa por um espaço de transição suave, os edifícios da década de 1990 vão ser marcados pelo isolamento e afastamento da rua. Importante se observar que, assim como ocorrido nos Estados Unidos e na cidade de São Paulo, a introdução dos muros e do isolamento não foi, de início, uma resposta ao crescimento da violência urbana, mas uma forma de agregar prestígio social e diferenciação ao empreendimento

Nos empreendimentos erguidos a partir dos anos 1990, as portarias deixaram de ter contato com a rua, ficando com grandes recuos em relação às calçadas e tendo apenas uma visão da rua, controlada por câmeras de todos os lados. Além de não serem no pavimento térreo, as portarias contam ainda com antecâmaras que retêm qualquer visitante, até segunda ordem, como uma espécie de gaiola.

Esses novos edifícios se afastaram da rua insegura e passaram a oferecer opções à rua. Assim, dentro dos muros, a praça foi substituída pelo playground e pela piscina, a rua pela quadra do condomínio e pela sala de ginástica, aumentando a segregação socioespacial, gerando um novo paradigma e a própria negação da cidade, entendida esta como um espaço de liberdade e de encontro.

Observe-se que, embora os muros e cercas desses condomínios protejam os seus moradores, eles terminam por aumentar a própria insegurança no bairro, pois essas edificações são alheias à rua, que passa a ter menos pessoas observando o movimento da rua, tendo as tentativas da Prefeitura do Recife de harmonizar esses prédios com o espaço público, por meio de muros vazados e jardins externos entre o muro e a calçada se mostrado insuficientes.

Esses novos condomínios verticais estão gerando, ainda, uma padronização da arquitetura, levando a uma perda de identidade e personalidade do bairro que perde suas características arquitetônicas, passando a ter uma aparência semelhante aos demais bairros da cidade.

Apesar da preocupação com a sustentabilidade ser mais recente, se verifica que os apartamentos dos empreendimentos das décadas de 1970 e 1980, com seus recuos de fachada e jardineiras, que reduzem a insolação e permitem a abertura de janelas em momentos de chuva, tinham uma menor necessidade de condicionadores de ar do que os mais recentes com grandes áreas envidraçadas e sem recuos, que lembram estufas em momentos de incidência solar.

Referências

ALVES, Paulo Reynaldo. **Valores do Recife**. O valor do solo na evolução da cidade. Recife. Luci Artes Gráficas Ltda, 2009.

BLAKELY, Edward and SNYDER, Mary. **Fortress America: gated communities in the United States.**Brookings Institution Press, 1997

CALDEIRA, Tereza. **Cidade de muros: crime, segregação e cidadania em São Paulo**. 3rd Ed. - São Paulo: Editora 34, 2011.

COELHO, António. **Habitação e Arquitetura – Contributos para um habitar e um espaço urbano com mais qualidade**. 1ª. Edição. Coleção: Informações Científicas e Técnicas. Série: ITA 12. LNEC, Lisboa, 2012.

JACOBS, Jane. **Morte e Vida de Grandes Cidades.** 3ª Ed. WMF Martins Fontes, 2011.

GEHL, Jan. **Cidade para Pessoas.** 3. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2015

LACERDA, Norma; LEITÃO, Lúcia e QUEIROZ, Paulo. **Legitimidade espacial: uma discussão sobre mutação e permanência das estruturas espaciais urbanas**. v. 36 n. 107 abril 2010 pp. 109-122, 2010.

RAMIRES, Julio. **O processo de verticalização das cidades brasileiras**. Boletim de Geografia. V. 16, n.1. Universidade Estadual de Maringá, 1998.

SPINELLI, Leonardo. **A Grande Torre de Casa Forte**. Caderno Imóveis. Jornal do Commercio. Recife, 11 de dezembro de 2003.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENVOLVIMENTO DE MODELO 3D DIGITAL DE SISTEMA DIGESTÓRIO EQUINO

CARBONI, Márcio Henrique de Sousa[1],
SILVA, Gabrieli Jaguszewski da[2].

Resumo

Este trabalho busca apresentar, como estudo de caso, a experiência realizada dentro do LAMP – Laboratório de Modelagem e Prototipagem da Universidade Federal do Paraná (UFPR), a qual constituiu no desenvolvimento de um modelo 3D digital do sistema digestório equino. Este desafio surgiu a partir da demanda no ensino desse tipo de estrutura uma vez que, segundo eles, a) não há materiais de boa qualidade específicos para equinos; b) os materiais que existem apresentam esquemas em seções e vistas bidimensionais, o que é muito difícil para os alunos entenderem espacialmente a distribuição dos elementos; c) os exemplares de órgãos do laboratório de anatomia estão em condições precárias e perdem seu formato anatômico fora do corpo do animal. Apresentam-se as etapas do desenvolvimento do trabalho, ferramentas utilizadas e o resultado final que foi a publicação de um vídeo e um PDF 3D com o modelo.

Palavras-chave: modelagem 3D; sistema digestório equino; anatomia animal; escultura digital.

Abstract

This work aims to present, as a case study, an experiment carried out within the LAMP – Modeling and Prototyping Laboratory of Federal University of Paraná (UFPR), which consists of the development of a 3D digital model of the equine digestive system. The challenge started with a demand of anatomy professors of the Veterinary Medicine course with deficiency in the teaching of this type of structure since a) there isn't good quality material specific for equines; b) the material that exist schemas in two-dimensional views, which is very difficult for students to understand spatially the distribution of elements; c) the real examples of organs are in bad conditions and loses their anatomical format once out of animal's body. In this paper, we present the steps of the modeling work, tools that was used, and the results that is a video and a 3D PDF.

Keywords: paper; publication; 3d modeling; equine digestive system; animal anatomy; digital sculpture.

[1] Universidade Federal do Paraná, mhcarboni@ufpr.br
[2] Universidade Federal do Paraná, gabi.jaguszewski@gmail.com

1 Introdução

Segundo Góes (2012), a Expressão Gráfica é um campo da ciência que utiliza desenhos, imagens, modelos e recursos computacionais aplicados às diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de apresentar, representar, exemplificar, aplicar, analisar, formalizar e visualizar conceitos. Dada essa abrangência, percebe-se que um profissional de expressão gráfica deve ter uma formação multidisciplinar para conseguir atuar na solução de problemas nas mais diversas áreas.

Atentos à essas questões, os docentes do curso Bacharelado em Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná (UFPR), criado em 2012 e único no Brasil, vêm buscando ajustes no currículo e integração com outros cursos da universidade a fim de promover atividades multidisciplinares que expressem o potencial dos alunos e futuros profissionais nesta área. Várias dessas atividades se desenvolvem no âmbito do Laboratório de Modelagem e Prototipagem - LAMP, um projeto de extensão que tem por objetivo impulsionar pesquisas aplicadas e maior envolvimento dos alunos com as áreas de modelagem e prototipagem, as quais por mais que consideradas como pilares do curso, ainda estavam sendo pouco exploradas, como observado pelos avaliadores do MEC em 2015 (CARBONI e FERREIRA, 2018). Esse laboratório se dispõem a suprir demandas relacionadas a prototipagem e modelagem de pesquisadores, docentes e/ou estudantes de graduação e pós-graduação, bem como instituições ou empresas.

Através de divulgação interna, professores do Departamento de Anatomia da UFPR, que lecionam no Curso de Medicina Veterinária, buscaram o LAMP com o interesse de desenvolver um modelo digital do sistema digestório de um equino. Isso devido ao alto grau de dificuldade de entendimento, por parte dos alunos, quanto a distribuição espacial e volumétrica de cada órgão desse sistema, uma vez que, segundo relato dos professores, a) não há materiais (como atlas anatômicos) de boa qualidade específicos para equinos; b) os materiais que existem apresentam esquemas em seções e vistas bidimensionais, o que é muito difícil para que os alunos entendam espacialmente a distribuição dos elementos; c) os exemplares de órgãos do laboratório de anatomia estão em condições precárias e perdem seu formato anatômico fora do corpo do animal.

Este artigo pretende apresentar, como estudo de caso, o desenvolvimento do trabalho realizado para gerar este modelo tridimensional que servirá como apoio didático no ensino de anatomia animal aos estudantes do Curso de Medicina Veterinária. Nas sessões seguintes, são apresentadas as etapas desde o planejamento para a realização da modelagem, passando pela modelagem digital (também chamada de escultura digital), realização da animação, até a geração do material digital final.

2 Conceitos

2.1 Modelagem Digital

Vaughan (2012) define a modelagem digital como sendo um processo de soluções de problemas visuais a partir da representação matemática da forma de um objeto através de um modelo ou malha 3D. Segundo o mesmo autor, pode-se classificar esse modelo 3D de três

maneira diferentes: a partir da malha 3D do objeto, da geometria ou do estilo adotado.

Na classificação a partir da malha 3D, ela pode ser:

Orgânica: a malha 3D possui curvas fluidas e a transição entre as formas mudam suavemente;

De superfície dura: a malha 3D possui formas geométricas mais simples;

Mista: a malha 3D apresenta ambas as categorias.

Na classificação a partir da geometria, ela pode ser:

Poligonal: a malha é composta por vértices, segmentos e polígonos.

NURBS: a malha é expressa por funções matemáticas, a partir de uma malha poligonal, resultando em uma superfície curva e suavizada.

Por Divisão de superfícies: a malha é gerada utilizando um algoritmo, a partir de uma malha 3D poligonal, resultando em uma superfície curva suavizada.

Já quanto a classificação a partir do estilo adotado, há dois tipos:

Realista: o modelo 3D possui propriedades realistas de um objeto real.

Estilizado: o modelo 3D possui formas e convenções artísticas.

No caso deste projeto, utilizou-se métodos de modelagem mistos e um fluxo de trabalho com várias ferramentas. Por exemplo, inicialmente trabalhou-se com modelagem a partir de sólidos primitivos (como cubos), que foram sendo modificados a partir de seus vértices, e em um segundo passo, trabalhou-se com o que chamamos de escultura digital, onde a modelagem ocorre através de um sistema de ferramentas que fazem alterações na malha. A partir disso, e tendo em vista a necessidade de se criar a geometria mais fiel possível à anatomia do animal, pode-se classificar o resultado desta pesquisa como: uma modelagem orgânica, criada por divisão de superfícies e com um estilo realista.

3 Construção do Modelo

O trabalho iniciou em março de 2017, quando foram planejadas as etapas e recursos necessários para a completude do desafio, após a solicitação da demanda por uma professora de anatomia do curso de Medicina Veterinária da UFPR.

Ao entender que seria necessário realizar a modelagem de geometrias orgânicas, buscou-se qual software seria mais adequado para o trabalho. Concluiu-se que o uso do software ZBrush, da empresa Pixologic, seria importante por ser considerado uma ferramenta de escultura digital, e o primeiro recurso necessário seria mão de obra qualificada em seu manuseio.

Como os alunos que atuam no LAMP, em média, permanecem vinculados por um ano, e como este trabalho seria mais longo, primeiramente se viu a necessidade de criar um curso de extensão para capacitar alunos, de diferentes períodos do Curso de Expressão Gráfica, para o manuseio do software. Dessa forma, o LAMP teria à disposição voluntários que dessem continuidade ao projeto.

Este curso foi criado por duas alunas e ministrado pelas mesmas no início do 2º semestre de 2017 para um público de 30 alunos. Dentre esses, 2 alunos foram selecionados para as atividades de agosto a dezembro de 2017, sendo que um deles permaneceu até o final do projeto em dezembro de 2018.

Dentro deste planejamento, após esta fase de capacitação, definiu-se 4 etapas para o desenvolvimento do material:

1. Pesquisa Anatômica;
2. Estratégia sequencial de modelagem e coleta de imagens;
3. Modelagem high poly e low poly;
4. Criação de material didático.

3.1 Pesquisa Anatômica

Na primeira etapa, de pesquisa Anatômica, como o tema era de uma área bastante diferente e desconhecida pelos membros da equipe, necessitou-se conhecer mais sobre o tema. Foram realizadas pesquisas em livros e Atlas de Anatomia Veterinária, de modo que a equipe fosse capaz de identificar as características de cada componente do sistema digestório, a fim de representá-lo corretamente. Foram utilizados os livros *Anatomy of the Horse* (Budras et al., 2009) e *Color Atlas of Veterinary Anatomy* (Ashdown et al., 2011), para consultas em relação à ordem anatômica dos órgãos, detalhes importantes de suas formas que deveriam ser representados, além de apresentarem figuras essenciais para uma representação correta do Sistema Digestório Equino.

Ainda, membros da equipe participaram de uma aula de anatomia veterinária, tendo assim a possibilidade de compreender melhor características dos órgãos, que poderiam ser mais dificilmente visualizadas em figuras de livros.

3.2 Estratégia sequencial de modelagem e coleta de imagens

Após a pesquisa, a segunda etapa foi a definição da estratégia sequencial de modelagem, na qual determinou-se a ordem de modelagem dos componentes do sistema digestório. Aqui, decidiu-se que a sequência de criação seguiria a ordem anatômica dos órgãos, sendo o Estômago o primeiro, seguido por Intestino Delgado (dividido em Duodeno, Jejuno e Íleo), Intestino Grosso (dividido em Ceco, Cólon Ventral Direito, Cólon Ventral Esquerdo, Cólon Dorsal Esquerdo, Cólon Dorsal Direito, Cólon Transverso e Cólon Descendente). Após reunião com professores de Anatomia Veterinária, decidiu-se adicionar ao modelo também o Diafragma, de modo que os estudantes entendessem de forma mais abrangente a disposição real dos órgãos e seus limites.

Determinada a ordem de modelagem, a terceira etapa consistiu em obter imagens para serem usadas como referência durante a construção do modelo. Para obter um resultado satisfatório, foram escolhidas as imagens consideradas mais apropriadas didaticamente, optando-se prioritariamente por imagens mais esquemáticas e representadas em vistas ortogonais.

As imagens de referência foram posicionadas atrás dos elementos, de modo que, usando um recurso para deixar o modelo translúcido, fosse possível criar a escultura digital de forma precisa, como ilustra a Figura 1.

A etapa seguinte foi a de modelagem *high poly* e *low poly*. Para isso, foram utilizados os softwares de modelagem tridimensional Zbrush e 3ds Max. Todos os elementos foram modelados utilizando ambos os softwares.

Figura 1 – Posicionamento da imagem de referência.
Fonte: Autor.

3.3 Modelagem *low poly* e *high poly*

Cada órgão foi construído separadamente e em seguida unido com os demais. Foram realizados dois processos de modelagem distintos, um deles foi utilizado para o estômago e para o intestino grosso e o outro para o intestino delgado e para o diafragma, segundo as características de cada um dos órgãos.

No primeiro processo, a modelagem foi iniciada no software Zbrush, onde a partir de uma forma geométrica simples, os detalhes foram esculpidos de acordo com as imagens de referência. Para os objetos que foram modelados através desse processo, foi utilizada a modelagem *high poly*, que consiste em um modelo com grande número de vértices, a fim de que possam ser adicionados detalhes de forma precisa, como mostra a Figura 2. Apesar de mais realistas, modelos com muita geometria acabam ficando muito pesados, portanto, quando a finalidade do modelo é obter um objeto manipulável, pode ser mais adequada a utilização de menos vértices. Então o modelo foi exportado para a extensão ".obj", para ser importado pelo software 3ds Max, onde foram ajustadas suas dimensões em relação aos demais órgãos. Este software trabalha com menores quantidades de geometria, foi necessária então a utilização da ferramenta ZRemesher para diminuir a quantidade de vértices dos modelos a serem exportados, sem que os detalhes adicionados de perdessem.

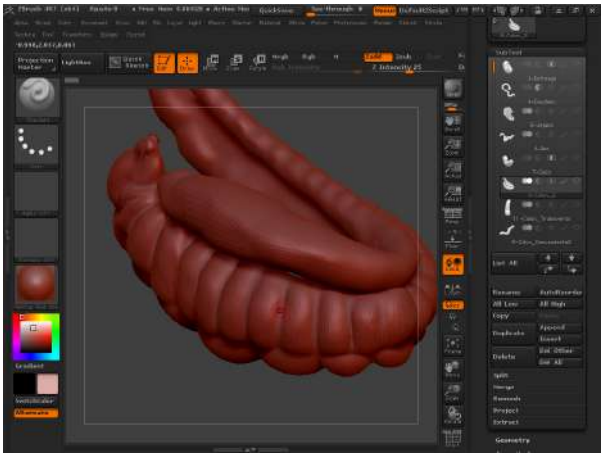


Figura 2 – Modelagem *high poly* no software Zbrush.
Fonte: Autor.

O segundo processo, por sua vez, foi iniciado no 3ds Max com um modelo *low poly*, ou seja, com baixa quantidade de vértices. Esse tipo de modelagem é utilizada quando a forma desejada pode ser representada com pouca geometria, sem a necessidade de muitos detalhes. Para a construção dos modelos através desse processo, foram criadas linhas com o formato do órgão, então, foi utilizada a ferramenta *sweep* para transformá-las em uma malha 3D. A Figura 3 apresenta as duas fases desse processo, onde, na imagem da esquerda está a linha a partir da qual foi modelado o Duodeno, um dos componentes do Intestino Delgado, enquanto a figura da direita mostra o mesmo após ser transformado em malha. Ainda no mesmo software, foram realizados ajustes nos vértices, de modo que não houvesse sobreposição de malha. Depois de concluídos esses ajustes, o objeto modelado foi também exportado para o formato ".obj". Importado no Zbrush, foram adicionados mais polígonos a malha do objeto, de modo que pudessem ser esculpidos alguns detalhes necessários ao modelo.

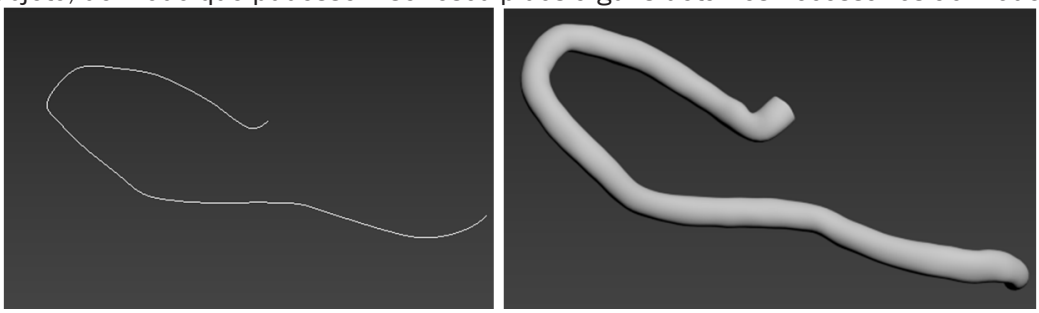


Figura 3 – Modelagem *low poly* no software 3ds Max.
Fonte: Autor.

Após a modelagem de todos os componentes do Sistema Digestório, eles foram importados no software 3ds Max onde ajustou-se a posição de cada um dentro do corpo de um cavalo, como mostra a Figura 4. Após posicionados, foram realizados ajustes nas conexões entre cada um dos órgãos.

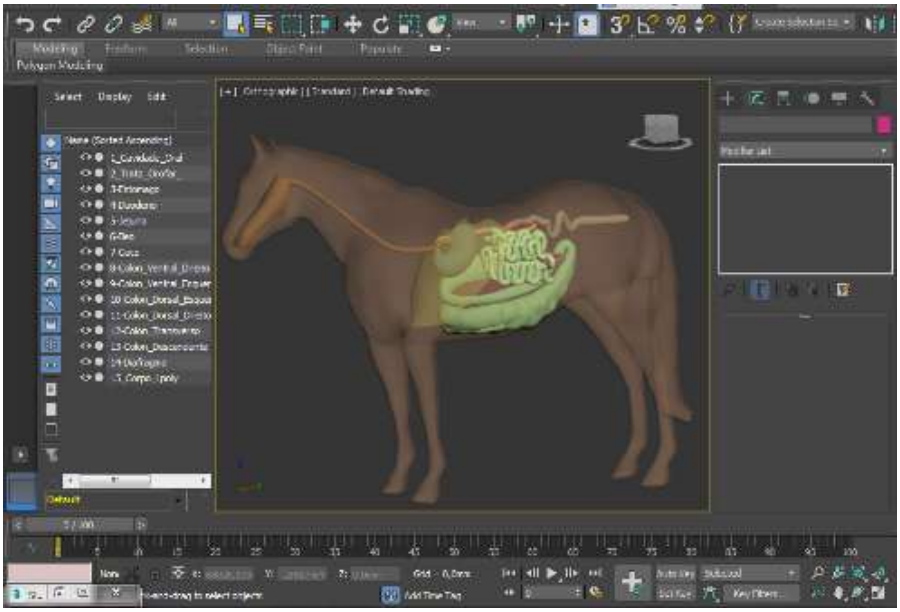


Figura 4 – Órgãos no corpo do cavalo.
Fonte: Autor.

Depois de realizada a modelagem, os resultados foram apresentados a professores de anatomia veterinária, de modo que fossem apontados pontos a ser melhorados para tornar o modelo anatomicamente mais preciso. Algumas modificações foram realizadas então, em

relação a detalhes de posicionamento e dimensões, como foi o caso do estômago, mostrado na Figura 5, onde a primeira versão se encontra à esquerda e a versão final à direita, com modificações em seu tamanho, detalhes na forma e conexões com outros órgãos.

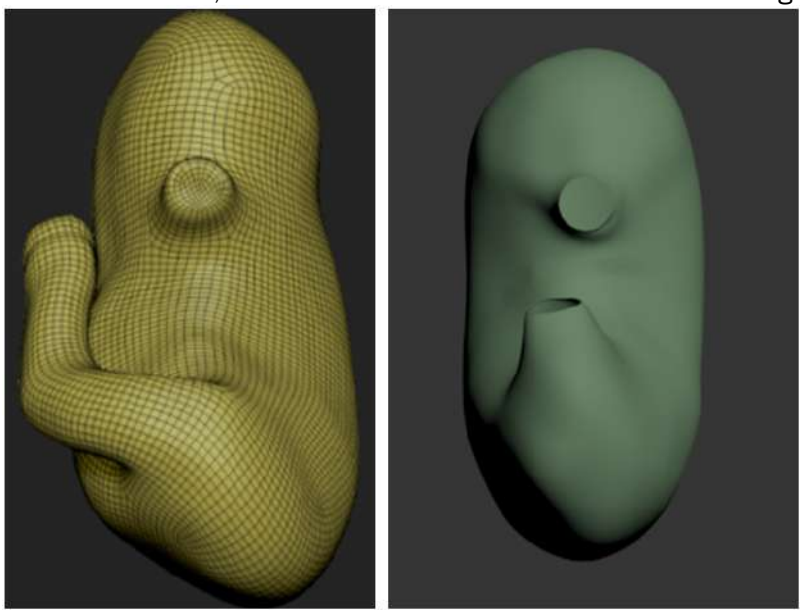


Figura 5 – Modificações realizadas no estômago.
Fonte: Autor.

3.4 Criação de Material Didático

A partir do modelo completo, foi gerado um vídeo contendo vista de diferentes ângulos de cada componente e também do Sistema Digestório completo. O vídeo foi criado a partir de renderização no 3ds Max, com duração de um minuto. Em edição com o software Open Shot, foram adicionados os nomes de cada órgão, conforme os mesmos aparecem (FIGURA 6). O vídeo pode ser visualizado no link https://youtu.be/QSTs0D8PUr8

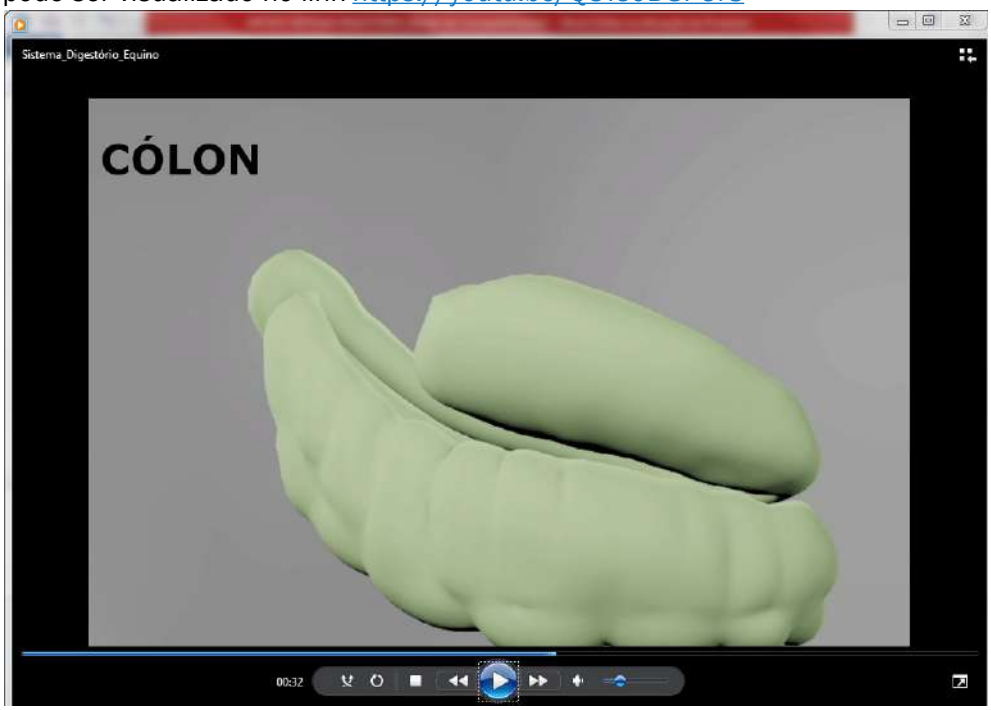


Figura 6 – Frame do vídeo.
Fonte: Autor.

Por fim, além do vídeo foi também criado um PDF 3D, onde o modelo pode ser manipulado de acordo com as necessidades do usuário, como mostra a Figura 7. O PDF foi criado a partir do plugin Simlab para o software 3ds Max, que exporta o modelo diretamente, de acordo com as preferências definidas. Nessa etapa, foi importante diminuir a quantidade de geometria do modelo para otimizar seu desempenho, visto que, quanto maior a quantidade de vértices, mais pesado é o arquivo da modelagem, de modo que pode acabar não sendo satisfatória sua execução em algumas máquinas. No arquivo gerado, o modelo apresenta as texturas configuradas no software de modelagem, além dos componentes separados, de modo que os mesmos possam ser escondidos e mostrados separadamente. O PDF 3D possui ainda ferramentas de zoom, rotação e deslocamento, facilitando a visualização de todos os ângulos e detalhes do objeto. Este recurso pode ser acessado a partir do link abaixo: https://drive.google.com/file/d/1S7Kd30vV1j-8RZqrMia2OiKF7Kab3myf/view?usp=sharing

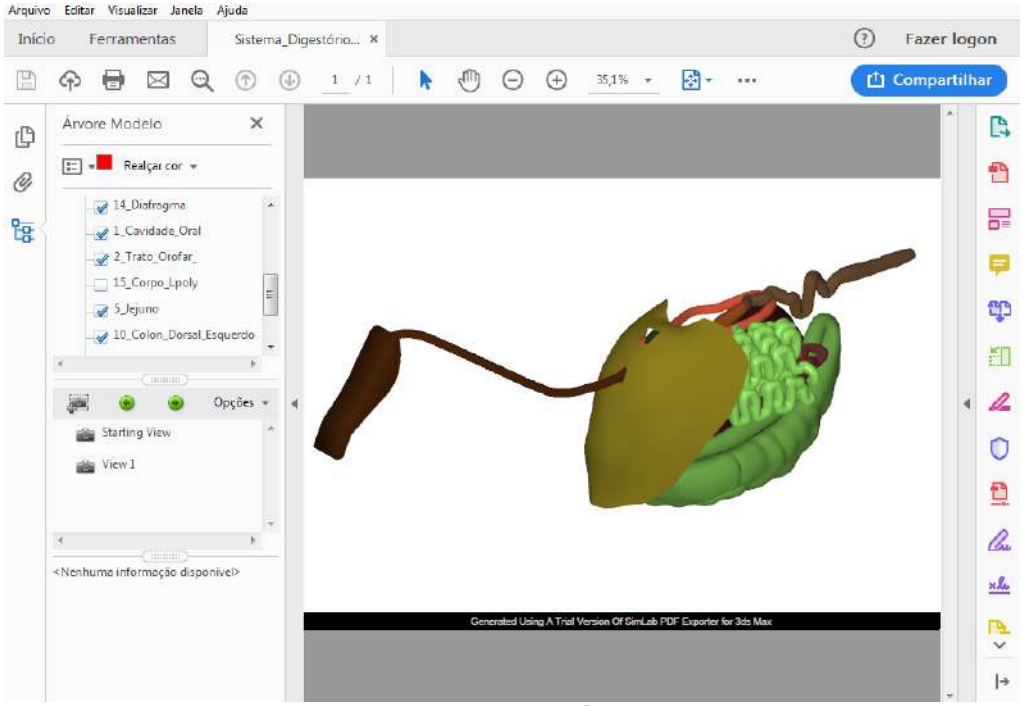


Figura 7 – PDF 3D.
Fonte: Autor.

4 Conclusão

Este trabalho buscou criar recursos educacionais para auxiliar alunos no entendimento da anatomia do sistema digestório equino. Segundo os professores de anatomia consultados, o resultado obtido atingiu completamente seu objetivo. Até o momento, não houve tempo de utilizar essas ferramentas em sala de aula, mas sugere-se como trabalhos futuros a realização de uma avaliação do uso e levantamento da opinião dos alunos. Ainda, como desdobramentos deste trabalho, durante o ano de 2019 está se desenvolvendo um aplicativo de realidade aumentada com esse modelo, que será apresentado em publicações futuras.

Por fim, buscou-se explicitar o potencial do Curso de Bacharelado em Expressão Gráfica da UFPR e seus alunos, ainda pouco conhecido e divulgado, enaltecendo, principalmente, a grande capacidade de atuação multidisciplinar desta área.

Agradecimentos

Agradecemos a professora Maria Fernanda Pioli Torres pelo desafio sugerido. Ao Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná pelo apoio. Ao LAMP - Laboratório de Modelagem e Prototipagem. E principalmente a todos os alunos que participaram e participam do LAMP, especialmente Sandriene, Brenda e Andrew que foram de fundamental importância para o desenvolvimento e conclusão deste projeto.

Referências

ASHDOWN, R. R.; DONE, S. H.; EVANS, S. A.; BAINES, E.A. **Color atlas of veterinary anatomy – volume 2.** Segunda edição. Mosby Elsevier. Londres, 2011.

BUDRAS, K. D.; SACK, W. O.; RÖCK, S.; HOROWITZ, A.; BERG, R. **Anatomy of the horse.** Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. Hannover, 2009.

CARBONI, M. H. S.; FERREIRA, B. S. G. N. LAMP - **Laboratório de modelagem e prototipagem.** Anais. GRAPHICA 2017: XII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Araçatuba(SP): UNIP, 2018.

GOÉS, H. C. **Expressão gráfica: esboço de conceituação.** Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em educação em ciências e em matemática. Universidade Federal do Paraná. 2012.

VAUGHAN, W. **Digital Modeling.** [S.l.]: New Riders, Pearson Education, Inc, 2012.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

SKETCH, MODELAGEM DIGITAL E IMPRESSÃO 3D: A PERCEPÇÃO DO DESIGNER NA CONSTRUÇÃO DE PEÇAS PARA ENSINO DE DESENHO TÉCNICO

ANDRADE, Laert dos Santos[1],
PEDERASSI, Matheus Arantes[2],
SILVA, Fernando Henrique Leite[3].

Resumo

O presente trabalho teve início com Projeto de Iniciação Tecnológica. O objetivo da pesquisa foi desenvolver peças com impressão 3D para serem utilizadas em sala no ensino de Desenho Técnico e disciplinas afins. Após levantamento bibliográfico e de projetos similares foi possível construir sketches e através de matriz de decisão, selecionar 2 peças. Utilizou-se Fusion 360 para modelagem e a impressão 3D para prototipação rápida. As peças serão utilizadas em sala de aula e sua aplicação busca contribuir para melhor visualização das vistas ortogonais e principalmente, cortes e seções.

Palavras-chave: prototipação; ensino; cortes e seções.

Abstract

The present work began with the Technological Initiation Project. The objective of the research was to develop pieces with 3D printing to be used in room in the teaching of Technical Design and related disciplines. After a bibliographical survey and similar projects it was possible to construct sketches and through a decision matrix, select 2 pieces. Fusion 360 was used for modeling and 3D printing for rapid prototyping. The pieces will be used in the classroom and its application seeks to contribute to better visualization of the orthogonal views and mainly, cuts and sections.

Keywords: prototyping; teaching; cuts and sections.

[1] Centro Universitário de Volta Redonda, UniFOA - laert.andrade@foa.org.br
[2] Centro Universitário de Volta Redonda, UniFOA - mpederassi@gmail.com
[3] Centro Universitário de Volta Redonda, UniFOA - fernandohenriquepr2@gmail.com

1 Introdução

Desenho técnico vem evoluindo conforme a necessidade de novas representações. A utilização de ferramentas manuais, aos poucos, está sendo substituída por softwares cada vez mais intuitivos, que permitem que o projeto seja construído de maneira compartilhada, à distância. Muitos fatores podem estar contribuindo para essa mudança: o preço do material para desenho, maior agilidade na produção de desenhos quando produzidos no computador e demanda de mercado.

A tecnologia também facilitou a construção de protótipos. Atualmente, a impressão 3D é uma das técnicas mais utilizadas na produção de objetos com infinitas aplicações. Pode-se adquirir uma impressora 3D com pequeno investimento.

O objetivo deste projeto foi desenvolver peças com impressão 3D para serem utilizadas no ensino de desenho técnico, especificamente nas projeções ortogonais e em cortes e seções. Além de levantamento bibliográfico foi construída uma matriz de decisão para seleção dos sketches e a modelagem utilizou Fusion 360.

Vale ressaltar que a pesquisa teve início a partir de um Projeto de Iniciação Tecnológica. Espera-se que as peças possam contribuir para o ensino de Desenho Técnico e disciplinas afins.

2 Desenho Técnico

O ramo da comunicação gráfica vem evoluindo em conjunto com a humanidade e sua necessidade de representar ideias complexas. As primeiras representações gráficas datam de 12000 a.C. começando nas pinturas rupestres até chegar nas ilustrações técnicas encontradas atualmente (SILVA, 2006).

O desenho técnico é uma área imprescindível dentro do ambiente de construção, seja ela arquitetônica, de engenharia ou de design. O desenho é uma poderosa ferramenta de comunicação, sendo capaz de transmitir informações complexas de tal maneira que facilite o entendimento. Segundo Kubba (2014, p. 4), as representações visuais tornam possível a criação uma figura imaginária do produto ou sistema a ser produzido.

Um dos elementos do desenho técnico são os modos de representação, sendo possível evidenciar ou ofuscar uma informação durante a leitura. Uma peça representada em perspectiva, por exemplo, torna mais claro a sua visão espacial e seu comportamento no ambiente. No entanto, as informações técnicas de construção não recebem muito destaque. O detalhamento de um objeto é mais claro nas vistas múltiplas, onde cada face é representada individualmente com base na projeção ortogonal (SILVA, 2006). A grande desvantagem deste tipo de representação é dificuldade em visualizar o objeto de maneira tridimensional somente com base vistas unidimensionais. Isto torna quase impossível para um leigo entender o comportamento de um objeto somente com base nos desenhos, sendo preciso aprender o básico sobre a disciplina.

Uma das vantagens do desenho técnico é o fato de ser uma linguagem padronizada, o que a torna universal. Isto só é possível através das normas que guiam as representações (FERREIRA et al., 2008). Há inúmeros órgãos que regulamentam este conjunto de códigos técnicos, sendo a ISO (*International Organization for Standardization*) a norma comum para um cenário internacional. No Brasil, a normatização é feita através da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Muitas das vezes, um objeto possui detalhes internos que não são visíveis em sua totalidade. Para evidenciar áreas não visíveis, é necessário utilizar do recurso de cortes e seções. Trata-se de um corte, seja ele transversal, longitudinal ou misto, capaz de mostrar as características internas do objeto através de uma vista ortogonal (KUBBA, 2014). Isto é muito comum em desenhos mecânicos. Neste tipo de representação, faz-se uso de hachuras identificando a área seccionada. As hachuras podem ser utilizadas para identificar um determinado material, conforme Figura 1.

Figura 1 - Hachuras: elastômeros, vidros, cerâmica e rochas; concreto; líquido; madeira; terra.
Fonte: (ABNT, 1995a).

A norma que regula os cortes e seções é a NBR 10067 (1995b), a qual deve estar em de acordo com o padrão de hachuras da NBR 12298 (ABNT, 1995a).

1.1 **Ensino de desenho técnico**

Desde sua inserção nas universidades no início do século XIX, a disciplina de desenho técnico vem se tornando mais relevante e cada vez mais digital. Todavia, o aprendizado tradicional também é importante, pois, por ser um processo mais manual, a fixação do conteúdo é duradoura e rápida, assemelhando-se ao processo de alfabetização (PAULA; MIRANDA, 2016).

Um ponto que Pires e Bernades (2017) abordam é que o ensino da disciplina está mais ligado a aprimorar a percepção visual dos alunos, uma vez que um grande número de estudantes ingressa à faculdade com essa dificuldade em visualizar objetos e espaços mentalmente. Para um iniciante, torna-se difícil ter uma interpretação visual precisa do comportamento de um objeto tridimensional somente se baseando nas vistas ortogonais e em sua medida.

É notória a falta de inovações na didática de ensinar os conceitos tradicionais da disciplina, a qual está há mais de três décadas sem sofrer nenhuma mudança significativa (PAULA; MIRANDA, 2016). Trata-se de um método retrospectivo de ensino, estando focado em explicar as técnicas, mas há pouco estímulo para a aplicação deste conhecimento em projetos futuro:

> Sob as condições atuais, é notória a demanda por uma educação mais prospectiva do que retrospectiva. Cabe salientar, contudo, que uma educação prospectiva, que estimula a criatividade e gera inovação, não é óbvia, pois pressupõe que estudantes, professores, gestores, outros atores educacionais, sejam capazes de propor e lidar com problemas complexos e conceber soluções inovadoras. (CAVALCANTI; FILATRO, 2017, p. 17).

Desta forma, é fundamental haver um intercâmbio de informações entre os agentes envolvidos no ensino para alcançar resultados que melhorem a didática da disciplina. Como descrevem Cavalcanti e Filatro (2017, p. 20), o design é uma boa ferramenta para isso, pois sua área de atuação é centrada nas pessoas e nas necessidades ou problemas, sendo terreno fértil para soluções criativas que se adaptam no mundo real.

3 Atuação do Designer de produto

A história do designer de produtos pode ser considerada breve, uma profissão relativamente nova quando comparada às demais. De acordo com Keles (2015), "a revolução industrial gerou um aceleramento da produção e em meio a esse momento histórico dinâmico e revolucionário surge o Design". Neste momento os produtos eram produzidos visando o baixo custo e funcionalidade (KELES, 2015). Após isso surge o movimento conhecido como *Arts and Crafts*, que "valorizava a presença do artesanato frente aos excessos cometidos pelas padronizações de gosto duvidoso da mecanização da indústria de massa" (ALBUQUERQUE, 2018). O resultado foi a junção de ambos os modelos, gerando assim o design de produtos (KELES, 2015), que tem como objetivo a busca da funcionalidade somada ao uso da estética.

De acordo com Padilha *et al.* (2010), o design de produto "deve ser visto como um processo, um recurso que contribua para o aumento da eficiência e competitividade", diferenciação dos produtos, além da "otimização da performance, inovação, qualidade, durabilidade, aparência, custos, informação, marca, entre outros". A etapas seguidas durante o desenvolvimento de um produto são, segundo Padilha *et al.* (2010), "a identificação da oportunidade, o projeto conceitual e o próprio design, em que a geração de ideias é o centro do pensamento criativo".

Para Rozenfeld *et al.* (2006), o desenvolvimento de produtos se apresenta como um conjunto de atividades, buscando atender às necessidades do consumidor, respeitando restrições tecnológicas, considerando estratégias competitivas, com a finalidade de alcançar as especificações do produto e do processo de produção, para que seja produzido corretamente. O desenvolvimento de produto abrange também o acompanhamento após seu lançamento, até o fim de seu ciclo de vida.

As peças aqui desenvolvidas serão utilizadas em sala de aula e buscar-se-ão mensurar sua contribuição para facilitar a percepção do aluno no entendimento de vistas ortográficas, e principalmente, cortes e seções.

4 Materiais e Métodos

O presente projeto teve início a partir de levantamento bibliográfico para conceituar melhor a pesquisa e a verificação de projetos similares (CARDOSO *et al.,* 2010; AGUIAR; YONEZAWA, 2014; CUSTÓDIO; BROD; LOPES, 2016; LEMKE; SIPLE; FIGUEIREDO, 2016; MUNIZ; MORAES, 2018). A partir disso, foram feitos diversos sketches (fig. 2) e estes selecionados através de uma matriz de decisão (PAZMINO, 2013, p. 228-235).

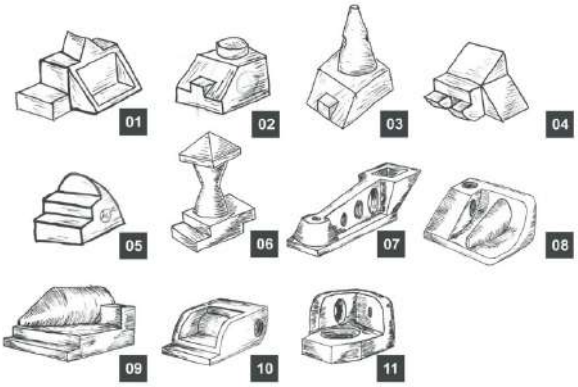


Figura 2 - Cardápio de ideias.
Fonte: elaborado pelos autores, 2019.

Os critérios decisórios analisados em cada peça foram: a geometria da peça, sua viabilidade e o grau de complexidade para os alunos. O primeiro critério **Geometria** foi avaliado conforme a presença de diferentes formas geométricas no modelo 3D, abrangendo: quadrado, retângulo, triângulo, círculo e cone; cada forma geométrica presente na peça corresponde a 1 ponto, podendo receber o máximo de 5 pontos. Já o segundo critério, – **Viabilidade de Produção** – foi avaliado com base na viabilidade de produção da peça em uma impressora 3D do tipo FDM (*fused deposition modelling*), podendo ser classificadas como não viável (nota 0), viável com suportes adicionais (nota 1) e totalmente viável, quando não há necessidade de utilizar suportes (nota 2). Por fim, o terceiro critério, **Simetria,** está relacionado ao corte da peça, seja transversal ou longitudinal; quanto mais simétrica a peça for em relação a estes planos, maior a pontuação. Sendo assim, as peças foram classificadas em: não simétrica (nota 0), simétrica em um plano (nota 1) e simétrica em ambos os planos (nota 2), conforme tabela 1.

Tabela 1 - Matriz de decisão

Critérios	Peça 1	Peça 2	Peça 3	Peça 4	*Peça 5*	Peça 6	Peça 7	Peça 8	Peça 9	Peça 10	Peça 11
Geometria	3	4	5	4	2	5	5	5	5	4	4
Viabilidade de Produção	2	2	1	2	2	0	2	1	1	1	2
Simetria	0	2	1	0	2	2	1	0	1	2	0
Total	5	**8**	7	6	6	7	**8**	6	7	7	6

Fonte: elaborado pelos autores, 2019.

Dentre as peças, 2 e 7 foram as mais pontuadas. No decorrer do texto, manteremos sua numeração para associação das etapas. A partir do resultado da matriz de decisão, as peças foram modeladas utilizando Fusion 360 da Autodesk (fig. 3).

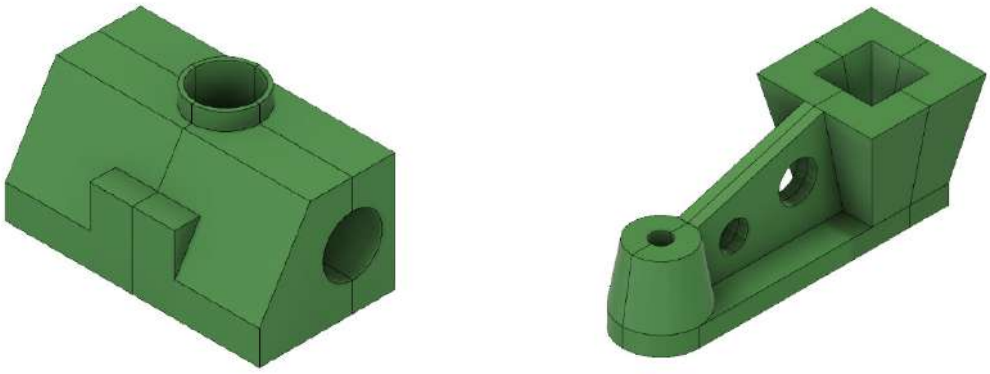


Figura 3 – Peças 2 e 7 modeladas com Fusion 360
Fonte: elaborado pelos autores, 2019.

Depois de modeladas, as peças foram impressas em escala 1:2 para realizar os primeiros testes (fig. 4 e 5).

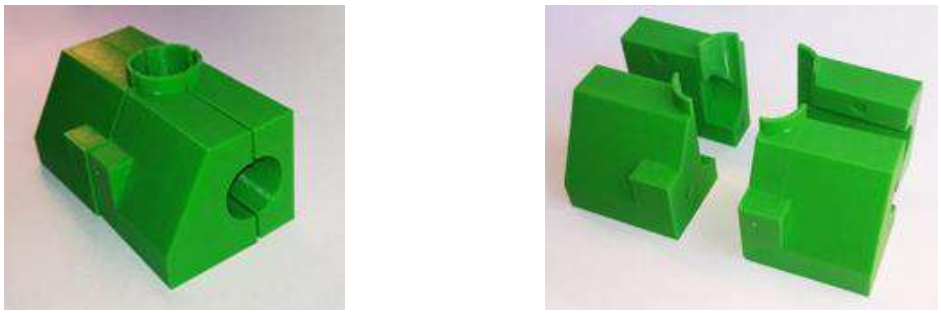


Figura 4 - Impressão 3D - Peça 2
Fonte: elaborado pelos autores, 2019.

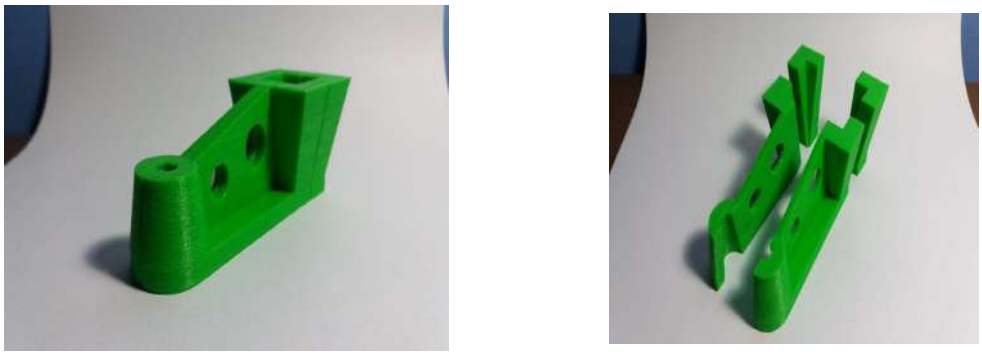


Figura 5 - Impressão 3D - Peça 7
Fonte: elaborado pelos autores, 2019.

Por fim, utilizando-se o fatiador Ultimaker Cura, foram gerados os arquivos *.STL e as peças foram impressas em escala real em impressora 3D do tipo FDM com medidas máximas 220x220x220 mm, filamento do tipo ABS, com temperaturas de 100º C para a mesa *(hotbed)* e 230º C para o bico *(hotend)*, a uma velocidade de 60mm/s. Para a junção das partes foram utilizados imãs de neodímio disco N35 8x1 mm fixados com cola de contato. Vale ressaltar que as peças não receberam nenhum tipo de acabamento após a impressão.

As medidas finais das peças são: **Peça 2:** 150x55x80 mm e **Peça 7:** 160x60x60 mm (fig. 6).

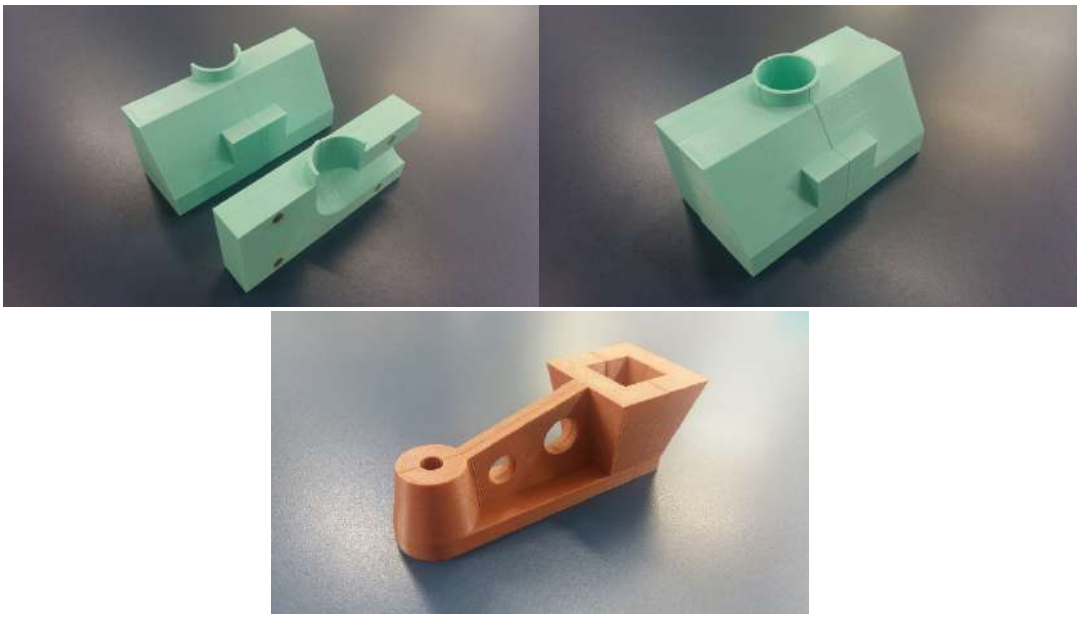


Figura 6 - Impressão final em escala 1:1
Fonte: elaborado pelos autores, 2019.

5 Conclusão

O levantamento de similares revelou que a impressão 3D vem sendo utilizada em diversas áreas para construção de protótipos educacionais, com métodos de construção distintos.

Por se tratar de um projeto desenvolvido no campo do Design, foi possível perceber que a construção de uma Matriz de Decisão – método muito utilizado pelos profissionais da área – foi primordial na escolha das peças a serem modeladas.

As impressões 3D tiveram excelente resultado final, pois como não foi necessário utilizar suportes, não houve marcas externas que comprometessem a estética. Isso acontece, pois, os modelos selecionados não possuem na sua construção, ângulos menores que 45 graus e assim, o empilhamento das camadas não é comprometido.

Por fim, espera-se utilizar as peças em sala e verificar sua contribuição para o ensino de desenho técnico, especialmente em cortes e seções.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) o apoio financeiro dado para a realização desta pesquisa.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12298: Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico.** Rio de Janeiro, 1995a.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10067: Princípios gerais de representação em desenho técnico.** Rio de Janeiro, 1995b.

AGUIAR, Leonardo De Conti Dias; YONEZAWA, Wilson Massashiro. Construção de instrumentos didáticos com impressora 3D. **IV Simpósito Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, 2014. Disponível em: <http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/

artigos/tic-no-ensino-aprendizagem-de-ciencias-e-tecnologia/01409583389.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2019.

ALBUQUERQUE, Marcelo. **História da Arte e Arquitetura:** Arts and Crafts. [S. l.]. 2018. Disponível em: <https://historiaartearquitetura.com/2018/12/15/arts-and-crafts/>. Acesso em: 24 mar. 2019.

CARDOSO, Antônio Valadão et al. Aprendizagem científica e tecnológica no ensino médio: uma experiência de design de material didático em 3D. **II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, 2010. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2010/artigos/EC/162.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2019.

CAVALCANTI, Carolina Costa Cavalcanti; FILATRO, Andrea Cristina. **Design thinking na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva, 2017.

CUSTÓDIO, Tiago Vega; BROD, Fernando Augusto Treptow; LOPES, João Ladislau. Tecnologia digital como recurso didático para potencializar o processo de aprendizagem em desenho técnico na educação profissional. **Revista Thema**, [S.l.], v. 13, n. 2, p. 80-98, set. 2016. Disponível em: <http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/360>. Acesso em: 25 mar. 2019.

FERREIRA, Regis de Castro; FALEIRO, Heloina Teresinha; DE SOUZA, Renata Fonseca. **Desenho Técnico**. 2008. 49 p. (Universidade Federal de Goiás), Universidade Federal de Goiás, Goiania, GO, 2008. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/68/o/Apostila_desenho.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2018.

KELES, Karen Costa. Reflexões sobre as mudanças do design pós-industrial no decorrer do século XX. **Revista on-line Especialize,** Belo Horizonte – MG. 2015. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=karen-costa-keles5116014.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2019.

KUBBA, Sam A. A. **Desenho técnico para construção.** Porto Alegre: Bookman, 2014.

LEMKE, Raiane; SIPLE, Ivanete Zuchi; FIGUEIREDO, Elisandra Bar de. **OAs Para o Ensino de Cálculo:** Potencialidades de Tecnologias 3D. [S. l.], 2016.

MUNIZ, Anderson de Lima; MORAES, Suzana Guimarães. Utilização de Modelos 3D como Recurso Didático no Ensino de Embriologia do Sistema Nervoso Central. **CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS**, 2018. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <http://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/download/783/589/>. Acesso em: 25 mar. 2019.

PADILHA, Ana Claudia Machado et al. A Gestão de Design na concepção de novos produtos: uma ferramenta de integração do processo de gestão e inovação, **Rev. Adm.,** UFSM, Santa Maria, 2010. Disponível em: <https://periodicos. ufsm.br/reaufsm/article/download/2503/1531>. Acesso em: 21 fev. 2019.

PAULA, Bárbara Arantes; MIRANDA, Carlos Alberto Silva de Miranda. Novas tecnologias aplicáveis no ensino do desenho técnico: possibilidades de otimização do aprendizado nos cursos de Design de produto. *In*: **Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design,** 2016, Belo Horizonte. Belo Horizonte: Blucher Design Proceedings, 2016. Disponível em: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/novas-tecnologias-aplicveis-no-ensino-do-desenho-tcnico-possibilidades-de-otimizao-do-aprendizado-nos-cursos-de-design-de-produto-24420>. Acesso em: 19 fev. 2019.

PAZMINO, Ana Verônica. **Como se Cria: 40 Métodos para Design de Produtos**. São Paulo: Blucher, 2015.

PIRES, Roberto. Wanner; BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. Considerações sobre o ensino de desenho técnico. In: BERNARDES, Maurício Moreira e Silva; LINDEN, Júlio Carlos de Souza van der (Orgs.). **Design em Pesquisa** – Vol. I. Porto Alegre: Marcavisual, 2017. p. 374-392.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos:** uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006. SILVA, Arlindo; RIBEIRO, Carlos Tavares et al. Desenho técnico moderno. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SILVA, Arlindo et al. **Desenho Técnico Moderno.** 4. ed. atual. e aum. Rio de Janeiro: LTC. 2006.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

PROJETO CERÂMICO, PATRIMÔNIO E PRODUTO SUSTENTÁVEL EXTENSÃO, ENSINO SUPERIOR, INDÚSTRIA E SOCIEDADE

FRADE, José Manuel C. B. C.[1],
VIEIRA, Josiane Wanderlinde[2]

Resumo

Neste trabalho apresentam-se as principais atividades que tiveram lugar durante o projeto de investigação Cerâmica, Patrimônio e Produto Sustentável – do ensino à indústria (CP2S) que foi liderado pelo Laboratório de Investigação em Design e Artes (LIDA) da Escola Superior de Artes e Design de Caldas da Rainha – ESAD.CR, do Instituto Politécnico de Leiria - IPL, Portugal, e que decorreu entre 27.09.2017 e 26.03.2019. O projeto de investigação CP2S visou organizar um conjunto de informação dispersa nas áreas tecnológica, social, econômica e histórico-cultural, que foi usada na criação de recursos diferenciados e inovadores, sobretudo experimentais e visuais, para a formação pedagógica e cultural ou para o apoio ao ensino, investigação e design de produtos cerâmicos sustentáveis que contribuam para o aumento da competitividade e da sustentabilidade da indústria cerâmica. Finalmente pretende-se demonstrar que as principais atividades do projeto CP2S podem, no seu conjunto, ser entendidas como uma aplicação inovadora testada com sucesso a desafios societais nomeadamente por fortalecerem a extensão entre ensino superior – indústria – sociedade.

Palavras-chave: cerâmica, design, sustentabilidade, extensão, indústria.

Abstract

This work presents the main activities that took place during the research project on ceramic, heritage and sustainable product - from teaching to industry (CP2S), which was led by the Laboratory of Design and Arts Research (LIDA) of the Escola Superior de Artes e Design by Caldas da Rainha of the Polytechnic Institute of Leiria, Portugal, which took place between 27.09.2017 and 26.03.2019. The research project (CP2S) was designed to organize a dispersed set of information in the technological, social, economic and historical-cultural areas, which was used in the creation of differentiated and innovative resources, mainly experimental and visual, for pedagogical and cultural training or for support to the teaching, research and design of sustainable ceramic products that contribute to increasing the competitiveness and sustainability of the ceramic industry. Finally, it is intended to demonstrate that the main activities of the CP2S project can be understood as an innovative application successfully tested to societal challenges, namely by strengthening the extension between higher education - industry - society.

Keywords: ceramics, design, sustainability, extension, industry.

[1] Laboratório de Investigação em Design e Artes (LIDA) da Escola Superior de Artes e Design de Caldas da Rainha (ESAD.CR) do Instituto Politécnico de Leiria. jose.frade@ipleiria.pt
[2] Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). josiwv@gmail.com

1 Introdução

Os materiais em geral, e a cerâmica em particular, são domínios diferenciadores da estratégia de investigação e inovação para uma especialização inteligente da região centro de Portugal (*CCDEC*, 2020).

A Escola Superior de Artes e Design de Caldas da Rainha (ESAD.CR) é uma instituição do ensino superior português, pioneira na oferta de cursos superiores na área do design cerâmico desde o ano letivo 1990/91, de acordo com SERRA e com a legislação publicada no diário da república portuguesa (SERRA, 2018; DRP, 1988). De acordo com o mesmo diário, a ESAD.CR, cedo incluiu uma unidade curricular de "design e desenvolvimento sustentável" no plano curricular do curso de design de cerâmica (DRP, 2007).

A presença da indústria cerâmica na região centro em geral e na cidade de Caldas da Rainha, em particular, tem uma dimensão histórica sólida, estando documentada em várias publicações que evidenciam um considerável patrimônio de saberes e de tecnologias (HORTA, 2012; SERRA, 2001; SAMPAIO & PEREIRA, 2013; MOURÃO, 2007).

Existem, trabalhos referenciados em bibliografia especializada, vários exemplos de produtos cerâmicos industriais sustentáveis que são simultaneamente reconhecidos como fundamentais à competitividade da indústria cerâmica portuguesa. Segundo vários autores (APICER, 2012; ROY, 2015; ALMEIDA, 2016; GABALDÓN-ESTEVAN, 2014).

Havendo uma maior aproximação das instituições de ensino superior ao entorno industrial, passa a fazer parte dos planos estratégicos mais recentes do Instituto Politécnico de Leiria, conforme se testemunha através do número crescente de "protocolo IPL indústria" e da visibilidade nacional, o que este projeto evidencia (IPL, 2019).

Neste enquadramento justifica-se a oportunidade de reforçar esta extensão IPL indústria através do projeto de investigação CP2S numa área econômica de fundamental importância para a região centro de Portugal, através das seguintes ações principais:

- visitas a empresas industriais cerâmicas, tendo em vista realizar uma coleção de produtos industriais demonstrativos de boas soluções de sustentabilidade em termos de design de produto;

- utilização daquela coleção enquanto recurso pedagógico, de apoio ao ensino, investigação e design de produtos cerâmicos sustentáveis e de reforço à oferta cultural e cívica da cidade de Caldas da Rainha e da região.

O desenvolvimento deste projeto de investigação enquadra-se dentro dos seguintes pilares: ensino superior, indústria e sociedade. Estes reforçam o seu caráter de extensão com interesse mútuo para todos os públicos envolvidos.

2 Desenvolvimento do trabalho

No decorrer do projeto CP2S realizaram-se sequencialmente as seguintes atividades:

a) Visitas a cerca de 20 empresas inseridas em diferentes subsetores industriais cerâmicos: utilitário e decorativo, sanitários, estrutural, pavimento e revestimento, tendo a pesquisa como foco a seleção de exemplos positivos de produtos cerâmicos industriais, em termos de design sustentável;

b) Investigação e classificação dos produtos cerâmicos selecionados na atividade anterior (cerca de 300), tendo em vista concretizar as seguintes iniciativas:

- constituir uma coleção de produtos industriais cerâmicos sustentáveis, figura 1;

- aprofundar o conhecimento técnico e científico de cada produto selecionado, visando identificar as estratégias de sustentabilidade que evidenciam;

- promover mostras pedagógicas em contexto de sala de aula, figuras 2 e 3;

- realizar uma exposição intitulada “Produtos Certttmicos Industriais Sustentáveis em Portugal” de divulgação e de disseminação de conhecimento científico, técnico e cultural em torno da cerâmica, do design e dos produtos sustentáveis na cidade das Caldas da Rainha, localizada nos Silos. A escolha do local baseou-se na sua ambientação industrial, além da sua localização, no coração das Caldas da Rainha, figuras 4 e 5.

Estas quatro iniciativas foram testadas enquanto recursos inovadores para colocar ao serviço do ensino e da investigação, nomeadamente como fontes de conhecimento e simultaneamente de inspiração na prática de projeto de produtos industriais cerâmicos sustentáveis (e inovadores), tendo em vista criar novas propostas de produtos devidamente equilibradas em termos ecológicos, econômicos, sociais e culturais.

A partir das iniciativas referidas anteriormente, foram criadas novas propostas de produtos cerâmicos industriais sustentáveis, tendo em vista contribuir para a competitividade e internacionalização da indústria cerâmica portuguesa através do uso de soluções mais sustentáveis e portanto com um favorável impacto ambiental, responsabilidade social e viabilidade econômica.

Foram investigadas e aplicadas as melhores estratégias e metodologias de comunicação e marketing, visando aumentar o potencial interesse da indústria pelos novos produtos cerâmicos sustentáveis, frutos deste projeto de investigação.

Foram selecionadas as propostas de produtos industriais que foram apresentadas à indústria e ao público em geral, através de desenhos e de outras técnicas de representação digital, figura 6, e através de protótipos, figura 7. Os protótipos visam, neste caso, criar modelos de comunicação e de testes mais eficazes, comparativamente aos desenhos obtidos por diferentes técnicas de representação digital, 2D e 3D.

Os resultados dos projetos desenvolvidos, ou seja os protótipos e os desenhos relativos as propostas, dos novos produtos cerâmicos, foram publicados à industria, ao ensino, à investigação e a todo o público em geral, através da participação do projeto CP2S em uma feira. Trata-se da conferência de propriedade industrial denominada “Da Invenção ao Mercado”, realizada em Leiria nas instalações do Núcleo Empresarial da Região de Leiria (NERLEI) e de novas visitas realizadas às empresas industriais, figuras 6 a 8.

Figura 1 – Parte da coleção de produtos cerâmicos industriais sustentáveis (louça utilitária). Fonte: acervo do projeto CP2S.

Figura 2 – Mostra pedagógica em aula (ESAD.CR) com a utilização da coleção. Fonte: acervo do projeto CP2S.

Figura 3 - Mostra pedagógica – aula (ESAD.CR) com a utilização da coleção (visíveis cerâmicos estruturais). Fonte: acervo do projeto CP2S.

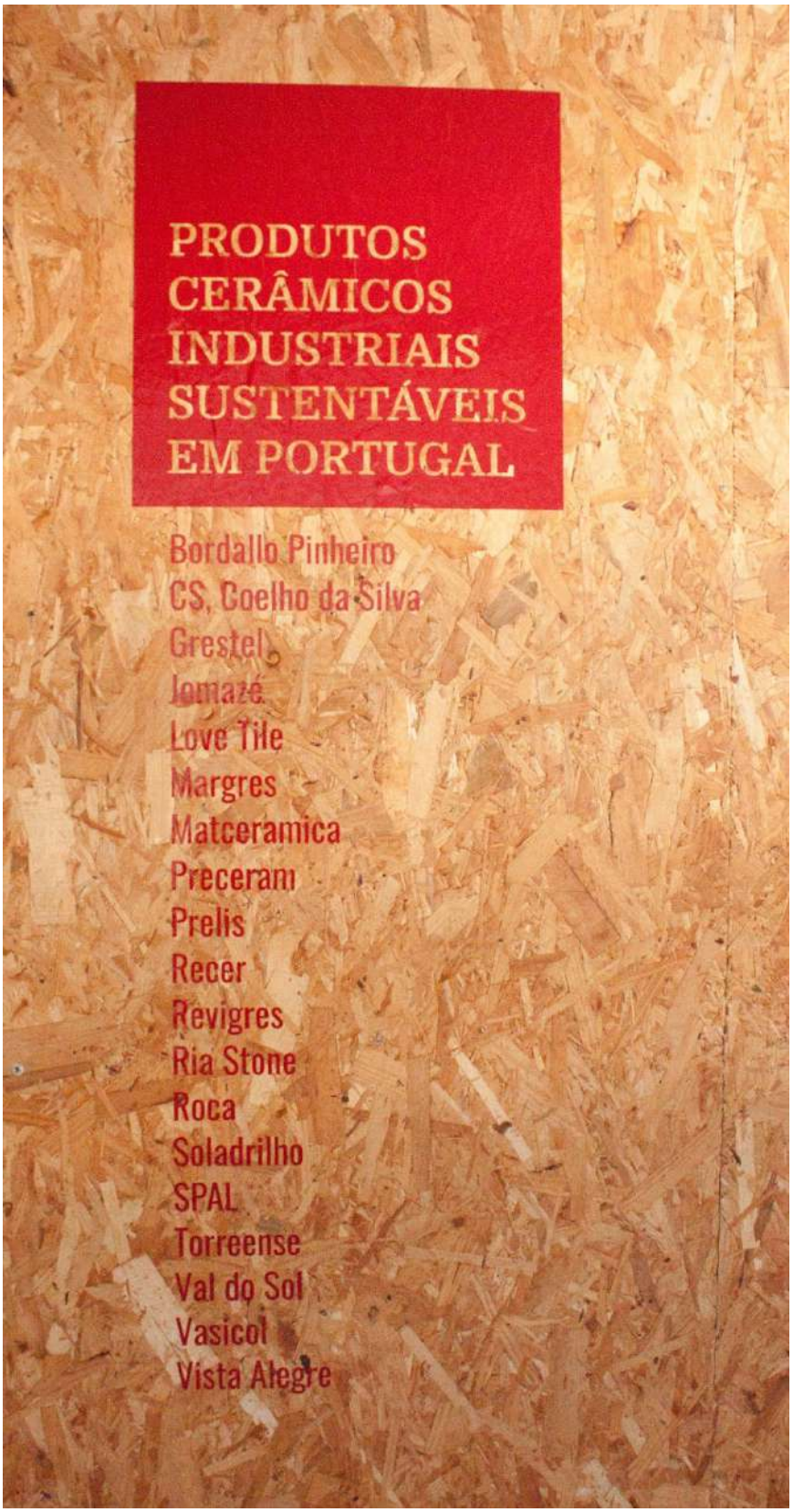


Figura 4 – Cartaz da exposição “Produtos, Cerâmicos Industriais Sustentáveis em Portugal”, com indicação das empresas representadas, Silos, em Caldas da Rainha. Fonte: acervo do projeto CP2S.

Figura 5 - Exposição “Produtos, Cerâmicos Industriais Sustentáveis em Portugal”, Silos, em Caldas da Rainha. Fonte: acervo do projeto CP2S.

Figura 6 – Parte do stand do projeto CP2S na feira de propriedade industrial “Da Invenção ao Mercado”, NERLEI, em Leiria. Fonte: acervo do projeto CP2S.

Figura 7 – Protótipos criados no projeto CP2S expostos na feira de propriedade industrial “Da Invenção ao Mercado”, NERLEI, em Leiria.
Fonte: acervo do projeto CP2S.

Figura 8 – outra vista do stand do projeto CP2S patente na feira de propriedade industrial “Da Invenção ao Mercado”, NERLEI, em Leiria.
Fonte: acervo do projeto CP2S.

É de suma importância, aos alunos de design, os conteúdos visuais como fontes de conhecimento e de inspiração para os seus projetos. Por isso, neste projeto de investigação, dá-se destaque a atividades de disseminação de conhecimentos como coleções ou exposições, onde os alunos, e também o público em geral, possam usar os vários sentidos, no contato com os elementos a serem apresentados. Foram convidados os primeiros alunos à aplicação de conhecimentos estratégicos nas áreas da sustentabilidade e inovação, para que focassem e aplicassem nas suas práticas de projeto de design, e os segundos alunos convidados para tornarem-se mais críticos, exigentes, enquanto consumidores de produtos cerâmicos, parecendo-nos que por estas vias este projeto contribui de maneira importante para a possibilidade de uma indústria mais competitiva e um mundo mais sustentável.

Os resultados desta investigação proporcionaram aos alunos, nomeadamente de design, conhecimentos mais atualizados sobre o estado da arte dos processos e produtos industriais cerâmicos, que para além de reforçarem o nível de conhecimentos gerais em cerâmica, tendem a aproximar as propostas de novos produtos criadas em ambiente acadêmicos, dos portfólios característicos dos diferentes subsetores industriais cerâmicos, com potencial efeito no aumento de empregabilidade dos futuros licenciados, em particular nesta indústria.

É certo que se evidenciaram, nos vários subsetores cerâmicos, bons exemplos de produtos que responderam a preocupações no âmbito da sustentabilidade e da inovação, no entanto, as propostas de novos produtos cerâmicos desenvolvidos no âmbito deste projeto de investigação reforçam as possibilidades de aumentar este tipo de produtos sustentáveis e inovadores no setor industrial cerâmico nacional.

As novas propostas de design criadas através do projeto CP2S incrementam potencialmente a competitividade e internacionalização da indústria cerâmica portuguesa para mercados mais interessantes e exigentes, do ponto de vista ambiental e social. Estas propostas apresentam potencial no acréscimo de valor para os consumidores com maior consciência ambiental, em relação a outros produtos cerâmicos com mais baixo custo - provenientes de países que valorizam menos as questões ambientais, sociais e econômicas associadas a produção e ao design de produto, concorrentes nos mercados internacionais com os produtos cerâmicos produzidos na região centro de Portugal.

O alargamento da oferta ao público em geral da exposição intitulada “Produtos Cerâmicos Industriais Sustentáveis em Portugal”, realizada nos Silos, em Caldas da Rainha, permitiu dar uma imagem do estado da arte deste setor industrial nomeadamente a pessoas que trabalharam muitos anos neste setor, sobretudo na área da louça utilitária e decorativa ou que valorizam bastante o componente patrimonial, cultural e artístico destes produtos.

No segmento da participação do projeto CP2S na feira de propriedade industrial denominada “Da Invenção ao Mercado”, realizada na NERLEI em Leiria, decorreram vários contatos com empresas do setor cerâmico interessadas em aprofundar a possibilidade de integrarem alguns dos produtos criados durante este projeto de investigação na sua produção. A partir das visitas realizadas novamente às industrias, para apresentar os produtos criados no âmbito deste projeto, neste momento, está sendo analisada a possibilidade de integrar a produção de alguns produtos propostos em novos projetos, financiados pelo estado português ou pela união europeia, no âmbito de projetos de apoio a competitividade das empresas portuguesas.

As várias exposições, as quais o projeto CP2S promoveu ou participou, foram visitadas por um público diversificado, entre os quais destacamos a comunidade acadêmica, a comunidade empresarial, associações industriais, centros tecnológicos, autarquias e políticos, comunidade científica, alunos de outros níveis de ensino, cidadãos comuns...

A indústria cerâmica e o desenvolvimento de múltiplas atividades pedagógicas, científicas e culturais, em torno desta produção, que se inscreveram neste projeto de investigação, assumem o evento como uma oportunidade de reforço da valorização do território e de exploração futura para o desenvolvimento sustentável desta região.

3 Conclusão

A coleção de produtos industriais cerâmicos sustentáveis, o conhecimento gerado em termos de estratégias de sustentabilidade visando o design de produtos cerâmicos, as mostras pedagógicas em aulas e as exposições realizadas com aquela coleção evidenciaram-se como modelos inovadores de ensino/aprendizagem. Foram fontes de conhecimento e simultaneamente de inspiração na prática de projeto de produtos sustentáveis (e inovadores) que apoiaram a criação de novas propostas de produtos cerâmicos, devidamente equilibrados em termos ecológicos, econômicos, sociais e culturais.

O projeto de investigação CP2S criou uma dinâmica na cidade e na região, que no seu conjunto podem ser entendidas como uma aplicação inovadora testada com sucesso a desafios sociais. Nomeadamente por fortalecerem a extensão entre ensino superior – indústria – sociedade em torno de uma temática atual, que é a sustentabilidade em geral e também dos produtos cerâmicos em particular.

O projeto de investigação CP2S criou uma interação entre a escola, a indústria e a sociedade, que reforça a extensão entre estas três esferas da sociedade.

Agradecimentos

O Projeto CP2S, “Cerâmica, Patrimônio e Produto Sustentável – do ensino à indústria”, agradece o apoio FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, no âmbito do Programa Portugal 2020 – Programa Operacional Regional do Centro (CENTRO-01-0145-FEDER-23517) e a todas as empresas que ofereceram produtos cerâmicos para constituir a coleção de produtos cerâmicos industriais sustentáveis.

Referências

ALMEIDA, Marisa Isabel; et all. **Environmental profile of ceramic tiles and their potential for improvement**; In Journal of Cleaner Production, 2016.

DIÁRIO DA REPÚBLICA PORTUGUESA - DRP. **Decreto-Lei nº 45/88** de 14 de Dezembro, 1988.

DIÁRIO DA REPÚBLICA PORTUGUESA - DRP. **Despacho nº 25545-AL/2007** de 8 de Novembro, 2007.

GABALDÓN-ESTEVAN, D., et all.**The green factor in European manufacturing: a case study of the Spanish ceramic tile industry**; In Journal of Cleaner Production, 2014.

HORTA, Cristina Maria Ribeiro da Silva Ramos. **Manuel Mafra (1831-1905) e as Origens da**

Cerâmica Artística das Caldas da Rainha. Universidade Nova de Lisboa, 2012.

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA. IPL **Indústria**, https://www.ipleiria.pt/iplindustria atividades-2/responsabilidade-social/; acesso março 2019. Materials Research, Vol. 1113, p168-174, 7p. Publisher: Trans Tech Publications, Ltd.; 2015

MOURÃO, Alda M. M.. **Region of Leiria, Identity and Development**. ed. 1. IPL, Leiria, 2007.

ROY, Robin Basingstoke. **Consumer Product Innovation and Sustainable Design.** The Evolution and Impacts of SuccessfulProducts; Basingstoke : Routledge, 2015.

SAMPAIO, Jorge e PEREIRA, Luís Peres. "**Cerâmica de Alcobaça. De 1875 à actualidade**"; Col. Cadernos de Cerâmica. Colecção Pereira de Sampaio, Ed. Ramiro Leão, Gavião, 2013.

SERRA, José Bonifácio. "**História da Cerâmica das Caldas da Rainha: constantes e linhas de força**". V Festa Ibérica da Olaria e do Barro/Jornadas Ibéricas de Olaria e Cerâmica, Reguengos de Monsaraz, 2001.

SERRA, José Bonifácio. **Elementos do processo de criação da Escola de Arte e Design das Caldas da Rainha** (http://cidadeimaginaria.org/cv/HistESAD.pdf); acesso em dezembro de 2018.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS UTILIZANDO CONCEITO BUILDING INFORMATION MODELING NA FERRAMENTA REVIT MEP

BORGES, Mariane Brito Azevedo[1],
BORGES, Paulo Victor de Souza [2],
SILVA, Jessica Monteiro da[3].

Resumo

Desde a década de oitenta os softwares baseados em *Computer Aided Design* (CAD), têm dominado a indústria em diversos setores auxiliando a elaboração de projetos: os softwares CAD são extensamente utilizados por projetistas para elaborar desenhos usualmente bidimensionais (2D). Apesar de muito útil, em várias áreas, a tecnologia CAD hoje se mostra obsoleta frente a novas plataformas computacionais que utilizam o *Building Information Modeling* (BIM). Como um dos maiores desenvolvimentos na área de projetos de engenharia, na tecnologia BIM, o projeto todo é concebido com modelagem em um ambiente tridimensional (3D), incorporando fielmente todas as partes de uma construção e não somente a visualização gráfica. Utilizando da filosofia BIM, este trabalho se propõe a ilustrar suas características operacionais através da plataforma computacional *Revit Mep* para um projeto de instalações elétricas.

Palavras-chave: BIM; Modelagem 3D; Projeto de Instalações Elétricas.

Abstract

Since the eighties, Computer Aided Design (CAD) softwares have dominated the industry in a wide range of sectors, helping to design projects: CAD softwares are widely used by designers to produce two-dimensional (2D) designs. Although very useful in many areas, CAD technology is now obsolete in front of new computing platforms that use Building Information Modeling (BIM). As one of the biggest developments in engineering design, in BIM technology, the entire design is designed with 3D modeling, faithfully incorporating all parts of a building and not just the graphical view. Using the BIM philosophy, this work intends to demonstrate the characteristics of its use through the Revit Mep computational platform for an electrical installations project.

Keywords: BIM; 3D Modeling; electrical installations Project.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro, mariane.azevedo@eba.ufrj.br
[2] Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, paulovictorborges61@gmail.com
[3] Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, jessica-smonteiro@hotmail.com

1 Introdução

O rápido e constante avanço da tecnologia atinge a todos os setores de uma maneira geral e com o setor de projetos de engenharia não poderia ser diferente. Antes do surgimento dos computadores, a maioria da documentação de projetos era feita à mão. Com a era do computador, apareceram os softwares CAD que passaram a agilizar significativamente a elaboração de desenhos, principalmente em 2D. Atualmente, a tecnologia BIM, que é considerada a evolução do CAD, permite que o projeto seja criado em um ambiente 3D, onde todo elemento modelado possui características paramétricas e não somente geométricas. Desta maneira, tem-se um banco de dados com informações armazenadas que posteriormente podem ser extraídas para elaboração de desenhos em 2D, listas de materiais, folhas de dados de equipamentos e outros tipos de documentos de engenharia. O gerenciamento de todas as informações só é praticável porque o BIM utiliza um modelo único para todo o projeto.

Todos os membros de cada equipe envolvida no processo podem trabalhar de forma integrada e simultânea inserindo os dados necessários em um mesmo banco. Assim, a troca de informações ocorre em tempo real e os erros de projeto por falha de comunicação entre as equipes, perda de dados ou até mesmo duplicidade destes são minimizados (KISCHEL, 2013). Caso seja executada uma modificação em algum um componente, esta será refletida em todos os outros a ele relacionados. Esta alteração também será atualizada em toda documentação técnica vinculada ao componente como folhas de dados, lista de materiais, desenhos, entre outros, sem que o usuário precise acessar estes documentos individualmente para realizar a mudança manualmente (BRITO, 2015).

Portanto, entende-se que a filosofia BIM tem como objetivo promover a integração de todos os profissionais envolvidos na elaboração de um projeto a partir de um modelo virtual que contém todas as características da edificação que está sendo projetada. Quando esta "construção" digital é concluída, ela possui todos os dados relevantes que serão necessários para auxiliar as etapas relacionadas ao projeto como o orçamento, a construção, a fabricação, a aquisição, a manutenção, entre outras (EASTMAN, 2011).

2 Revit

O software BIM escolhido para execução da modelagem no presente trabalho é o Revit 2018, da fabricante Autodesk. Apesar de ser bastante conhecido como um programa para aplicações em arquitetura e engenharia civil, o Revit tem um apanhado de funções bem completo para elaboração de projetos de qualquer tipo de sistema e isto inclui os de engenharia elétrica.

Baseado na filosofia BIM, o programa permite a criação de todos os tipos de famílias necessários para empregar no projeto. Para elétrica, famílias de luminárias, tomadas, painéis, motores, geradores, transformadores, eletrodutos, eletrocalhas, leitos, entre tantas outras que façam parte da estrutura de uma instalação elétrica podem ser criadas.

2.1 Famílias

A base de dados paramétrica do programa Revit é formada pelas chamadas Famílias. Uma Família é um grupo de elementos que possuem propriedades em comum (parâmetros) e uma representação gráfica relacionada. As variações existentes entre elementos de uma

mesma família são denominadas “Tipos”. Desta forma, tudo que compõe a modelagem de um projeto faz parte de uma família, como paredes, janelas, portas, eletrodutos, luminárias etc. Podendo ser genéricas ou customizadas, as famílias utilizam parâmetros como fabricante, tipo de material, dimensões, entre outros equivalentes ao objeto para que sejam corretamente especificadas. As genéricas, apesar de serem configuradas sem conexão com fabricantes, detêm padrões comerciais. Além disso, existe a possibilidade de os fabricantes criarem uma base de dados com diversas famílias contendo seus produtos com objetivo de disponibilizá-las para que empresas projetistas as usem em seus projetos.

2.2 Estrutura do Software

Constituída por um conjunto de janelas e barras de ferramentas, a interface do Revit é bastante intuitiva. O Revit possui modelos *default* para projetos de elétrica, mecânica, hidráulica, civil, entre outros. Esses modelos já vêm com uma estrutura organizada adequada para cada tipo de sistema. Para o projeto do presente estudo de caso, foi escolhido o modelo “*Electrical-DefaultBRAPTB*” (adequado para instalações elétricas). Este modelo vem dividido em categorias que facilitam a organização de todo o projeto, desde a modelagem até a geração da documentação técnica. Na Figura 1, é possível ver a janela “Navegador de Projeto”. Ela apresenta toda a estrutura do empreendimento que está sendo elaborado. O sistema de elétrica já vem com dividido com os subsistemas “Iluminação” e “Potência”, além de já ter as divisões para criação de legendas, tabelas, folhas, famílias e grupos que são comuns a todos os tipos de sistemas. Desta maneira todos os elementos podem ser facilmente acessados, controlados e modificados a qualquer momento (PET CIVIL UFRGS, 2017).

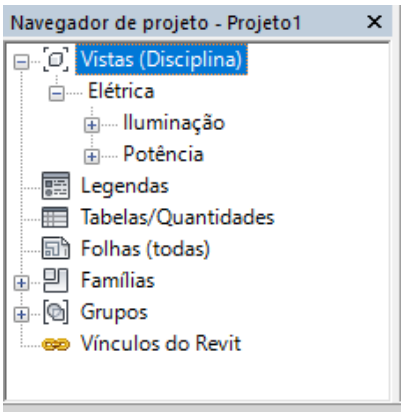


Figura 1: Janela do Navegador de Projeto.
Fonte: Autores.

2.3 Modelagem do projeto de instalações elétricas

Os componentes de elétrica são inseridos através da aba “Sistemas”. Ao clicar sobre ela aparecem na tela diversos sistemas, entre eles, o de elétrica. Clicando em sua guia, aparecem as opções para inserção dos componentes, assim como mostra a Figura 2:

Figura 2: Guia de inserção de componentes de elétrica.
Fonte: Autores.

O procedimento para modelar todos os tipos de componentes é semelhante e bem intuitivo como pode ser concluído ao observar-se a figura acima. Para executar a modelagem do transformador, por exemplo, deve-se clicar na opção “Equipamento elétrico” da guia de elétrica. Ao realizar este procedimento, a janela de propriedades será habilitada com as famílias pertencentes à categoria “equipamento elétrico”. Basta somente escolher o componente adequado (com características como tensão, potência, fator de potência, entre outras, condizentes com o detalhamento de projeto realizado) e posicioná-lo no local desejado. Caso os parâmetros do equipamento não estejam de acordo com as características requeridas para o projeto elétrico, pode-se alterá-las. Ao adicionar um componente na vista de planta baixa (2D), este pode ser visualizado em todos os outros tipos de vistas existentes (3D, cortes, elevações) no projeto.

3 Estudo de caso

Com objetivo de analisar a aplicação do conceito BIM em um projeto de instalações elétricas, realizou-se o estudo de caso galpão industrial fictício. A modelagem foi feita na ferramenta Revit 2018 (versão gratuita para estudantes), da Autodesk. O galpão possui dimensões de 30 por 15 metros e contém 9 motores como cargas principais, imaginados para atividades industriais quaisquer. Foi elaborada a modelagem da alimentação dos motores, da iluminação e tomadas e dos painéis elétricos. A partir da modelagem, serão geradas plantas 2D, cortes, detalhes, lista de materiais e quadros de cargas, diretamente do Revit.

Na Figura 3 pode ser observado o resultado completo da modelagem do projeto de instalações elétricas do galpão no Revit.

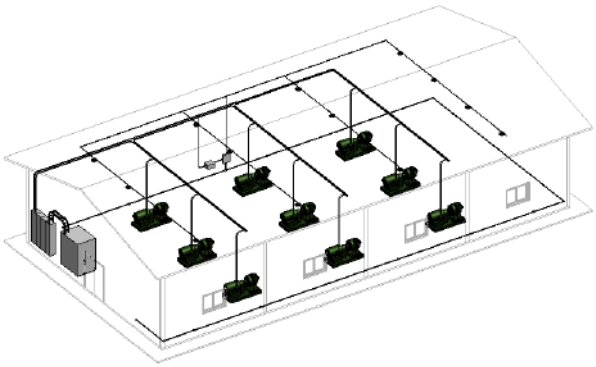


Figura 3: Vista 3D do projeto de instalações elétricas finalizado.
Fonte: Autores.

A discussão sobre o projeto elétrico, envolvendo o dimensionamento dos equipamentos, condutores, eletrodutos e eletrocalhas, cálculo de demanda, etc., não será abordada neste artigo, sendo aqui preconizada apenas a análise do Revit para o desenvolvimento de documentos de engenharia. Os critérios utilizados para o desenvolvimento do projeto elétrico podem ser encontrados nas referências da ABNT (2004) e em MAMEDE FILHO (2007). O desenvolvimento de todo o projeto, incluindo todas as etapas de dimensionamento e toda a documentação gerada (plantas, quadros de cargas, listas de materiais) pode ser visualizado em SILVA (2018).

3.1 Elaboração de documentação técnica de projeto

A documentação técnica é a parte entregável de um projeto ao cliente. Ela é o produto de todo o trabalho feito pelos projetistas. A partir dela o cliente avalia se o projeto possui coerência, qualidade técnica, faz comentário para melhorias, etc. No caso de um projeto feito em um software como o Revit, além dos documentos, a maquete modelada também pode ser um produto entregável. Isso vai depender do tipo de contrato feito entre a empresa projetista e o cliente.

O Revit possui em sua estrutura um ambiente que permite a elaboração de documentos. Na janela “Navegador de projeto” existe um item denominado “Folhas”. É dentro dele que ficará armazenada toda documentação criada. O Revit disponibiliza modelos prontos para folhas, mas o usuário pode também criar seu próprio modelo ou importar de outro programa como o AutoCAD, por exemplo. O próximo passo é inserir as vistas dentro da folha. Podem ser inseridas plantas baixas, vistas 3D, cortes, etc. Mas antes de colocar estes tipos de vistas dentro da folha, deve-se acrescentar nas mesmas as anotações necessárias – textos para identificação das cargas, painéis e circuitos, simbologia de fiação, simbologia para chamada de detalhe, indicações de elevação, seta norte, entre outras anotações pertinentes – para que os documentos possuam informações completas a respeito do projeto.

Quando se inicia um projeto no Revit, as vistas de plantas baixas e de elevações da estrutura são automaticamente criadas. Vistas 3D e vistas de corte devem ser criadas pelo usuário caso este julgue necessário para compor os documentos de mais informações. Para o projeto de instalações elétricas do galpão, a documentação técnica elaborada é composta de: uma planta de iluminação e tomadas, uma planta de força, quadros de cargas dos painéis e lista de materiais. A planta de iluminação e tomadas e a planta de força são compostas basicamente das vistas de planta baixa, cortes e vistas 3D. Nestas vistas é possível ver todos os equipamentos e infra-estrutura modelados. As Figuras 4, 5 e 6 a seguir apresentam, respectivamente, a planta de força, uma vista de corte da alimentação do painel de iluminação e uma vista de detalhe de instalação da alimentação do motor.

Como ponto de melhoria na elaboração de plantas pelo Revit, pode-se citar a dificuldade com a simbologia na distribuição de cabos na planta de iluminação e tomadas. Apesar do oferecer o recurso de automatismo para o desenho da distribuição dos circuitos na planta, as simbologias não seguem o padrão nacional, o que levou a necessidade de fazer toda a indicação dos cabos com linhas comuns.

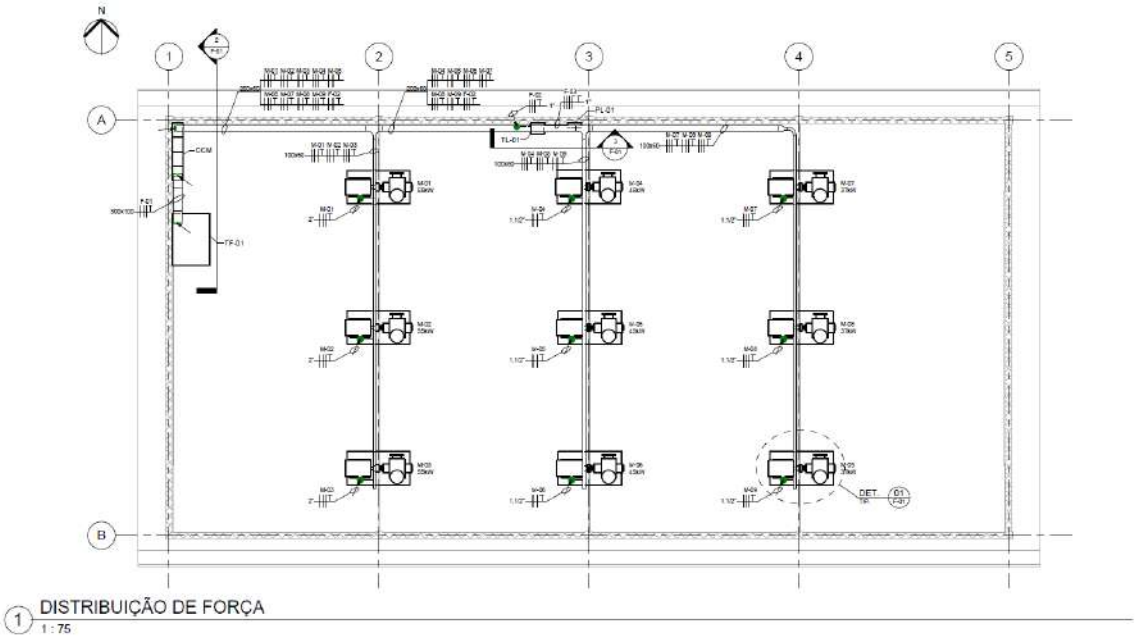


Figura 4: Planta de Distribuição de Força.
Fonte: Autores.

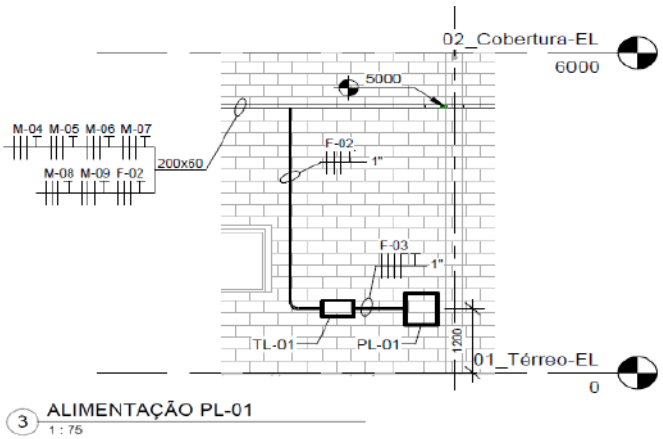


Figura 5: Corte.
Fonte: Autores.

Figura 6: Detalhe de Instalação.
Fonte: Autores.

A elaboração dos quadros de cargas dos painéis é realizada de forma simples e automatizada pelo programa. O quadro de cargas gerado pelo Revit mostra as principais informações a respeito das cargas conectadas ao painel. Nele aparecem os números dos circuitos e quanto de carga está conectado aos mesmos, o número de pólos, o fator de demanda de cada tipo de carga, a potência aparente total conectada em cada fase do painel, a corrente por fase, a potência e corrente considerando a carga total e a carga demandada. Além disso, mostra a origem da alimentação do painel, sua tensão de alimentação e faz o balanceamento de fases automaticamente.

A vantagem de poder gerar o quadro de cargas dentro do próprio programa é não precisar passar estas informações para outro tipo de *software* manualmente, correndo risco de que algum dado seja anotado erradamente. Há preservação das informações. Ademais, com os dados apresentados, o projetista pode fazer uma comparação com o dimensionamento por ele realizado e, se houver alguma grande disparidade, consertar o erro. O balanceamento automático de fases, como exposto anteriormente, também é outra vantagem significativa. Na Figura 7 tem-se como exemplo o quadro de cargas do painel de iluminação e tomadas do galpão.

TAG Painel PL-01

Localização:
Fornecimento de: TL-01
Montagem: Sobrepor
Armário: Tipo 1

Volts: 127/220 Wye
Fases: 3
Fiação: 4

Observações:
PAINEL DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS

CKT	Descrição do circuito	Pólos	Fator de potência	In	A		B		C		In	Fator de potência	Pólos	Descrição do circuito	CKT
1	Iluminação (L-01)	1	1	8.50 A	1080 VA	1080 VA					8.50 A	1	1	Iluminação (L-02)	2
3	Tomadas (T-03)	1	1	12.60 A			1600 VA	1600 VA			12.60 A	1	1	Tomadas (T-04)	4
5	Tomadas (T-05)	1	1	12.60 A					1600 VA	1600 VA	12.60 A	1	1	Tomadas (T-06)	6
7															8
9															10
11															12
13															14
15															16
17															18
19															20
21															22
23															24
25															26
27															28
29															30
31															32
33															34
35															36
37															38
39															40
41															42
					2160 VA		3200 VA		3200 VA						
					17.01 A		26.46 A		26.46 A						

Legenda:

Classificação de carga	Carga conectada	Fator de demanda	Demanda estimada	Totais do painel	
Other	2160 VA	100.00%	2160 VA		
Tomada	6400 VA	50.00%	3200 VA	Carga total conectada:	8560 VA
				Total de demanda estimada:	5360 VA

Figura 7: Quadro de cargas do PL-01.
Fonte: Autores

A geração automática de lista de materiais é outra excelente vantagem do Revit. Em qualquer projeto se perde um tempo considerável na contagem de materiais. Caso o projeto seja de grande porte o tempo gasto na quantificação será muito maior e a probabilidade de errar a contagem também aumenta. O impacto de uma lista de materiais mal dimensionada é grande, pois pode fazer com que o cliente compre mais que o necessário, ou pode ser que não haja material suficiente na hora da construção.

As listas geradas pelo software reproduzem a quantidade de materiais exata e exibem todos os parâmetros dos componentes modelados, dados que são essenciais para compra

do produto correto. Como exemplo, a Figura 8 exibe a lista de materiais elaborada para contagem de luminárias. Um ponto de melhoria para o software seria tornar possível a contagem dos comprimentos de cabos, o que ainda é inviável.

<Tabela de luminárias>

A	B	C	D	E	F
Tipo	Fabricante	Dados elétricos	Carga aparente	Modelo	Contador
COMPACT HIGH BAY LED	OSRAM	127 V/1-135 VA	135 VA	5NX32271A0H	16
Total geral: 16					16

Figura 8: Lista de materiais das luminárias.
Fonte: Autores.

4 Conclusões

A elaboração deste trabalho permitiu identificar os benefícios do conceito BIM dentro do software Revit para um projeto de instalações elétricas. O programa mostrou-se bem completo e atendeu às expectativas, apesar de algumas desvantagens que foram apresentadas no desenvolvimento do trabalho.

Em todo o processo de elaboração do projeto elétrico dentro da ferramenta, observou-se a capacidade da mesma de gerenciamento consistente das informações e, sem dúvida, isso se deve à possibilidade de parametrização dos elementos. A parametrização e um banco de dados integrado permitem que as informações de projeto sejam preservadas. Se algum parâmetro de um componente for modificado, essa modificação será atualizada em todos os componentes pertencentes à mesma família, mesmo os que já foram modelados. Além disso, toda documentação já criada no banco de dados do programa em que esse componente apareça também será automaticamente atualizada. Desta maneira, a diminuição do risco de propagação de erros de projeto torna-se drástica e real.

Outra vantagem é a visualização em 3D, pois esta simula a realidade da construção. Através dela, ainda na fase de detalhamento do projeto pode-se realizar a verificação de interferências e elaborar melhores soluções de problemas. Para verificar interferências de forma mais consistente, o programa oferece também a possibilidade de extração de relatório. O resultado é uma lista que apresenta todos os componentes que possuem interferência em outro componente, no modelo 3D.

Um último benefício a ser comentado é a geração de documentação técnica dentro do Revit. O projetista pode criar variados tipos de documentos aproveitando todas as informações contidas no banco de dados, pois muitos deles são gerados de forma automática, como quadro de cargas de painéis, listas de materiais, entre outros. Assim, será criada uma documentação precisa, com menor índice de inconsistências e com um gasto menor de tempo.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410**: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2004.

BRITO, C. R.; TAKII, T. **Modelagem de Projetos Elétricos usando a tecnologia BIM**. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica). Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook:** a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

KISCHEL, F. **O uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos:** gerente bim. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2013.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**, - 7. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2007.

PET CIVIL UFRGS. **Curso de Revit 2017**. (Apostila). Porto Alegre: PET CIVIL UFRGS, 2017. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/petcivil/wp-content/uploads/2017/11/Apostila-Revit-2017-2.pdf>. Acesso em: 07 de Junho de 2018.

SILVA, J. M. da. **Projeto de Instalações Elétricas Utilizando Conceito Building Information Modeling na Ferramenta Revit Mep.** Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2018.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESIGN E APLICABILIDADE INTERATIVA EM REALIDADE VIRTUAL: O CASO DO JOGO *DON JORGE VRXP*

LEITE, Vinicius[1],
WANICK, Vanissa[2],
XAVIER, Guilherme[3].

Resumo

O objetivo do presente artigo é apresentar e discutir maneiras de abordar as demandas por conteúdo para ambientes de Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR), além de debater respectivas situações emblemáticas relacionadas ao design de experiências. Para isso, discutimos o estudo de caso *Don Jorge VRXP*, criado e desenvolvido como coprodução pelas empresas *Donsoft Entertainment*, *Sabra SofTribus* e *Voxels* em 2017, com vistas para testes de um projeto transmidiático e para apreciação pública em evento artístico e cultural de tecnologia em 2018. Os principais pontos discutidos são a representação das novas tecnologias, o caso como oportunidade de promover conhecimento de causa pela experiência e os desafios de produção de conteúdo em vista das emergências dialógicas. Esperamos que esse artigo seja de interesse de pesquisadores, promotores e realizadores de projetos que buscam desenvolver e aplicar princípios de Design em Realidade Virtual.

Palavras-chave: realidade virtual; experiência; jogos digitais; transcendência virtual.

Abstract

The purpose of this article is to present and discuss ways of addressing content demands for and in Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) environments, as well as in their respective emblematic situations to the design of experiences. For that, we discussed the case *Don Jorge VRXP*, created and developed as a co-production by the companies *Donsoft Entertainment*, *Sabra SofTribus* and *Voxels* in 2017, with a view to testing a transmedia project aiming for public appreciation in an artistic and cultural event of technology in 2018. The main points discussed are the relevance of the new technologies of representation and interactive participation, the case as an opportunity to promote knowledge from the experience and the challenges of content production in view of dialogic emergencies. We hope this article is of interest to researchers, promoters and project managers in interactive virtual reality.

Keywords: virtual reality; user experience; games; virtual transcendence.

[1] Voxels VR, vinicius@voxels.com.br
[2] University of Southampton, v.w.vieira@soton.ac.uk
[3] Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), guix@puc-rio.br

1 Introdução

Dentre as atuais promessas para maior imersão interativa pela tecnologia, a Realidade Virtual (VR) e a Realidade Aumentada (AR) figuram como desafiantes interesses, tanto para produtores como para consumidores. Apesar de ainda não terem se estabelecido como foco sustentável para muitos dos estúdios de criação e desenvolvimento no Brasil, projetos de realidade virtual/aumentada interessam diversos grupos - dos executivos aos educadores - pela oportunidade que promovem.

Um cuidado, entretanto, é necessário: As perspectivas de retorno financeiro não são igualmente promissoras e imediatas, da mesma forma que não foram durante a revolução da comunicação móvel assistida no país, com o estabelecimento de uma grade de telefonia celular pela TELERJ em 1990, atendendo poucos milhares de assinantes. No entanto, em uma década, a ANATEL relata que os números nacionais chegaram a duas dezenas de milhões de aparelhos e, às vésperas de duas décadas desde sua inauguração, já são 253 milhões de linhas, mais do que a população segundo projeções em tempo real do IBGE (209.397.905 enquanto escrevemos estas linhas)[4].

Há que se pensar sobre a relação entre telefonia móvel e consequente interação *in absentia* e outras formas de participação telemática como realidade virtual e realidade aumentada. Supõe-se que com a queda dos custos de consumo, o segundo modelo será como o primeiro, aumentando o número de participantes ativos com óculos de realidade virtual/aumentada, da mesma forma que celulares mais baratos e com linhas de crédito facilitadas por uma economia estável fizeram-se permitidos para indivíduos de variadas classes sociais. Ainda assim, não é apenas o preço que determinará o aumento ou redução da base de usuários. Afinal, a expansão do número de celulares foi impulsionada quando os modelos "espertos" (*smart*) se tornaram mais adequados ao uso da internet, como principal item catalisador da democratização tecnológica. O que podemos paralelizar com o fenômeno da realidade virtual/aumentada é a demanda por conteúdo e respectiva experiência de fruição: sem o qual o desafio de ampliar a base de usuários de qualquer tecnologia tende a soçobrar.

O seguinte texto tem por objetivo comentar sobre a busca de uma atividade interativa capaz de valorizar a tecnologia de realidade virtual interativa, a partir do design do jogo digital *Don Jorge VRXP*, contemplando suas possibilidades expressivas e comunicacionais com o grande público, em especial, que ainda desconhece a mídia em sua mais atual manifestação.

2 Contextualizando o projeto do jogo

Dentre as possibilidades interativas providas pela realidade virtual, há condicionais importantes a serem destacadas conforme práticas e usos. Em especial, parâmetros qualitativos de apreciação são intrinsecamente determinados pela tecnologia envolvida e extrinsecamente determinados pelo ambiente de utilização (WANICK et al., 2018). Equipamentos de realidade virtual não são novidades inauguradas nos últimos anos, pois experimentos com capacetes, vestimentas e controles portáteis remontam ao final da década de 1960. Foram desenvolvidos como pesquisa e produtos de entretenimento nas três décadas seguintes, com oscilantes

[4] Conforme o site acessível em <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>

níveis de receptividade[5] e, somente a partir de 2016, a relação entre artificialidade representacional e a produção de sentido obtiveram da tecnologia vigente e de prateleira a capacidade computacional suficiente para um sistema mais completo de participação[6].

Afinal, se nas experiências anteriores os conteúdos eram relegados a experiências artísticas e de curta duração devido à originalidade dos seus protocolos de utilização, com a aquisição do projeto pioneiro de *Oculus Rift* pela *Facebook* em 2014 ficou clara a expectativa de se usar a realidade virtual como novo paradigma de comunicação e, não somente, visualização (BARNES, 2016). Tão logo produtos chegam ao consumidor final, especialmente os jogadores mais ativos, apresentando a realidade virtual como aditivo diferenciador, abre-se precedência para que estúdios em formação busquem na realização de suas próprias obras em realidade virtual prospecção de novos mercados e públicos dedicados.

Nesse sentido, antes de considerar a experiência interativa de *Don Jorge VRXP*, cabe apresentar-se o projeto que o subjaz, em um panorama local e contextual de produção. Tal compreensão é importante para quem está iniciando sua atuação na indústria do entretenimento digital.

O projeto em questão *(Don Jorge VRXP)* consiste na confecção e publicação de obras transmidiáticas que têm na figura de São Jorge inspiração e substanciação. A coprodução envolvendo as empresas fluminenses *Sabra SofTribus*, *Donsoft Entertainment* e *Voxels* tem como principal objetivo a tradução do mítico e místico personagem do Santo Guerreiro em experiências diversas, em especial, interativas. A partir da publicação do livro *A Espada Inequívoca de Don Jorge Kapadokya* em 2013 pela autora e produtora Regina de Sá, buscou-se combinar a narrativa lírica e poética da obra com as artes visuais digitais e interativas dos jogos eletrônicos, em um processo experimental de adequação de discurso. Tal situação é um desafio, devido à velocidade na qual os paradigmas técnicos e tecnológicos se atualizam.

Desse modo, a busca por excelência imersiva que tinha em jogos de simples complexidade bidimensional um norte produtivo, foi (re)encaminhada pela equipe em uma jornada em direção à originalidade das novas possibilidades imersivas tridimensionais virtuais. Ainda que traumática, a mudança de modo de participação do interator teve como interesse uma atualização do conceito original em termos semióticos ontológicos: ao invés de controlar o Santo Guerreiro como um avatar que responde ao jogador no universo sígnico do jogo, no novo modo de jogar o interator passa a "ser" o próprio cavaleiro, vivenciando em sua própria pele virtual as aventuras do herói medieval, ícone do sincretismo cultural nacional.

Determinada a atualização conceitual, o foco deixou a residência do domínio narrativo e pousou no domínio interativo: como realizar a transição de modo a manter evidente as potências e poderes do personagem em suas ações? Como providenciar ao interator condições mínimas de uso imersivo, condizentes com a expectativa da manipulação espacial tão típica da realidade virtual interativa? Ambas as questões foram respondidas pela atuação prática, em um espaço de excelente oportunidade para um primeiro teste público dos novos conceitos definidos.

---

[5] Tomando por exemplos o sucesso de divulgação do conceito de realidade virtual pelo Visual Programming Lab (VPL) de Jaron Lanier e pelo filme *The Lawnmower Man*, de 1992, e o fiasco comercial do *Virtual Boy*, da Nintendo, em 1995.

[6] Para um breve panorama, sugere-se acesso a página de história do site da Virtual Reality Society (VRS) em <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

3 A DIGI Festival e o enaltecimento hipermidiático

Realidade virtual no país é, ainda, uma zona de nebulosas oportunidades. Em função do curto tempo desde os anúncios dos equipamentos permissivos para sua participação e devido aos altos investimentos financeiros relacionados, não há ainda uma base sólida e sustentável de consumo. Cabe em relação à realidade virtual interativa expressões de dúvida por parte do público consumidor. Afinal, se os custos de aquisição são altos, pois todo o equipamento de melhor qualidade é importado, quais as garantias de que as experiências compensam? Adiciona-se a este receio o oportunismo de promotores que vendem experiências reativas como se fossem a última novidade tecnológica de modo que impera o desentendimento do que é realidade virtual e suas diferentes modalidades de participação, emperrando ainda mais o crescimento da mídia.

A proposta do encontro entre público e mídia é o mote da DIGI Festival, festival de cultura digital ocorrido nos anos de 2017 e 2018 por patrocínio do Centro Cultural Banco do Brasil. Por ocasião de sua edição em 2018, havia por interesse do comitê organizador aproximar diversas modalidades hipermidiáticas em um único espaço. Assim, como extraído do site de divulgação:

> "O DIGI Festival é uma grande festa que irá ocupar o CCBB por três dias de muita interação entre o público. A programação conta com vídeos, áudios, games, shows, realidade virtual e literatura, compartilhados através de ferramentas digitais, abrindo espaço para debates sobre o futuro da cultura digital e tem como foco a relação entre humanos e a tecnologia. A ideia não é apenas assistir, mas participar."[7]

O festival buscou reunir autoridades do multiverso digital, incentivando diálogos entre público e influenciadores digitais, principais arautos das novas tecnologias informacionais e comunicacionais. Além de palestras, premiações, mostras de vídeo, desconferências e jogos disponíveis para franca participação no saguão principal, o evento contou com um espaço exclusivo para experiências de realidade virtual, buscando oferecer ao público um intenso contato com a nova mídia, uma vez que as amostras tinham como características relevantes a apresentação direta de seus criadores e desenvolvedores.

Nesse ambiente propício à originalidade foram feitas as primeiras demonstrações públicas do jogo em realidade virtual interativa *Don Jorge VRXP*, cujo desenvolvimento apresentaremos em seguida.

4 Don Jorge VRXP: criação e desenvolvimento

A criação e desenvolvimento de jogos digitais é uma atividade que demanda conhecimentos metodológicos e técnicos específicos, além do entendimento de demandas particulares em relação ao suporte no qual os sistemas de regras projetados pelo ou pela *game designer* (responsável pela "joguisse" dos jogos) irá substanciar-se para satisfação de jogadores. Dito isso, há de se esperar que a criação e o desenvolvimento de jogos digitais apresentem o hermetismo das suas primeiras manifestações setentistas, entretanto, a complexidade crescente dos dispositivos e recursos deu origem a empreendimentos de soluções

[7] Conforme disponível em <http://culturabancodobrasil.com.br/portal/digi-festival-de-cultura-digital/>

tipificadas e modulares que podem ser acondicionadas a projetos diversos e, assim, permitir sua conclusão. Outrora, competia a *game designers* e *game developers* a responsabilidade intransferível de confeccionar soluções técnicas audiovisuais interativas para dar término aos projetos envolvidos. Atualmente, há farta oferta de soluções técnicas na forma de ativos (*assets*) que, reunidos e recondicionados, garantem a qualidade demandada pela direção de um projeto de jogo qualquer.

A criação de jogos em realidade virtual interativa muito se beneficia deste novo paradigma, uma vez que diferentes equipamentos podem compartilhar soluções audiovisuais interativas sem que seja necessário a reinvenção de soluções já homologadas pela indústria.

Tal *framework*, baseado em kits e scripts, não é exatamente uma novidade (pois muitos dos jogos, especialmente aqueles caracterizados como *First Person Shooters* ao longo da década de 1990 se beneficiaram de *engines* da mesma forma, fosse para providenciar cenários, fosse para realizar efeitos gráficos na tela). Mas tendo em vista diferentes abordagens de produção, estilos artísticos, modos de jogo e demandas performáticas, a imediata aquisição e teste de ativos faz com que o tempo de desenvolvimento e o empenho criativo dos autores seja direcionado àquilo que realmente importa: o jogo enquanto processo e não apenas enquanto produto. Através do desenvolvimento do projeto, foi possível estabelecer um processo viável de criação, que incluiu a definição da narrativa a ser representada e a escolha da ferramenta de desenvolvimento e os *assets* utilizados no jogo. A urgência do projeto não afetou a experiência criada e foi possível estabelecer um MVP, seguindo metodologias acessíveis e iterativas (YORK, 2012).

Considerando que jogos são produções cuja autoria é geralmente compartilhada, não se trata de negar o importante papel da criação no processo de realização. As críticas nesses sentidos são direcionadas ao fato dos jogos realizados por meio de *outsourcing* por parte de seus criadores e desenvolvedores acabam por perder originalidade, pois os ativos não são exclusivos e os empreendimentos respiram dos mesmos ares dos recursos utilizados. No entanto, em função da reconfiguração de seus recursos, os jogos acabam por garantir aos criadores e desenvolvedores certa autonomia para improvisar acima desta primeira camada semântica, muito importante para se perceber de imediato o jogo ganhando sua forma. Por comparação, suponha-se o jogo de peças modulares coloridas *LEGO*: mesmo compartilhando do mesmo sistema de blocos, construções inusitadas e emergentes são evidentes.

Nesse sentido, o jogo *Don Jorge VRXP* foi desenvolvido de forma modular e tinha como compromisso para o curto espaço de tempo de criação e desenvolvimento ser capaz de reunir ativos audiovisuais em uma plataforma orientada ao uso por configuração de uma cena interativa em realidade virtual. Foram usados no processo a *engine* Unity 3D, em sua versão Unity 5.5.0, acrescida de ativos audiovisuais obtidos de pacotes comerciais modificados e trilha sonora original. Para manipulação física dos objetos no espaço tridimensional, usou-se o *framework Inverse Kinematics* e *Active Ragdoll: RootMotion* que proporcionaram a simulação de reações aos impactos. Jogos em realidade virtual interativa dependem especialmente de pistas de *feedback* para as ações otimizarem a experiência, uma vez que a presentificação no mundo tridimensional do jogo em questão dispensou elementos informativos flutuantes como interface para manter a coerência conceitual da narrativa e seu conteúdo.

Em suma, aplicando ao processo crivos cujo compromisso de atendimento seria a qualidade imersiva para o ambiente no qual o jogo seria participado, a criação da demanda lúdica permitiu um desenvolvimento computacional original para a equipe envolvida, intercalando ativos adquiridos comercialmente com soluções desenvolvidas *in-house*, em um hibridismo característico do processo metodológico e em prática nas empresas envolvidas.

O primeiro crivo foi a garantia de presentificação do jogador em um ambiente tridimensional crível (Figura 1), porém restrito para navegação em uma área de dois metros quadrados. Ao optar-se por um sistema de interação corporal como o permitido pelo *HTC Vive*, tinha-se em mente que o jogador, ao assumir as roupas e armas de Don Jorge, teria liberdade de desempenhar uma atitude condizente com a que se espera de um cavaleiro dotado de espada, lança e escudo: poder manipular tais objetos com similitude de pares que seriam reais/atuais, personificando a figura heroica. Assim, seria interessante que os objetos em questão fossem modelos hiper-realistas, providenciando um impacto emocional no que entendemos como *transcendência virtual* (a realização de estar em outro *locus* que não o atual). No jogo em questão, o jogador "nasce" em um ambiente onírico, cercado de água e, no qual, por narração da personagem Face Oculta é convidado a entrar no cenário exploratório, representado por uma lua eclipsada por uma árvore misteriosa. Tal mecanismo de túnel-de-entrada, como normalmente é considerado esse preâmbulo interativo nos jogos digitais, é um ganho qualitativo por servir de etapa de aproximação ao uso do instrumento. Como o público do evento pode apresentar diferentes habilidades em relação ao equipamento, o momento introdutório é apropriado para inaugurar a experiência audiovisual e háptica, permitindo aos interatores olhar ao redor e acomodar-se com a realidade virtual, bem como suas "novas" mãos, na forma de controles que, a um primeiro olhar, parecem flutuar no espaço lúdico, para em seguida, transformarem-se nos equipamentos empunhados.

O segundo crivo foi a noção de urgência e emergência no uso dos armamentos. Para isso, foi providenciado um conjunto de adversários automáticos na forma de caveiras de guerreiros do passado com diferentes níveis de dificuldade, representação e posições de origem (*spawn points*), além de um inimigo final na forma de uma aranha gigante chamada Lorna (Figura 2), cujo ponto fraco encontra-se aberto em seu abdome, tão logo seja enfraquecida com golpes em suas patas. Tanto os guerreiros do passado quanto a aranha gigante Lorna foram extraídos da narrativa original do livro acima apresentado, em um processo conhecido como *tradução intersemiótica* (PLAZA, 1985). Por ser uma tradução, diferentes concessões precisam ser realizadas pois, claro está, que livros e jogos digitais apresentam diferentes formas de participação. Nesse cenário sucessivo que remete a um deserto noturno, Don Jorge "desperta" em seu acampamento, sendo orientado pela Face Oculta a pegar espada e escudo (acomodados junto a uma árvore próxima, ao lado de uma lança que também pode ser coletada), pois em breve será atacado por hordas inimigas. Caso o jogador não consiga ultrapassar as ondas progressivas de inimigos, relacionando a vitalidade de uma fogueira ao lado com a sua próxima enquanto jogador, o jogo é encerrado e o interator é transportado para o preâmbulo, aguardando nova tentativa ou passando a vez para outro usuário.

Figura 1 - Adversários atacam o jogador, convergindo de pontos distintos do cenário.
Fonte: Autores

Figura 2 - Confronto final com Lorna, a aranha gigante.
Fonte: Autores

Nesse sentido, *Don Jorge VRXP* é um recorte interativo de uma aventura maior, ainda em desenvolvimento pelas empresas em questão, mas cuja receptividade e crítica durante a DIGI Festival foram fundamentais para a percepção da importância de se estabelecer parâmetros qualitativos em relação ao uso interativo dos recursos digitais frente ao público neófito, ou seja, sem experiências em jogos em realidade virtualidade com as características apresentadas.

5 A experiência consolidada

A disponibilização de *Don Jorge VRXP* ocorreu em simultâneo com as atividades providas pela experiência reativa mercadológica do filme "O Rastro" (Lupa Filmes, 2017), pela empresa Arcolabs e pela experiência interativa Bow Master, pela empresa Virtopia. Em um espaço reservado, foi estabelecida uma fila externa, servindo a organização da audiência (uma vez que excesso de transeuntes no campo mapeado para a delimitação de espaço de jogo pode

ser perigoso, pois o uso dos óculos de realidade virtual bloqueia a visão dos interatores e a atividade física pode provocar impactos violentos em quem está inadvertidamente próximo). Tal fila remete-nos ao preâmbulo dos espetáculos tradicionais como teatro e cinema, o que valorizou as três experiências enormemente, uma vez que participantes reincidentes serviam de arautos para promoção da qualidade do uso.

Uma vez ingressada na sala de exposição, propositalmente com baixa iluminação, o interator aguardava ser convocado e orientado em tutoria. Destaca-se aqui que a experiência *Don Jorge VRXP* foi modulada para uma participação média entre cinco e sete minutos, conforme a habilidade marcial do jogador, podendo este concluir o jogo vitorioso - ao eliminar todas as ondas adversárias e o inimigo final, a aranha gigante Lorna - ou ser derrotado tentando, passando a vez e os controles ao próximo da fila.

Por ser *Don Jorge VRXP* uma prova de conceito para o projeto *Don Jorge Adventure*s, houve particular satisfação por parte da equipe de desenvolvimento, conforme risos e gritos tomavam o local. Por se tratar de uma experiência simultaneamente física e transgeracional, foi igualmente interessante observar pessoas de variadas idades empunhando controles e, muito rapidamente, compreender o que deveria ser feito daquilo que estavam vivenciando em sua imersão tridimensional: esqueletos ameaçadores vinham de encontro ao jogador, tão logo eram sacados espada e escudo de uma árvore próxima. Interatores de maior idade se mostravam tão competentes no combate quanto crianças e jovens, mesmo se dizendo pouco afeitos a jogos digitais, segundo diziam, devido aos controles constituídos de botões. Em *Don Jorge VRXP*, os gatilhos dos controles são usados apenas para concordar com o início do jogo e para pegar as armas, simplicidade fundamental para atração de jogadores pouco experientes com os paradigmas de uso de jogos eletrônicos, sejam eles computacionais (no uso simultâneo de teclado e mouse), sejam de console (no uso de *joypad*s com muitos simultâneos apertos de botões).

Nesse sentido, enquanto jogadores sacudiam os braços e moviam o corpo para escapar das investidas adversárias, os presentes em fila comentavam o que viam no monitor acessório, fazendo perguntas sobre o projeto e considerando previamente a melhor forma de jogar. Percebemos padrões muito interessantes emergindo, comentários sobre possíveis pontos-fracos dos inimigos, estratégias de defesa e ataque, comparações fundamentais entre a soberania da lança ou da espada como arma de escolha. Havia, notamos, um "meta-jogo" compartilhado fora do ambiente virtual, tão intenso e mais importante para a manifestação técnica ali em ocorrência do que o ato de se imergir particularmente. Havia assombro e torcida sempre que algum interator alcançava a temível aranha gigante final e, a satisfação estampada no rosto dos jogadores ao concluir a aventura e retirar a máscara contemplando a sala e seu público, trouxe a certeza do cumprimento de nossas expectativas quanto ao projeto.

Eis uma característica importante em relação às experiências em realidade virtual, algo que ficou patente nos três dias do evento, com filas a contornar corredores e grande expectativa sobre o que era aquela tal realidade virtual tão comentada pela mídia e, infelizmente, desvalorizada em situações menores e reativas como nos parques de diversão e shopping-centers: há demanda por conteúdo inusitado e formas de atuação digital na qual o corpo é o foco do agenciamento. A partilha entre quem assiste e quem age foi fundamental para

percebermos que o projeto apresenta vitalidade e originalidade, parâmetros que esperamos prosseguir investindo em próximas experiências em realidade virtual interativa.

6 Conclusão e recomendações

A estrada em relação ao futuro da realidade virtual e aumentada ainda é íngreme. Os esforços para apresentação de produtos de qualidade são intensos e exigentes de competência técnica, mas as promessas de satisfação estética mostram prognósticos positivos. Com o objetivo de providenciar ao interator condições mínimas de uso imersivo, condizentes com a expectativa da manipulação espacial típica da realidade virtual interativa, o presente artigo trouxe como exemplo o caso do jogo *Don Jorge VRXP*. Se pudermos traçar paralelos com outras mídias que se mostraram abundantemente participadas como os websites da *World Wide Web* e os *Apps* dos *smartphones*, entendemos que o sucesso de uma mídia é proporcional à sua abertura e se dá quando indivíduos além dos "iniciados" consideram a importância do acesso, criando aprendizagem de uso e crítica de consumo. A difusão é também uma realidade industrial e comercial, mas como aprendemos com a expansão da microinformática doméstica durante as décadas de 1980 e 1990, havendo interesse, fundamento e praticidade, há consenso da utilidade e novas formas de expressão e atuação são inauguradas, transformando a relação entre o humano e o espaço. Na naturalidade dos gestos envolvidos nas interações em realidade virtual, aplicações também podem ser encontradas em áreas críticas como a psiquiatria e medicina. Aqui destacamos o caso de intervenções de saúde, em que participantes podem melhorar suas perspectivas de reabilitação após AVC (Acidente Vascular Cerebral) ao interagir com a realidade virtual (LEWIS *et al.*, 2011). Isto mostra que o escopo da aplicação desse tipo de tecnologia tem ainda muito o que desenvolver, o que demanda pesquisa e experimentos.

No passado, questões de ordem técnica computacional e procedimental impediam que a realidade virtual se expandisse além dos setores nos quais era vista como interessante, mas não fundamental. Engenharias e demais setores de pré-visualização tinham na realidade virtual uma ferramenta. Hoje, o escopo é mais amplo; porém ainda há muitos desafios, como os citados neste estudo. A DIGIFest ajudou a aproximar a realidade virtual ao público geral, que não tinha muito conhecimento tecnológico. Durante o evento é possível que muitas pessoas estivessem experimentando a realidade virtual pela primeira vez. Isso pode ser um problema, como o impacto da novidade em detrimento do conteúdo do jogo ou experiência, conforme apontado no estudo de tom DIECK *et al.* (2018) no *Lake District National Park:* uma pesquisa com 35 pessoas durante uma visita turística ao parque e apontaram que muitas vezes o fator "novidade" da tecnologia pode mascarar o real aprendizado ou interesse pelo conteúdo comunicado pela ferramenta. Consequentemente, é importante encontrar um equilíbrio entre conteúdo e aplicação tecnológica.

Dessa forma, a contribuição do presente artigo é tornar pública a descrição narrativa da construção do conteúdo do jogo digital *Don Jorge VRXP*, por meio da apresentação de processos de design e computação, bem como a exploração da adaptação de conteúdo para cenários em Realidade Virtual. Cabe-nos expandir a ferramenta em outros usos, especialmente, vivenciados e compartilhados.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Regina de Sá, Verônica Richardelli Xavier, Maíra Leite e organizadores e participantes do DIGI Festival pela oportunidade da exposição e posterior comentários sobre a experiência.

Referências

BARNES, S. J. **Understanding Virtual Reality in Marketing: Nature, Implications and Potential**. November 3, 2016. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2909100>. Acesso em 30/01/2019.

DIECK, D. T; DIECK, M.C. T; JUNG, T.; MOORHOUSE, N. Tourists' virtual reality adoption: an exploratory study from Lake District National Park. In. **Leisure Studies**. Jul 4;37(4):371-83, 2018. Disponível em <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02614367.2018.1466905> Acesso em 20/03/2019.

LEWIS, G. N.; WOODS, C.; ROSIE, J. A.; MCPHERSON, K.M. Virtual reality games for rehabilitation of people with stroke: perspectives from the users. In. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**. Sep 1;6(5):453-63, 2011.

PLAZA, J. **Sobre tradução intersemiótica**. 1985. Tese (Doutorado pelo Programa de Estudos Pós-Graduados em Comunicação e Semiótica) - PUC-SP, São Paulo, 1985.

WANICK, V.; XAVIER, G.; EKMEKCIOGLU, E. Virtual Transcendence Experiences: Exploring Technical and Design Challenges in Multi-Sensory Environments. In **Proceedings of the 10th International Workshop on Immersive Mixed and Virtual Environment Systems** (pp. 7-12). ACM, 2018.

YORK, T. Making Lean Startup Tactics Work for Games. In. **Gamasutra**–The Art and Business of Making Games, 2012. Disponível em < https://www.gamasutra.com/view/feature/168647/making_lean_startup_tactics_work_.php>. Acesso em 20/03/2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE HURST PARA ANÁLISE DE RUPTURA DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM APOIO DE SOFTWARE GRÁFICO

ALMEIDA III, Pedro Rodrigues[1],
FERREIRA, Luciana Patrícia[2],
MELO, Yasmim Teixeira Gomes de[3].

Resumo

O avanço dos softwares gráficos e aplicação de teorias matemáticas permitem indagar sobre a eficácia de seu uso em estudos não invasivos para a engenharia. Neste trabalho, a obtenção do coeficiente de Hurst a partir dos dados extraídos com apoio de ferramentas gráficas aponta para um diferencial na fusão de ferramentas. Baseado na possibilidade de obtenção do perfil de rugosidade dos corpos de prova e se apoiando em soluções para malhas 3D para obtenção dos pontos, é possível utilizar a etapa matemática para corroborar a presença de padrões de ruptura. A presença deste tipo de indicador direciona as pesquisas para caminhos mais frutíferos. Neste caso a análise fractal apoiado por softwares gráficos dos perfis de ruptura de tijolos de solo-cimento retornou resultados promissores que aponta para a detecção de um padrão claro de ruptura.

Palavras-chave: Coeficiente de Hurst, software gráfico, calibragem, ruptura.

Abstract

The advancement of graphic software and the application of mathematical theories allow for an effectiveness analyses of its application in non-invasive studies for engineering. In this work, the Hurst coefficient obtained from the data extracted with support of graphical tools points to a difference in the fusion of tools. Based on the possibility of obtaining roughness profile of the specimens as well as on the solutions for the points gathered from 3D meshed scans, it is possible to use the mathematical step to verify the presence of rupture patterns. The presence of this type of indicator directs research towards more fruitful paths. In this case, the fractal analysis of the soil-cement brick rupture profiles, supported by the graphical software, returned promising results that points to the detection of a clear pattern of rupture.

Keywords: Hurst coefficient, graphic software, calibration, rupture.

[1] CEFETMG, pedroraiii@cefetmg.br
[2] CEFETMG, lupiferreiracefetmg@cefetmg.br
[3] CEFETMG, yasmim.mimtgm@gmail.com

1 Introdução

Utilização de softwares para calibragem e análise de rupturas de tijolos

A geometria fractal, ou geometria da teoria do Caos, é considerada como a que mais se aproxima dos objetos do mundo real. Ela se destaca por sua capacidade de caracterizar texturas permitindo associá-las a índices numéricos e a uma parametrização eficiente. Este tipo de análise é útil na análise de uma vasta gama de fenômenos naturais. Por meio da Geometria Fractal encontram-se regras simples para descrever, modelar e analisar as formas geométricas complexas encontradas na natureza PEITGEN, JURGENS e SAUPE (Falcão, 2018).

A associação entre o uso de softwares gráficos e análises mecânicas de materiais tem auxiliado na análise não invasiva de materiais na engenharia. Especialmente, este tipo de análise permite que as pesquisas na área de engenharia civil avancem, usando uma parceria entre resultados empíricos, gráficos e matemáticos para alcançar os mesmos resultados que seriam obtidos por longos processos de tentativa e erro.

Combinando as possibilidades oferecidas pela teoria do caos e pelo uso de ferramentas gráficas é possível, além de determinar perfis de ruptura e discretizar dados de contorno, obter seu expoente de Hurst e quantificar a tendência de uma série em dispersar ou concentrar em torno de um índice.

Ainda que se baseie nas determinações empíricas iniciais, a combinação destas ferramentas permite reduzir o tempo de trabalho**,** tornando mais assertivas as pesquisas, direcionando os esforços para as mais promissoras. Este prolífico tipo de parceria entre ferramentas gráficas e matemáticas acelera estudos em várias áreas, inclusive a de materiais alternativos onde as soluções, para os dias atuais, tem se tornado tão necessárias e urgentes.

Para o caso em estudo nos apoiaremos no uso combinado destas técnicas: análises gráficas com o intuito de identificar e analisar a geometria do objeto resultante da ruptura ocasionada a partir do teste de compressão; utilização da teoria de Hurst para tratar matematicamente um índice associado ao padrão da fratura**,** que permita determinar a existência de um padrão de repetição destes esforços.

2 Revisão bibliográfica

Estimativa do Coeficiente de Hurst para a rugosidade da superfície de fratura de tijolo

Como pensa Fereguetti (2018), o objetivo da engenharia civil é construir de forma rápida, com baixo custo, boa qualidade e que agrade o cliente. Por isso, ganha-se mais espaço quem souber aplicar os recursos tecnológicos a seu favor. Nas últimas décadas, Nascimento (2012) notou um aumento na utilização de softwares gráficos, devido sua precisão e facilidade de utilização, onde se destacam as seguintes vantagens: análise tridimensional de um modelo prático, melhor interação com o observador e a prevenção de possíveis erros de execução, a partir de ensaios em modelagens aplicadas.

De acordo com Assis (2008) a geometria de muitos objetos na natureza como montanhas, nuvens, rios, furacões, vales, florestas, sistemas biológicos e outros não podem ser representados por retas, planos ou cubos, isto é, a geometria Euclidiana não é suficiente

para caracterizá-los. A fim de sanar essa dificuldade, desenvolveu-se a geometria fractal, a qual passou a ser a principal linguagem usada para descrever, modelar e analisar as formas complexas encontradas na natureza.

A principal característica de um fractal é a auto-similaridade, ou seja, um fractal pode ser dividido em várias partes, cada uma das quais semelhantes ao objeto original.

Na geometria euclidiana, a dimensão de um objeto é necessariamente um valor inteiro: um ponto tem dimensão zero, uma reta tem dimensão um, uma superfície possui dimensão dois, e um volume possui dimensão três. No caso de fractais, sua dimensão possui um valor fracionário. Este valor indica o grau de ocupação de uma estrutura no espaço que a contém [1].

O conceito de dimensão fractal vem atualmente sendo aplicado e calculado para linhas, figuras ou superfícies em diversos campos. As evidências experimentais sugerem que tumores de câncer apresentam uma fronteira com dimensão fractal superior às que ocorrem em agregados de tecidos normais [1].

A fim de sanar as dificuldades de determinar uma dimensão fractal, Hurst investigou muitos fenômenos naturais, tais como descargas de rio, sedimentos de lama e anéis de árvores, usando uma razão adimensional R/S, onde R é a medida entre níveis de água máximo e mínimo e S é o desvio padrão, isto é, a raiz quadrada da variação. O problema era determinar um modelo de reservatório ideal baseado no registro de descargas de um lago. Hurst determinou uma média de descargas e a partir disto, realizou análise do valor mínimo e máximo das descargas acumuladas e denominou a capacidade de armazenamento para manter a descarga médio por R (medida máxima entre níveis máximo e mínimo) e S como desvio padrão.

A razão adimensional R/S permite comparar o reescalonamento de séries temporais dos mais variados tipos de fenômenos naturais. Hurst, encontrou, ainda que os reescalonamentos, para muitas séries temporais diferentes, podem ser muito bem descritas por uma lei de potência, de acordo com a seguinte relação empírica, dada por: HURST (1965).

A análise R/S é constituída das seguintes etapas:

Dividir o perfil de rugosidade, y(x), em N blocos contínuos de k elementos, numerados de $1 \leq i \leq N$. Em cada bloco i, os elementos y(x,i) são numerados com $1 \leq x \leq k$; e calcula-se o valor médio das saliências, da superfície, em cada bloco i:

$$Y(i) = \frac{1}{k}\sum_{x=1}^{k} y(x,i) \tag{1}$$

Calcula-se a estatística (R/S), para cada bloco i; tal estatística é da pela razão entre o alcance R e o desvio padrão:

$$(R/S)_t = \frac{R(i)}{S(i)} = \frac{\underset{1\leq x\leq k}{MAX}\sum_{x=1}^{k} y(x,i) - Y(i) - \underset{1\leq x\leq k}{MIN}\sum_{x=1}^{k} y(x,i) - Y(i)}{\left[\frac{1}{k}\sum_{x=1}^{k} y(x,i) - Y(i)\right]} \tag{2}$$

Calcula-se a média dos valores de (R/S), e se associa ao tamanho k do bloco:

$$(R/S)_k = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{K} (R/S)_t \tag{3}$$

Repete-se os procedimentos de 1) a 4) para diversos valores de comprimento de bloco k, obtendo-se assim um conjunto de pares dados por:

$$[(R/S)_1,1],[(R/S)_2,2],[(R/S)_3,3],... \quad (4)$$

5) O expoente de Hurst H, pode ser obtido pela relação:

$$(R/S)_k = (k/2)^H \quad (5)$$

A partir do Coeficiente de Hurst é possível determinar se as flutuações de uma grandeza são aleatórias ou se obedecem alguma tendência. O expoente de Hurst (H) é limitado para o intervalo $0 \leq H < 1$, e está diretamente relacionado com as características geométricas do perfil em estudo, sintetizando toda a informação relacionada ao seu reescalonamento, conforme análise de Feder (1989).

> 1) Para $0,5 < H < 1$ temos persistência, assim um incremento positivo (negativo) no passado aumenta a possibilidade de um incremento positivo (negativo) no futuro. O fato de H estar entre 0,5 e 1 indica que temos um sistema positivamente correlacionado;
>
> 2) Para $0 \leq H < 0,5$ temos anti-persistência, que indica que para um incremento positivo (negativo) no passado, incrementos negativos (positivos) no futuro terão maior probabilidade. O fato de H estar entre 0 e 0,5 indica que o sistema está negativamente correlacionado.
>
> 3) Para $H = 0,5$ temos um sistema descorrelacionado, o comportamento do sistema é similar ao movimento aleatório (movimento Browniano ou movimento Browniano). Os valores de H, para os casos 1) e 2) acima, indicam que o sistema refere-se a um processo de memória longa com componentes randômicos, onde um evento passado tem efeito sobre o evento futuro. (FEDER, 1989, p.181)

3 Metodologia para determinação do Coeficiente de Hurst (H)

Após a realização dos testes de compressão em prensa EMIC-DL30000 com e sem capeamento das peças, observamos uma resposta peculiar reincidente na geometria do objeto (Figura 1).

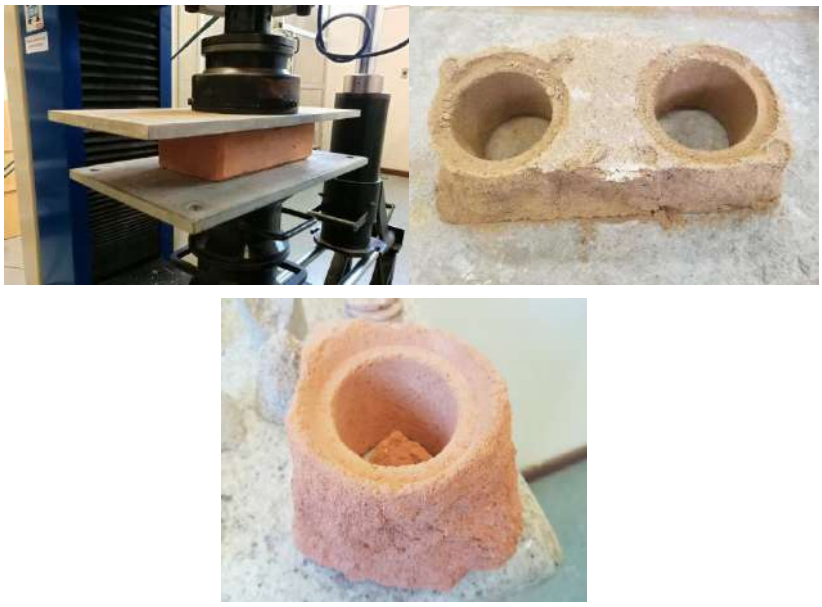


Figura 1 - Compressão de tijolos de solo cimento
Fonte: Autores. Imagem - Laboratório de Materiais CEFET-MG, 2018.

Para proceder uma análise gráfica detalhada, as peças resultantes da compressão tijolos foram escaneados por uma impressora 3D. O processo de escaneamento dos tijolos rompidos foi realizado com parceria entre o CEFET-MG e a ICE - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC Minas.

Concentrou-se esforços na amostra mais representativa, utilizando os softwares 3D Max e AutoCAD 3D (Figura 2) para realizar análise dos resultados gráficos.

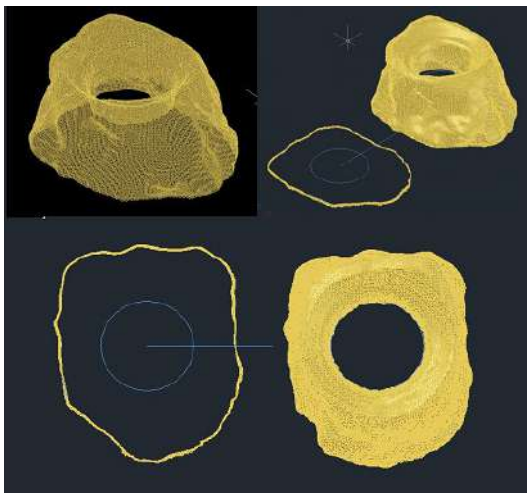


Figura 2 - Elemento escaneado e seu tratamento gráfico
Fonte: Autores. Imagem AutoCAD - Laboratório de informática CEFET-MG, 2019.

Como a ruptura do objeto resultou em um elemento constituído em torno do furo de cada peça de tijolo, utilizamos o mesmo formato passando a referenciar cilindro central como geometria fixa a partir das quais a equação será aplicada. Disto decorre que a análise radial percorre o eixo z gerando camadas discretizadas em altura.

O estudo radial da variação dos pontos utiliza as equações de Hurst interpretadas pelo software Scilab 5.5.2. A interpretação a partir das ferramentas numéricas gera o algoritmo que será utilizado nos cálculos.

A partir de ferramentas CAD procedemos o levantamento geométrico dos pontos (x, y, z) e extraindo os pontos para um software de planilha eletrônica para serem filtrados e analisados. Para aplicar as equações foi necessário dividir o procedimento em duas etapas:

(i) determinar o perfil de rugosidade, variação das coordenadas x e y para dado valor de z, da superfície de fratura de tijolos cerâmicos;

(ii) análise fractal (determinação do expoente de Hurst, via análise R/S, e da dimensão fractal) dos perfis de rugosidade.

No caso específico desta análise, as coordenadas (x, y e z) obtidas são separadas de acordo com o valor de z, assim, para dado valor de z, teremos um conjunto de pares coordenados x e y.

Lançando mão dos conhecimentos descritos nos artigos de referência, será necessário utilizar os maiores expoentes na análise. Ou seja, blocos com maior quantidade de pontos, considerando que cada altura z determinada gera um bloco de pontos.

Além disso será necessário aproximar a quantidade de pontos para cada bloco já que, de acordo com a geometria do objeto, percebe-se que para os maiores valores de z tem-se uma quantidade menor de radiais.

Realizou-se um levantamento da dimensão fractal da superfície de fratura dos tijolos, através da análise matemática detalhada do perfil de rugosidade da superfície de fratura e, com ajuda de um software gráfico, foi possível calcular o Coeficiente de Hurst, utilizando a análise R/S definida pela equação (1).

Visando um melhor aproveitamento dos pontos, adotou-se uma altura Z que varia de [-236,00; -260,00], relativo a 41,9612 mm, com referência no plano em que o corpo se encontrava na malha do software. Por meio da análise geométrica do corpo, adotou-se um centro de referência X, Y [2,9606; 464,2951].

Os dados obtidos foram analisados e separados em 6 seções. Nelas foram separados em {L,k}, onde L são os blocos e k são os pontos. A partir disto, foi possível realizar a análise (R/S), e calcular o Coeficiente de Hurst (H) para cada seção de blocos. Calculando H no algoritmo criado a partir das equações descritas em (2) e (3), foram obtidos os seguintes resultados (Quadro 1).

Quadro 1 – Resultado das análises dos dados e do cálculo do Coeficiente de Hurst

Cálculo do Coeficiente de Hurst – OriginPRO		
Seção 1	**Seção 2:**	**Seção 3:**
{12,7.727909}	{12, 8.451993}	{12, 7.793711}
{11, 6.858779}	{11, 7.444645}	{11, 6.943054}
{10, 6,115784}	{10, 6.699508}	{10, 6.232233}
{9, 5.491646}	{9, 5.831942}	{9, 5.491373}
{8, 4.794241}	{8, 4.827443}	{8, 4.790925}
{7, 4.068576}	{7, 4.108791}	{7, 4.137759}
{6, 3.405027}	{6, 3.462016}	{6, 3.473946}
{5, 2.750276}	{5, 2.796337}	{5, 2.798265}
{4, 2.124379}	{4, 2.100586}	{4, 2.137922}
H= 0,69307 +- 0,00967	**H= 0,79248 +- 0,02103**	**H= 0,69880 +-0,00931**
Seção 4:	**Seção 5:**	**Seção 6:**
{12, 7.590420}	{12, 8.623226}	{12, 8.291154}
{11, 6.990554}	{11, 7.802722}	{11, 7.808298}
{10, 6.143793}	{10, 6.844896}	{10, 6.941486}
{9, 5.373814}	{9, 5.833844}	{9, 5.952502}
{8, 4.628534}	{8, 4.949494}	{8, 4.158944}
{7, 4.041117}	{7, 4.183793}	{7, 4.158944}
{6, 3.439039}	{6, 3.488881}	{6, 3.471731}
{5, 2.792390}	{5, 2.817112}	{5, 2.820038}
{4, 2.120571}	{4, 2.126090}	{4, 2.133896}
H= 0,68697 +- 0.01327	**H = 0,82180 +- 0,02331**	**H= 0,80545 +- 0,02157**

Fonte: Autores. Resultados provenientes do software Scilab 5.5.2.

A partir dos pontos obtidos no algoritmo, procedeu-se com o ajuste linear utilizando o software OriginPRO, onde na equação ax+b, b é o valor do Coeficiente de Hurst. E calculou-se o valor médio do Coeficiente de Hurst, conforme Quadro 2.

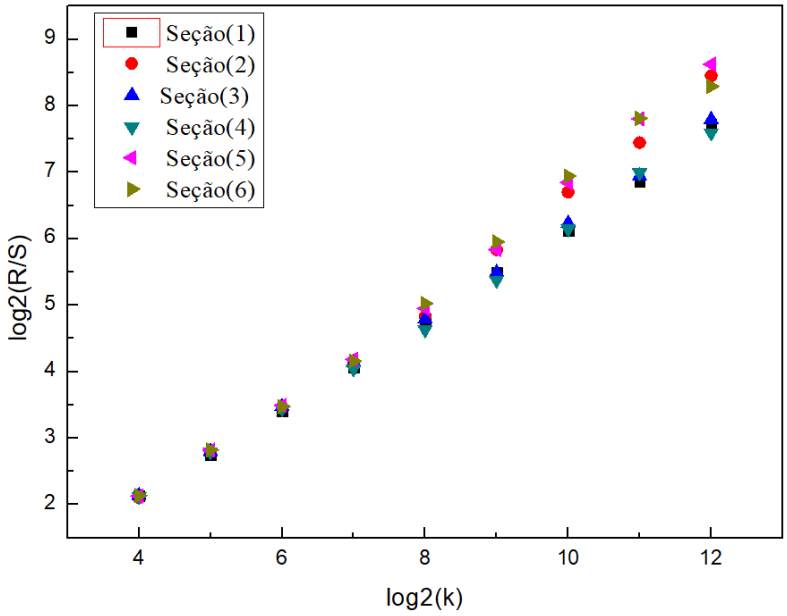


Figura 3 - Gráfico 1 do ajuste linear das Seções.
Fonte: Autores. Saída de software OriginPRO a partir de dados tratados pelos autores.

Quadro 2 – Valor médio do Coeficiente de Hurst das seções analisadas.

Média dos Coeficientes de Hurst		
Número total de seções	Média de H	Desvio Padrão
6	**0,74725**	**0,06598**

Fonte: Autores. Resultados provenientes do software OriginPRO.

Na figura 4, pode-se observar o gráfico 2 da média e desvio dos Coeficientes de Hurst das seções, mostrando que na análise final dos 6 blocos, todos estão na faixa de 0,5 < H < 1, indicando a existência de um sistema positivamente correlacionado.

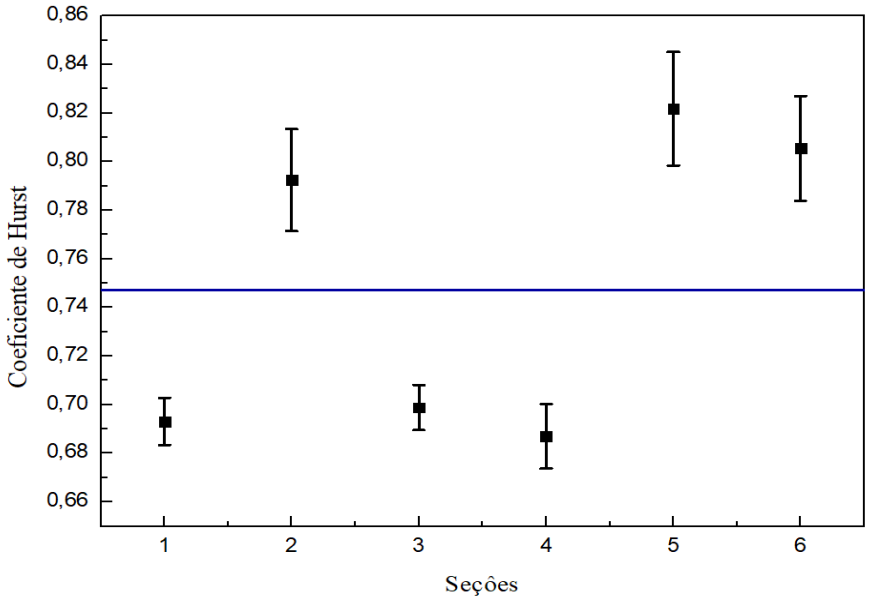


Figura 4 - Gráfico 2 Média e desvio dos Coeficientes de Hurst das Seções analisadas.
Fonte: Autores. Saída de software OriginPRO a partir de dados tratados pelos autores.

4 Conclusão

A análise da peça mostra um padrão de coerência radial no objeto, que corrobora uma sequência de estudos aponta definição gráfica e matemática dos padrões de fratura para tijolos de solo cimento em prensa mecânica.

Se por um lado a Teoria de Hurst já aponta para análise de padrões na natureza do real este resultado aponta para a utilidade e eficácia do processo combinado apoiado pela etapa gráfica.

Agregando a etapa gráfica foram possíveis a definição detalhada dos pontos e o estabelecimento de correlações matemáticas. A parceria entre ferramentas gráficas e matemáticas ampliou a precisão por permitir trabalhar com grande número de pontos, e a rapidez por permitir a transição da informação geométrica aos softwares matemáticos.

Uma sequência aponta para uma calibragem que permita dar aval à análise não invasiva das fraturas neste tipo de produto e propor soluções para a tendência a ruptura identificada.

Agradecimentos

Agradecemos a todo o grupo da ICE-PUC Minas, pela disponibilidade e apoio na preparação e escaneamentos dos corpos de prova. Aos laboratoristas do CEFET-MG pela ruptura dos corpos de prova. A Terramax pela doação de tijolos de solo cimento que foram rompidas neste procedimento. Ao DPPG do CEFET-MG pela confiança na realização desta pesquisa.

Referências

ASSIS, Thiago Albuquerque de; MIRANDA, José Garcia Vivas; MOTA, Fernando de Brito; ANDRADE, Roberto Fernandes Silva; CASTILHO, Caio Mário Castro de. **Geometria fractal: propriedades e características de fractais ideais.** Revista Brasileira de Ensino de Física, [S. l.], 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n2/a05v30n2.pdf. Acesso em: 21 jul. 2019.

DELGADO, O. Y. Q., DELGADO, J. R.; **Estimación Del Exponente De Hurst Y La Dimensión Fractal De Una Superficie Topográfica A Través De La Extracción De Perfiles**; 2011. Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”.

FALCÃO, Giselle Couto; AGUIAR, Edgar Lacerda. A**nálise do volume das precipitações pluviométricas em belo horizonte e sua previsibilidade usando expoente de Hurst**. Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 6, n. 2, 2018. http://www.rc.unesp.br/pgfisica/dissertacoes/00026-favaretto_ab_me_rcla.pdf Acesso em: 21 jul. 2019.

FEDER, J. **Fractals**. New York: Plenum Press, 1989.

FEREGUETTI, Larissa; **Como a tecnologia tem impactado e revolucionado a construção civil;** 2018. https://engenharia360.com/como-a-tecnologia-tem-impactado-e-revolucionado-a-construcao-civil/ - acessado: 29/04/2019

HURST, H. E.; BLACK, R. P.; SIMAIKA, Y. M. **Long-term storage: an experimental study**. London: Constable London, 1965. 145p.

NASCIMENTO, Tiago Melo do. **Uso da computação gráfica como ferramenta para o desenvolvimento de projetos: estudo de caso de uma edificação na UEFS**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012. Disponível em: http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/TIAGO%20MELO%20DO%20NASCIMENTO.pdf. Acesso em: 21 jul. 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

UMA PRAÇA PARA O PILAR: PROJETO DE REQUALIFICAÇÃO ESPACIAL NA COMUNIDADE DO PILAR, RECIFE-PE

MONTEIRO, Laysa Cibelle Alves[1],
NASCIMENTO, Karoline Lima do[2],
TORREÃO, Maria da Graça de Albuquerque[3].

Resumo

O descaso da administração pública para com os cidadãos de baixa renda é uma realidade muito conhecida pelos moradores da comunidade do Pilar (Recife/PE). Por serem esquecidos ou colocados à margem da sociedade pelo poder público, os moradores dessa região não possuem áreas gratuitas destinadas ao lazer nas suas proximidades, levando-os ao deslocamento de longas distâncias até o encontro de mobiliários urbanos. Atento à essa realidade, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o projeto de requalificação de uma região subutilizada da comunidade, através da construção de um espaço público de lazer para todos que ali habitam, além de estimular as capacidades técnicas, cognitivas, e de trabalho em equipe dos estudantes de Arquitetura, Design e Expressão Gráfica da Universidade Federal de Pernambuco, sem esquecer da satisfação pessoal adquirida ao participar de um trabalho de cunho social. Para que tal espaço fosse realizado, foi solicitada a participação da população residente durante cada etapa do desenvolvimento e execução do projeto.

Palavras-chave: Pilar; praça; requalificação; projeto.

Abstract

The neglect of the public administration to citizens with low income is well known by the inhabitants of de Pilar Community (Recife/PE). Being forgotten or placed aside of society by the public authorities, the residents of this region do not have leisure areas in their vicinity,making them have to cross long distances until reaching urban furniture. The rehabilitation project of a section of this community that presently is being underutilized, aiming to build a public leisure space for all that dwell there, and helping to stimulate technical capabilities, cognitive and the teamwork of students of architecture, design and graphic expression, of the Federal University of Pernambuco, not forgetting the personal satisfaction gained by participating in social work. The space was held, was requested the participation of the resident population during each stage of development and execution of the project.

Keywords: Pilar, square, requalification, project.

[1] UFPE - laysamonteiro93@gmail.com
[2] UFPE - karoline.tg.ufpe@gmail.com
[3] UFPE - gracatorreao@gmail.com

1 Introdução

Ensino. Pesquisa. Extensão. Protagonista das universidades, é do jovem o papel de reconhecer-se catalizador de bem-estar social e de identificar o conhecimento acadêmico como importante e necessário instrumento de mudança na sociedade. Não poderia ser diferente com o curso de Arquitetura e Urbanismo. Seja no ambiente construído ou a construir, é certo que o acadêmico desse ramo, mesmo ainda em fase de formação, precisa cada vez mais de apurada sensibilidade para aferir como pode ser útil à sociedade.

Para fins estatísticos, as organizações mundiais geralmente medem a pobreza em dólar, que apesar de relevante régua, não revela o real conceito de pobreza. Pobreza é a carência – ou ausência – de acesso; em todos os níveis. Em se tratando de Brasil, é sabida a existência de pessoas vivendo à margem da captação ótica do governo, sofrendo as consequências da inacessibilidade a políticas públicas e igualdade de condições. Com isso, a cidade se fragmenta cada vez mais, fazendo com que os próprios cidadãos se afastem uns dos outros, face o distanciamento das realidades.

A Comunidade do Pilar é exemplo disso. Fincada no centro da cidade do Recife, estado de Pernambuco, as grandes construções adjacentes a eclipsaram, de forma que a gestão governamental se fez ausente e, aos olhos dos demais recifenses, a comunidade se fez invisível. Tolhida do acesso a diversos equipamentos e serviços públicos, aquele local merece atenção especial, e por esse motivo foi idealizado o Projeto de Extensão Comunidade do Pilar. Com intuito de promover, a esses moradores, bem-estar social, surgiu a ideia da elaboração de um projeto de requalificação de uma área subutilizada da comunidade, através da construção de uma praça voltada para todas as idades.

De antemão, foram realizadas visitas, juntamente a instituição Plano B – instituição sem fins lucrativos, cujo qual já possui trabalho social nessa comunidade – possibilitando ao grupo o contato direto com a comunidade e a observação das dinâmicas estabelecidas entre o Pilar e o Bairro do Recife, além de saber quais eram os anseios e necessidades daquela população em relação à diversão, através de entrevistas a alguns moradores. Sendo isso sabido, houve várias etapas de discussão e criação entre os alunos, do que exatamente seria construído naquele local, até ser chegada a versão final da área de lazer, sendo ela composta por equipamentos de escalar, balançar, pendurar, escorregar etc voltados para as crianças e também espaços de estar e de exercitar para os adultos.

Trabalhar com mobiliário urbano para uma parcela da população recifense que vive à margem da sociedade é algo maravilhoso, pois pode levar vida e melhorar as relações interpessoais ali estabelecidas. Assim sendo, o Projeto de Extensão, denominado carinhosamente de " Uma Praça para o Pilar", utilizou a Arquitetura para promover impacto social, melhorando a vida daquelas pessoas de uma forma simples, inteligente e, de fato, praticando arquitetura para pessoas, através dos seus alunos, fazendo-os desenvolverem também as habilidades técnicas de desenho técnico e estratégias de criação de mobiliário, cognitivas e de trabalhos em equipe.

2 A comunidade e escolha do local

O bairro do Recife, onde se localiza a comunidade do Pilar (Figura 1), já é alvo de grandes projetos na área do turismo e lazer pela prefeitura municipal, como a revitalização da área portuária, através da requalificação dos seus galpões, transformando-os em grandes equipamentos urbanos como o museu Cais do Sertão, o Centro de Artesanato e o Centro Gastronômico. Contudo, em detrimento disso, a realidade das pessoas que residem na comunidade do Pilar, conhecida também como Favela do Rato, parece não receber o mesmo interesse de intervenções, dada as condições em que elas vivem naquela localidade. Nery e Castilho (NERY, 2008) mostram que sua área foi contemplada em diversos planos de renovação e requalificação, que, ou nunca foram colocados em prática, ou não foram concluídos.

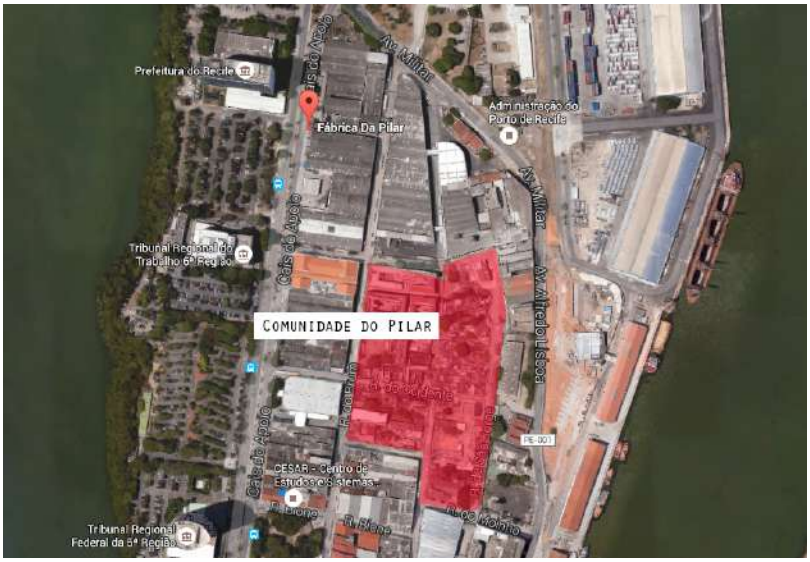


Figura 1 –Localização da área de estudo
Fonte: Google Earth, editado pelas autoras, (2016).

Possuindo o segundo pior IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) do município, perdendo apenas para a comunidade do Coque, de acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Recife (RECIFE, 2005), os moradores do bairro, assim como grande parte da população, em maioria de baixa renda, tem difícil acesso aos equipamentos, serviços e intervenções púbicas, não detinha área de lazer, fazendo com que os que ali habitam percorressem longas distâncias em busca de entretenimento gratuito.

Sabendo das precárias condições da localidade, estudantes de Arquitetura juntamente com os de Expressão Gráfica e Design da Universidade Federal de Pernambuco, realizaram, em 2015, visitas guiadas pela instituição Plano B à área, com intuito de conhecer e dialogar com a população sobre seus anseios e necessidades para a região em relação ao entretenimento, além de realizar um levantamento fotográfico (Figuras 2 e 3) da comunidade e assim escolher o local da intervenção.

Figuras 2 e 3 - Comunidade do Pilar
Fonte: Acervo da equipe de extensão, (2016).

Após as visitas, pode ser definido, sob a forma de Projeto de Extensão da Universidade Federal de Pernambuco, a concepção de um projeto urbanístico de uma praça, através do desenho e execução de mobiliários urbanos que a compõem, além da escolha do local para sua inserção. Como o objetivo era o de atender todas as faixas etárias, seria necessário uma área relativamente grande, razão pela qual foi escolhido um espaço subutilizado (Figuras 4 e 5), em que parte é um acesso à Rua de São Jorge, representada em vermelho, e parte é um vazio, que acabou se tornando local de entulho (marcado em laranja e rosa) nas proximidades de um monumento de grande valor histórico para a região do bairro do Recife, a Igreja de Nossa Senhora do Pilar, em azul, tombada pelo patrimônio histórico, na referida comunidade.

Figuras 4 e 5 – Área de implantação da Praça
Fonte: Google Earth, editado pelas autoras, (2016).

3 Metodologia

Para o presente trabalho, foi de suma importância o desenvolvimento paralelo e inter-relacionado de estudos teóricos, como embasamento para a compreensão e evolução do projeto, além de visitas constantes a área de estudo para manter a participação ativa da população. Para tanto, foram executados os seguintes procedimentos:

- Visitas à comunidade, levantamento fotográfico e arquitetônico e realização de workshops com os moradores e futuros usuários da praça;

- Discussão entre os alunos e coordenadores das possibilidades iniciais de intervenção;
- Definição de um conceito-guia, estudos de referenciais teóricos e avaliação de estudos de caso;
- Desenho inicial dos mobiliários de forma mais lúdica, para ser levado em seguida ao desenho técnico de cada mobiliário urbano e desenho urbanístico da praça;
- Apresentação e discussão das propostas definitivas entre alunos e coordenadores;
- Apresentação das propostas à comunidade do Pilar para que os mesmos opinassem e decidissem sobre o desenho final;
- Produção dos orçamentos e busca de empresas interessadas em colaborar financeiramente ou através de doações;
- Confecção das fichas construtivas para auxílio dos voluntários durante a execução;
- Execução dos brinquedos por parte dos voluntários e patrocinadores;
- Execução do projeto.

4 O Projeto

4.1 O conceito

Antes de iniciar a produção de croquis e esboços digitais para o trabalho, foi preciso considerar características importantes que envolvem o projeto e, principalmente, os interesses da comunidade para que os conceitos fossem criados e aplicados no trabalho gráfico. Foram escolhidas palavras-chave, baseadas nos anseios da comunidade apreendidos na primeira visita, para direcionar a confecção dos equipamentos que iriam compor esse espaço como: sentar, escalar, correr, exercitar, brincar, balançar, escorregar dentre outras.

A elaboração do projeto da praça baseou-se no conceito-guia da temática do sistema "Lego", por ser um brinquedo de partes que se encaixam, o que permite várias combinações, estimulando, assim, a concepção de novos espaços e que poderiam ser apresentados previamente à população local para que a mesma opinasse. Partindo desse quesito, os alunos foram divididos em grupos e cada grupo ficou responsável por criar mobiliários relacionados às palavras-chave das quais ficaram responsáveis, a exemplo da equipe de exercitar, executado no software Lego Digital Designer (**LDD**), como mostrado na Figura 6.

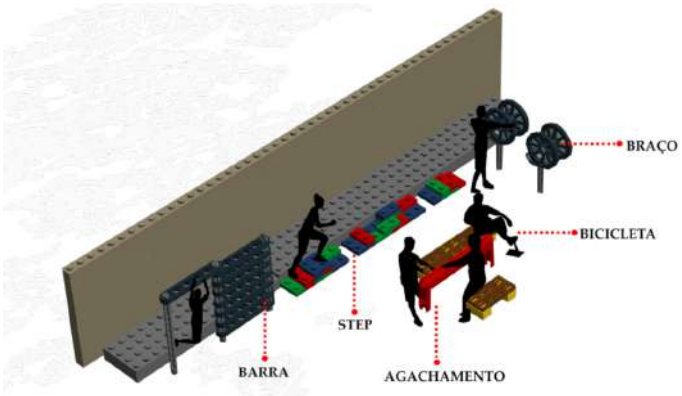


Figura 6 –Desenho realizado pela equipe responsável pelo "exercitar"
Fonte: Acervo da equipe de extensão, (2016).

A segunda etapa foi decidir juntamente com os moradores da comunidade, levando em consideração a sua realidade, o material com o qual brinquedos e demais equipamentos seriam construídos. Portanto, tendo em vista a viabilidade de custos, demanda do mercado e usabilidade, a decisão do uso de materiais recicláveis (garrafas pet), de baixo custo (corda, ferro), que são de fácil acesso aos moradores e de manutenção simples, na confecção dos equipamentos da praça, bem como na identidade do projeto, foi pensada para prolongar e assegurar o uso do mobiliário pelos usuários.

4.2 O Produto gráfico

A modelagem digital, além de possuir uma praticidade de confecção maior do que método de produção físico, permitiu um padrão de detalhamento e complexidade dos elementos construtivos e replicação incomparáveis (ARAUJO, 2009). Com isso, o uso da computação gráfica é cada vez mais comum por diversas áreas criativas; Arquitetura e Design, por exemplo, utilizam em suas apresentações perspectivas de maquetes eletrônicas, animações computadorizadas e modelos virtuais de produtos.

> A evolução de novas técnicas e ferramentas computacionais para a elaboração e desenvolvimento de projetos arquitetônicos e a constante utilização dos mesmos, apresenta gradativamente resultados positivos no desenvolvimento dos projetos. (BASTITELLO et al, 2015, p.137).

Com intuito de uma melhor visualização e entendimento da população residente do Pilar, os alunos utilizaram da modelagem 3D para a apresentação da proposta. Cada equipe responsável por uma palavra-chave, como já citada, esboçou e realizou a modelagem 3D do seu equipamento. Além da modelagem de cada mobiliário, um único aluno ficou responsável pela realização da maquete eletrônica (Figura 7) de todo o espaço, utilizando o software SketchUp, simulando como realmente ele iria ficar após a requalificação. Após essa etapa, houve a apresentação da proposta, pelos alunos, para a comunidade, através de PowerPoint (Figura 8), onde todos juntos puderam idealizar e realizar ajustes de adequação no espaço e também nos equipamentos, com intuito de prevalecer os anseios e desejos dos futuros usuários.

Figura 7– Perspectiva obtida através da maquete eletrônica
Fonte: Acervo da equipe de extensão, (2016).

Figura 8 – Apresentação proposta para a comunidade através de slides utilizando o PowerPoint
Fonte: Acervo da equipe de extensão, (2016).

Ao final, após os ajustes, foram realizados os desenhos técnicos (Figura 9), executados no software AutoCad, e a versão final da maquete eletrônica, executada pelo programa SketchUp e renderizada pelo software Studio 3D Max (Figuras 10 e 11). Através dos desenhos técnicos, foram calculadas as quantidades de cada material necessário e orçou-se, em empresas especializadas, a realização de cada brinquedo. Com os orçamentos e os desenhos em mãos, a equipe de extensão pode apresentar a proposta às empresas, e, assim, arrecadar doações para a realização do projeto.

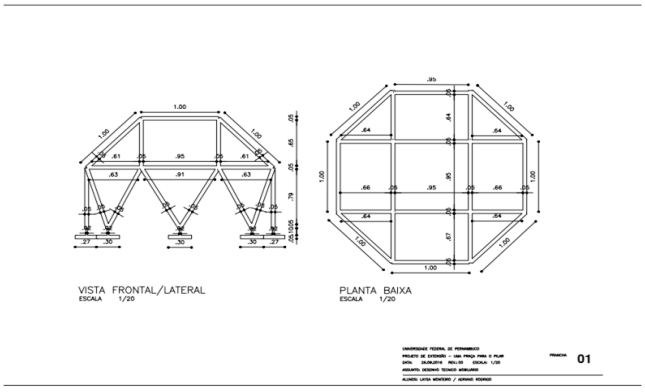


Figura 9 – Desenho técnico da versão final do brinquedo “DOMO”
Fonte: Laysa Monteiro e Adriano Rodrigo, (2016).

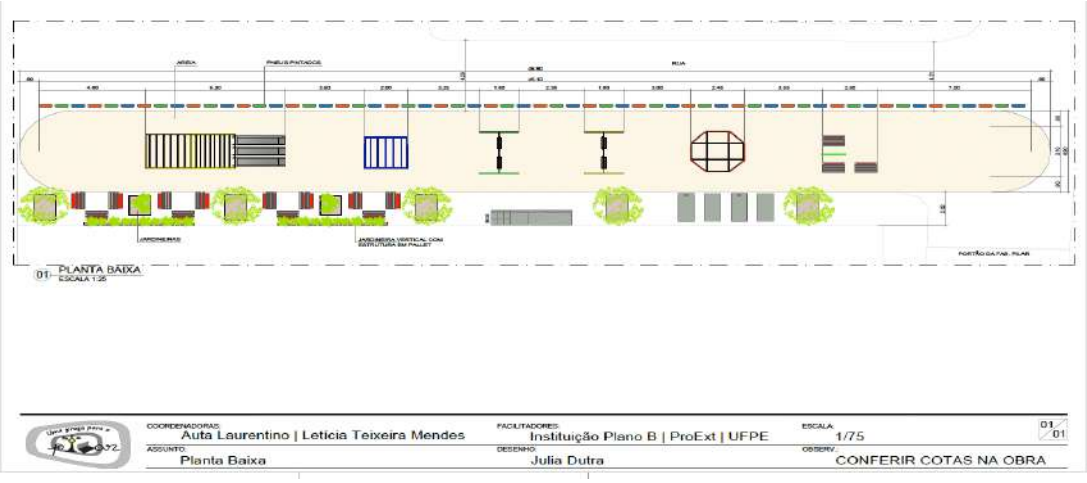


Figura 10 – Desenho técnico da versão final do projeto da Praça para o pilar
Fonte: Acervo da equipe de extensão, (2016).

Figura 11 – Perspectiva do projeto da Praça para o pilar, versão final
Fonte: Acervo da equipe de extensão, (2016).

4.2 Execução

Assim, dias antes, o processo se iniciou com a confecção da calçada, auxiliada pela coordenação de profissionais técnicos locais e mão de obra de pessoas da comunidade e voluntários.

Além disso, brinquedos, bancos de madeira reutilizada, canteiros e jardins verticais, executados com *pallets* e garrafas pet, foram previamente confeccionados pelos patrocinadores e voluntários, de modo que o tempo de trabalho no local pudesse ser reduzido e a montagem permitisse o envolvimento de toda a população local, ainda que não detivessem conhecimento técnico para tanto.

Finalmente, a força de trabalho e mobilização se iniciou às 9h (nove horas) de um sábado, 08/04/2017, com a participação de mais de 100 (cem) voluntários, angariados através de todos os envolvidos no projeto. Ademais, houve também a participação dos que tiveram conhecimento do ato através da divulgação dos vários veículos de comunicação, como televisão e jornais - Rede Globo, Diário de Pernambuco, Folha 10, entre outros – que, por divulgarem durante o processo, também acabaram por convocar mais pessoas para o lugar, todas dispostas a abraçarem e apoiarem a causa.

No dia da inauguração, foi feita a pintura do muro de 120 m², que delimita a área, para artistas locais dele fazerem tela para sua arte e oficina para grafitagem, enquanto outros voluntários faziam uma terraplanagem para nivelar o piso da área e preparar o local dos brinquedos (Figura 12).

À medida que a terraplanagem foi sendo executada, foram colocados os pneus pintados para delimitar a praça, foram instalados os mobiliários executados anteriormente pelos patrocinadores e voluntários.

No fim do dia, as crianças puderam assinar a parede, marcando-a com suas mãos (Figura 13), e deixando marcado que elas fizeram parte daquele processo e se apropriando daquele local como deles, criando a sensação de pertencimento que foi almejada por todos os idealizadores e executores desse projeto, pois:

> A participação dos moradores em todas as etapas do processo de requalificação deve ser considerada, portanto, como um instrumento na construção do sentimento de pertencimento ao lugar, levando-os à consciência do seu direito ao lugar e, consequentemente, à cidade. (NERY, 2008).

Figura 12 – Praça durante a execução
Fonte: Diário de Pernambuco, (2017).

Figura 13 – Crianças se apropriando da praça através da pintura.
Fonte: Adriano Rodrigo (2017).

5 Conclusão

O projeto atingiu todos os objetivos traçados pelas orientadoras e pelos integrantes do processo. A junção de diferentes campos de conhecimento, Arquitetura e Urbanismo, Design,

Expressão Gráfica, entre tantos outros que foram agregados durante o processo, foi extremamente enriquecedor.

Todos os alunos obtiveram maior conhecimento na área de desenho de mobiliários urbanos e equipamentos públicos, inclusive das plataformas digitais que puderam ser utilizadas como apoio, AutoCad, SketchUp e Studio 3D Max, além da importância desses softwares para representação gráfica. Com relação à realização de um projeto que foi colocado em prática, o que não é uma realidade comum no curso de Arquitetura e Urbanismo, esse tipo de atividade gerou conhecimento de questões que surgem em uma obra e como solucioná-las.

Já no âmbito social, através da parceria com empresas privadas e, principalmente, do envolvimento da população residente, traz consigo, de uma certa maneira, o direto de todos à cidade, como se é previsto no Estatuto da Cidade. Através desse simples projeto, as histórias dos moradores e suas verdades, souberam atravessar as tempestades e puderam ser enxergadas pelo resto da população, além do sentimento de pertencimento do local, ser exaltada.

Por fim, a possibilidade de ver a realização de um projeto deste tipo em uma comunidade tão negligenciada pela população e pelo poder público, ainda que esteja no coração da cidade, foi algo inspirador, gerando a genuína expectativa de que seja reproduzido mais vezes em outros projetos e em outros locais.

Agradecimentos

Agradecemos a todos que fazem parte da ONG **“Plano B”** pela parceria durante todo o processo de realização do projeto, sendo fundamental sua participação como intermediadora entre a comunidade e os demais envolvidos, as empresas parceiras, doadoras de materiais de construção, brinquedos, ferramentas, mobiliários etc. como: **Ferreira Costa**; **Máquinas e serviços do Nordeste LTDA** (doadora de um dos mobiliários) e a **Sherwin William**. Agradecemos também a **Rede Globo Nordeste** pela divulgação do projeto na mídia televisiva, ao jornal **Diário de Pernambuco** e **Folha de Pernambuco** pela divulgação em seus meios. Igualmente, agradecemos aos mais de 100 voluntários envolvidos, membros da igreja **A Ponte** e **Igreja Nossa Senhora do Pilar**, e a todos os alunos e docentes envolvidos da **Universidade Federal de Pernambuco**.

Referências

ARAUJO, Nieri Soares de. **A materialização do modelo digital no processo de ensino**. SIGRADI: s.p, 2009.

NERY, N. S.; CASTILHO, C. J. M. **Comunidade do Pilar e a revitalização do bairro do recife**: possibilidades de inclusão socioespacial dos moradores ou gentrificação. Recife: HUMANAE v.1, n.2, p.19-36, 2008.

____ . **Atlas de desenvolvimento humano**. Recife, 2005.

LACERDA, Norma, **Intervenções no Bairro do Recife e no seu entorno:** indagações sobre a sua legitimidade. Sociedade e Estado, Brasília, v. 22, n. 3, p. 621-646, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro, 1994. 27p.

____ . **NBR 10067**: princípios gerais de representação em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1995. 14p.

TOLEDO, Marcos. **Ação planta semente de um novo Pilar.** Folhape: Recife, 10 de abril de 2017, Cotidiano. Disponível em:<http://www.folhape.com.br/noticias/noticias/cotidiano/2017/04/10/NWS,23869,70,449,NOTICIAS,2190-ACAO-PLANTA-SEMENTE-NOVO-PILAR.aspx>. Acesso em: 01 de maio 2017.

Comunidade do Pilar ganha Área de Lazer. Diário de Pernambuco: Recife, 08 de abril de 2017, Vida Urbana. Disponível em: <http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2017/04/08/interna_vidaurbana,698295/comunidade-do-pilar-ganha-area-de-lazer.shtml>. Acesso em: 01 de maio de 2017.

Batistello, Paula; Balzan, Katiane Laura; Piaia, Luana Peroza; Miotto, Juliano; **"Prototipagem rápida e fabricação digital em ateliê vertical: do processo à materialização",** p. 137-142. In: São Paulo: Blucher, 2015. ISSN 2318-6968, ISBN: 978-85-8039-136-7 DOI 10.5151/despro-sigradi2015-30300

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

GERAÇÃO DE MODELOS GEOMÉTRICOS DE CIDADE A PARTIR DO PROCESSAMENTO DE NUVENS DE PONTOS: ESTUDO DE CASO NO CENTRO HISTÓRICO DE SALVADOR

GROETELAARS, Natalie Johanna[1],
NASCIMENTO, Adaildes Moreira do[2].

Resumo

Esse artigo aborda diferentes processos de geração de modelos geométricos de cidade a partir do processamento de nuvens de pontos. Inicialmente são apresentados exemplos de aplicações de modelos tridimensionais digitais de cidade e métodos para aquisição e processamento dos dados. Depois, apresenta-se e discute-se experimentos realizados para a geração do modelo geométrico texturizado de um trecho do Centro Histórico de Salvador – BA, envolvendo desde a tomada fotográfica (terrestre e aérea), a geração de nuvem de pontos por processamento digital das fotografias até as fases finais de modelagem geométrica e aplicação de textura fotorrealística.

Palavras-chave: modelagem geométrica de cidade; fotogrametria digital; nuvem de pontos.

Abstract

This article approaches different processes of generation of 3D city geometric models from point cloud processing. Initially, examples of applications of three-dimensional city models and methods for data acquisition and data processing are presented. Then, we present and discuss experiments carried out for the generation of the textured geometric model of a section of the Historic Center of Salvador, Bahia, involving since the photographic survey (terrestrial and aerial), the generation of point cloud by digital processing of the photographs, until to the final stages of geometric modeling and photorealistic textures application.

Keywords: geometric modeling; digital photogrammetry; point cloud.

[1] Universidade Federal da Bahia (UFBA), Faculdade de Arquitetura, natgroet@ufba.br
[2] Universidade Federal da Bahia (UFBA), Faculdade de Arquitetura, adaildes.mn@gmail.com

1 Introdução

Com o avanço das tecnologias digitais, foram sendo desenvolvidas novos modos de registro dos objetos existentes, como edificações e cidades. Dentre elas, tem-se a modelagem geométrica (3D), que além de permitir a compreensão visual das formas de modo mais intuitivo e completo, possibilita adicionar dados semânticos (fotos, dados históricos, estado de conservação, dados da edificação, etc.), ampliando as possibilidades de aplicações desses modelos.

As técnicas tradicionais de documentação apresentam uma série de limitações, principalmente no registro de objetos complexos e de grandes dimensões, resultando em um processo mais lento, trabalhoso e ainda assim, menos preciso.

Dentre as técnicas digitais para levantamento de formas existentes, destacam-se os sistemas de varredura para geração de modelos de nuvens de pontos. Segundo Groetelaars (2015), as técnicas de obtenção de nuvens de pontos, seja por imagens fotográficas ou por varredura a laser, representam o estado da arte com relação à aquisição de dados geométricos das edificações. A grande vantagem desses métodos é permitir um registro mais rápido, completo e preciso dos objetos.

No entanto, para que o modelo seja adequado à maioria das aplicações é necessário realizar a etapa de pós-processamento da nuvem de pontos, visando gerar diversos produtos, como desenhos, modelos geométricos (sólidos ou de superfície) texturizados ou não, modelos físicos, etc. A etapa de pós-processamento da nuvem de pontos é um dos assuntos que serão abordados nesse artigo.

A seguir, são abordados exemplos de aplicações de modelos tridimensionais digitais de cidade e de métodos para aquisição e para processamento dos dados. Depois, são apresentados e discutidos experimentos realizados para a geração do modelo geométrico texturizado de um trecho do Centro Histórico de Salvador – BA, envolvendo desde a tomada fotográfica (terrestre e aérea), a geração de nuvem de pontos por processamento digital das fotografias no programa Agisoft Photoscan (com uso da técnica *Dense Stereo Matching*) até as fases de pós-processamento da nuvem de pontos para geração do modelo geométrico (nos programas AutoCAD e Sketchup) e das texturas fotorrealísticas.

2 Revisão bibliográfica

A modelagem geométrica (3D) representa uma importante ferramenta para a representação de formas existentes. Segundo Kemec, Zlatanova e Duzgun (2010), a representação em 3D reduz significativamente o esforço cognitivo necessário para compreensão e análise de dados, permitindo, desta forma, melhorar a eficiência na tomada de decisões.

Os modelos geométricos de cidade vêm adquirindo cada vez mais importância em aplicações voltadas à melhoria da gestão urbana, não se limitando apenas à visualização espacial (geométrica e geográfica), mas também podendo ser usado para o armazenamento e análise de dados semânticos associados. Hoje os modelos tridimensionais de cidade podem ser utilizados para diversos propósitos (ÁLVAREZ *et al.*, 2018; BUYUKDEMIRCIOGLU; KOCAMAN; ISIKDAG, 2018):

- planejamento de cidades energeticamente eficientes;
- gestão e manutenção de instalações, edifícios e cidades;
- criação de plataformas SmartCity para a gestão urbana;
- criação de plataformas para a gestão e conservação do patrimônio arquitetônico e de centros históricos;

- documentação arquitetônica;
- exportação para sistemas de realidade virtual e aumentada;
- realização de diversos tipos de simulação;
- gerenciamento de desastres;
- turismo;
- impressão 3D, visando a geração de maquetes (modelos físicos).

O nível de detalhe utilizado na representação de modelos geométricos de cidade varia de acordo com sua finalidade. O CityGML (*City Geography Markup Language*), estabelecido pela *Open Geospatial Consortium* (OCG) em 2008, é um padrão internacional e neutro, que vem sendo utilizado em todo o mundo para a representação tridimensional digital de cidades em cinco níveis de detalhe (*Level of Detail* - LOD), variando do mais simples, LOD 0, ao mais detalhado, LOD 4.

O LOD 0 consiste na representação da superfície do terreno, tendo as edificações representadas pelos seus contornos (*building footprints*). O LOD 1 incorpora os modelos simplificados das edificações, gerados a partir da extrusão dos perímetros das mesmas. No LOD 2 há a representação das coberturas das edificações, sendo comum a aplicação das foto-texturas para aumentar o realismo das fachadas. O LOD 3 representa um modelo detalhado do exterior das edificações (com varandas, portas, janelas etc.). No LOD 4, tem-se o completo da edificação, contemplando seu interior.

Diversas técnicas podem ser utilizadas na obtenção de informações para a modelagem geométrica, variando de acordo com fatores como, tempo de levantamento, área de interesse (características físicas e dimensões), finalidade e grau de sofisticação do modelo.

Com relação ao processo de geração de modelos geométricos de cidades, pode-se dividir em dois grandes grupos: os métodos que utilizam dados existentes para a modelagem e os que utilizam dados novos (ÁLVAREZ *et al*., 2018). Dentre os métodos que utilizam dados existentes pode-se citar o uso de plantas cadastrais ou de imagens de satélite como base para uma modelagem simplificada, ou o uso de programas com bibliotecas de edificações.

Dentre os métodos que partem de dados novos, pode-se citar aqueles que permitem gerar modelos geométricos, seja pela restituição fotogramétrica, seja pelo *3D Laser Scanning*. Como produtos primários dessas técnicas destacam-se os modelos de superfície texturizados, gerados pela Fotogrametria digital *stricto sensu* (métodos interativos), e os modelos de nuvens de pontos produzidos pelo processamento digital de fotografias (técnica *Dense Stereo Matching* - DSM) ou pela varredura a laser[3].

A grande vantagem desses dois últimos métodos (DSM e varredura a laser) é a rapidez na aquisição de grande quantidade de dados, pois são usados processos automatizados para geração da nuvem de pontos. Comparando os dois métodos, o DSM destaca-se pelo baixo custo, com uso de câmera digital, software e eventualmente drone (em levantamentos aéreos); e O *3D laser Scanning* destaca-se pela maior rapidez na aquisição de dados, pois as nuvens de pontos são geradas em tempo real.

[3] Informações detalhadas do *Dense Stereo Matching* e *3D laser Scanning* podem ser vistos em Groetelaars (2015).

No entanto, em ambos os casos, é necessário realizar a etapa de pós-processamento, dadas as limitações do modelo de nuvem de pontos: arquivos pesados, dificuldade de visualização, problemas para importação em diversos programas, limitação de aplicações diretas, etc.

O pós-processamento das nuvens de pontos permitirá a geração de uma grande quantidade de produtos, adequada para várias aplicações, como, desenhos, ortofotos, modelos de superfície, malha triangular irregular e derivados (GROETELAARS, 2015).

O método de modelagem geométrica variam de acordo com fatores como, finalidade do modelo, precisão requerida, tempo, mão de obra e recursos tecnológicos e financeiros disponíveis, podendo ser empregados métodos mais interativos e mais automatizados.

Dentre as técnicas mais interativas pode-se citar a modelagem simplificada através do uso de fotos, como o recurso Match Photo do Sketchup, e de ortofotos. O recurso Match Photo consiste em importar uma fotografia de um objeto em perspectiva e associar os eixos às arestas visíveis do mesmo (que corresponderão à linhas paralelas e ortogonais). Dessa forma, o programa consegue recuperar a visualização em perspectiva igual à da foto, possibilitando ao usuário realizar a modelagem sobre a fotografia (como pano de fundo), e aplicar posteriormente a foto-textura sobre os planos criados.

Quanto à modelagem de edificações a partir de ortofotos, pode-se citar os experimentos descritos por Koehl *et al.* (2008). Esses autores citam o processo de geração das ortofotos no PhotoModeler, que são usadas posteriormente para servirem de referência de modelagem geométrica de edificações no Sketchup (Figura 1): parte-se de um prisma envoltório - forma geral (a), aplica-se a ortofoto (b), realiza-se o traçado das feições de interesse sobre a ortofoto para gerar o modelo (c); até chegar a forma final, refinada (d).

(a) (b) (c) (d)

Figura 1 – Modelagem a partir de ortofotos
Fonte: Adaptado de Koehl *et al.* (2008).

Outro exemplo de método para geração do modelo geométrico de uma cidade na Turquia é descrito pelos autores Buyukdemircioglu, Kocaman e Isikdag (2018). A modelagem em LOD 2 é realizada a partir de processos semi-automáticos, tomando como base os contornos das edificações (*building footprints* gerados anteriormente) e as nuvens de pontos produzidas por processamento digital de fotos aéreas. Com uso do software BuildingReconstruction é possível fazer uma associação entre a geometria da edificação/telhado presente no modelo de nuvem de pontos e sua corresponde disponível em uma biblioteca com 32 tipos de telhados (Figura 2) disponíveis no programa.

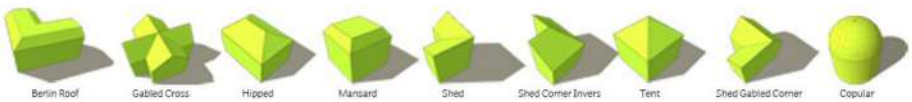


Figura 2 – Exemplo de parte da biblioteca de edificações/telhados presentes no software BuildingReconstruction
Fonte: Adaptado de Buyukdemircioglu, Kocaman e Isikdag (2018).

A busca por processos automáticos de modelagem geométrica pode ser vista também no estudo de Hron e Halounová (2014), onde é abordado o uso de software ENVI LiDAR para associação de primitivas geométricas sobre as edificações representadas na nuvem de pontos.

Verifica-se a existência de uma variedade de métodos que podem ser usados na obtenção de modelos geométricos a partir de nuvem de pontos, e sua escolha vai depender de diversos fatores. Porém é notável a necessidade de realização de experimentos para possibilitar o desenvolvimento de novos métodos, visando a geração de modelos geométricos mais precisos, fotorrealísticos e adequados à representação de sítios históricos (com a presença de elementos mais complexos e irregulares), dada a vasta aplicabilidade e potencialidade dos mesmos.

3 Processamento dos dados para modelagem geométrica

Será descrito a seguir o processo de geração do modelo geométrico texturizado de um trecho do Pelourinho, localizado no Centro Histórico de Salvador - BA. O trabalho iniciou-se com o levantamento fotográfico terrestre (fotos próximas às edificações) e aéreo (fotos tomadas por drone) da área de interesse. As fotos foram usadas para geração de nuvens de pontos e ortofotos, produtos que foram novamente processados para geração do modelo geométrico fotorrealístico de três quadras do sítio histórico da Salvador.

O fluxo de trabalho empregado para a geração do modelo está ilustrado na Figura 3. Ressalta-se que foram adotados dois métodos de modelagem geométrica (cores laranja e azul), que serão descritos a seguir, junto às outras etapas realizadas.

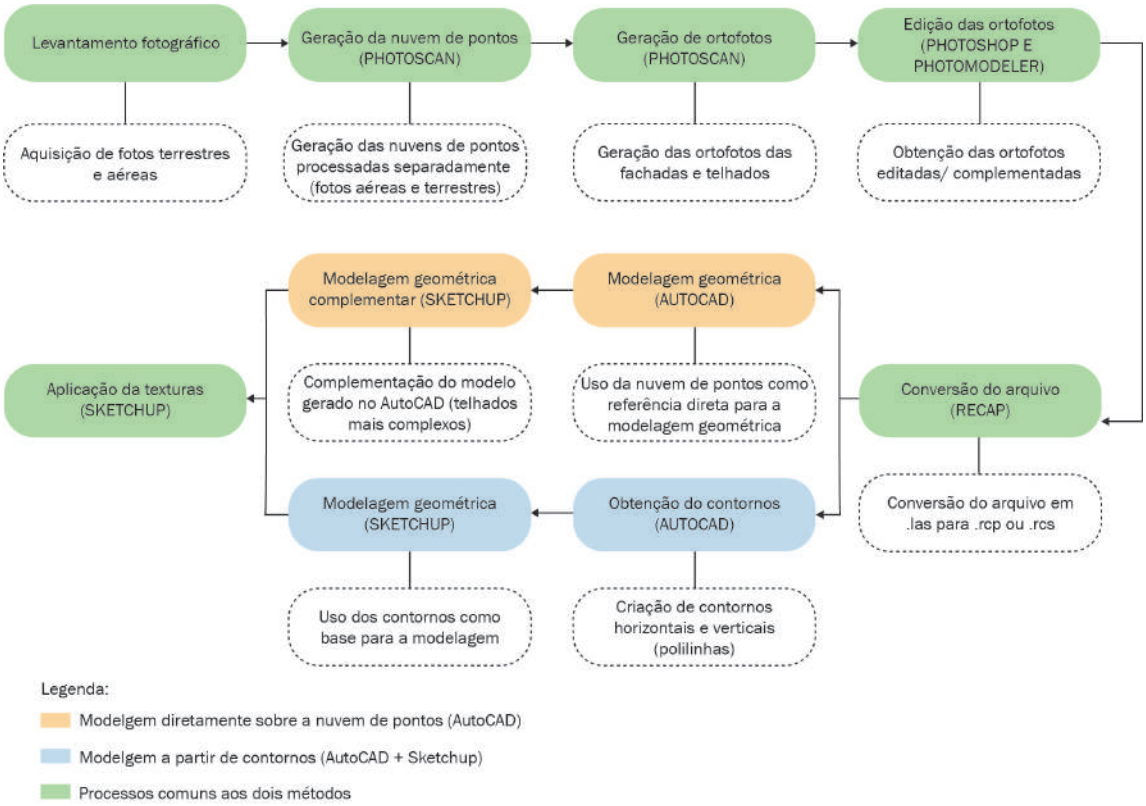


Figura 3 – Fluxo de trabalho
Fonte: Elaborado pelas autoras.

3.1 Levantamento fotográfico e geração das nuvens de pontos e ortofotos

A tomada fotográfica terrestre foi realizada através da câmera Nikon D300, lente 12 mm e Nikon D610, lente 18 mm, obtendo fotos com resolução de 4288 x 2848 pixeis e 3.936 x 2.624 pixeis, respectivamente. O levantamento aéreo foi efetuado por meio do drone modelo Phantom 4 Pro (fabricante DJI), com câmera digital acoplada, lente de 4 mm e gerando fotos com resolução de 4.000 x 3.000 pixeis.

Posteriormente ao levantamento fotográfico, iniciou-se, em escritório, a restituição fotogramétrica das imagens no Agisoft Photoscan (cujo nome foi recentemente alterado para Agisoft Metashape), programa que trabalha com a técnica *Dense Stereo Matching* (DSM). Realizou-se inicialmente o processamento das fotos aéreas e depois das fotos terrestres.

O processamento realizado no Photoscan pode ser descrito pelas seguintes etapas: geração da nuvem esparsa, geração da nuvem de pontos densa, criação da malha triangular irregular (*Triangular Irregular Network* – TIN), geração da malha TIN texturizada e por fim a geração das ortofotos.

O processamento das fotos terrestres teve por finalidade obter as ortofotos das fachadas das edificações e o processamento das fotos aéreas visou gerar o modelo de nuvem de pontos geral da área (contemplando edificações, passeios e ruas) e as ortofotos dos telhados.

3.2 Edição das ortofotos e conversão de arquivos de nuvens de pontos

As ortofotos geradas pelo Photoscan apresentaram resultados insatisfatórios, devido a problemas ocorridos durante a tomada fotográfica (Figura 4a). A presença de edificações de altura elevada em ruas estreitas dificultava o registro adequado das mesmas. Além disso, a existência de diversos elementos na frente das fachadas, como cartazes, faixas, objetos à venda e esquadrias abertas, exigiram uma etapa cuidadosa de edição das imagens, para complementação e correção da representação das texturas das fachadas.

Portanto, ficou constatada a necessidade de realizar a edição das ortofotos geradas, a partir de programas de edição de imagem, utilizando o Adobe Photoshop e o GIMP (Figura 4b). Em casos onde as informações não poderiam ser editadas com coerência, a exemplo de elementos como janelas, portas e grades, optou-se por realizar sua aquisição através da monorrestituição com o software *PhotoModeler*, utilizando como base uma foto onde o elemento aparecia.

(a) (b)

Figura 4 – (a) Ortofoto gerada no Photoscan (b) Ortofoto editada no Photoshop e com a substituição de grades e janelas geradas no PhotoModeler.
Fonte: Elaborado por Adaildes Moreira, Kyane Bomfim, Luana Micaela e Nicole Guerra em 2018.

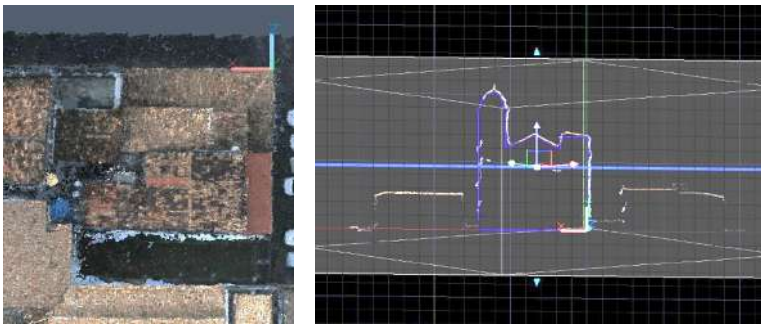
3.3 Modelagem geométrica

A partir da geração do modelo de nuvem pontos e das ortofotos (originais e editadas), foi realizada a modelagem geométrica de um trecho do Pelourinho através de dois métodos distintos. Em ambos métodos, a modelagem iniciou-se no programa AutoCAD, sendo necessário realizar a conversão da nuvem de pontos gerada pelo Photoscan em formato de arquivo .las, para o formato .rcp ou .rcs, através do programa Autodesk ReCap Pro, em razão do formato .las não ser aceito pelo AutoCAD.

O primeiro método adotado consistiu na criação de contornos (horizontais e verticais) a partir da visualização sobre a nuvem de pontos no AutoCAD. Essa seria uma forma de permitir a modelagem geométrica no Sketchup, uma vez que os contornos poderiam ser importados diretamente no programa, ao contrário da nuvem de pontos, que só poderia ser importada com uso de *plugin* (comercial). O segundo método consistiu em testar a modelagem geométrica completa diretamente no AutoCAD, permitindo comparar os dois modelos sobrepostos (nuvem de pontos original e modelagem geométrica). Os depois processos serão descritos a seguir.

3.3.1 Modelagem geométrica a partir de contornos criados no AutoCAD

A obtenção dos contornos no AutoCAD foi realizada a partir do fatiamento da visualização da nuvem de pontos, a fim de obter os contornos das edificações, ou seja, seções horizontais (*footprint*) e verticais (Figura 5b).



(a) (b)

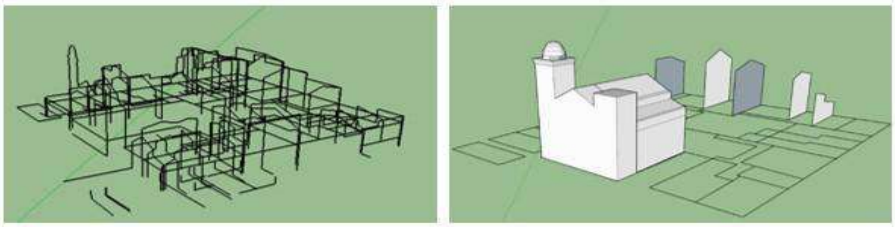
Figura 5 – (a) UCS criado paralelo à fachada de interesse; (b) elaboração de contorno vertical (polilinha em azul escuro) a partir de fatiamento da nuvem de pontos
Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para realizar esse procedimento é necessária a criação de um sistema de coordenadas do usuário (UCS – *User Cordinate System*), permitindo definir o plano XY paralelo a cada fachada. Desse modo era possível realizar o alinhamento entre o plano vertical de corte e a representação do perfil vertical da edificação (Figura 5a).

Após obter este paralelismo é realizado o fatiamento da nuvem de pontos e estabelecida uma pequena profundidade de corte, permitindo destacar somente o contorno do objeto a ser modelado, de forma a suprimir informações posteriores. Outro procedimento adotado foi a criação de um layer para cada contorno, com o objetivo de facilitar a modelagem a ser realizada posteriormente no Sketchup.

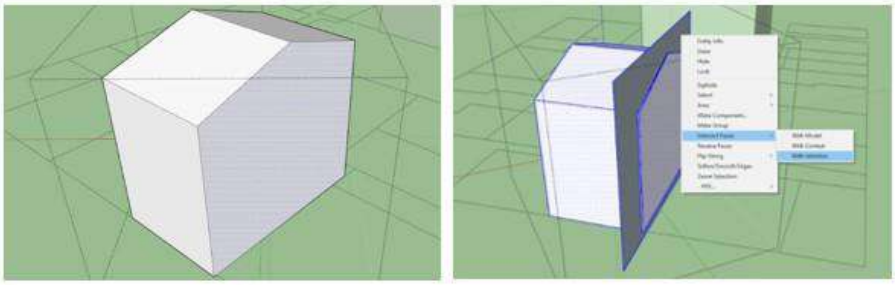
A partir dos contornos gerados no AutoCAD foi possível realizar a importação dos mesmos para o Sketchup (Figura 6a). Foi realizada no Sketchup a extrusão do sólido geométrico

(Figura 7a), partindo da criação de faces de acordo com os contornos (Figura 6b). Para esta ação foi necessária a criação de um plano auxiliar visando facilitar a modelagem (Figura 7b), podendo também ser criado um sistema de coordenadas de acordo com as faces da edificação. A criação desse plano auxiliar foi necessária em razão das diferentes inclinações das paredes das edificações (comum em centros históricos). Assim, esse plano servia de referência para realizar os ajustes no modelo, de modo a eliminar as partes excedentes geradas após a extrusão dos perfis verticais, que nem sempre coincidiam com o contorno horizontal (devido à falta de esquadro das paredes).



(a) (b)

Figura 6 – (a) Contornos exportados do AutoCAD para o Sketchup (b) Criação de faces e modelagem geométrica dos volumes principais no Sketchup
Fonte: Elaborado pelas autoras.



(a) (b)

Figura 7 – (a) Extrusão a partir da face vertical criada; (b) Ajuste da forma a partir do plano auxiliar criado no Sketchup
Fonte: Elaborado pelas autoras.

Durante a modelagem geométrica ocorreram problemas em casas que possuíam paredes e/ou coberturas mais complexas e irregulares, levando à criação de triangulações. Posteriormente, para não haver problemas futuros de exportação do modelo no formato CityGML, foi necessária a realização de ajustes para eliminação das triangulações, levando a uma pequena simplificação, porém de modo a não interferir na precisão do modelo.

Após a finalização da modelagem geométrica, foi realizada aplicação das texturas dos telhados e das fachadas em cada edificação (Figura 8).

Figura 8 – Modelo geométrico texturizado de um trecho do Pelourinho
Fonte: Elaborado por Adaildes Moreira, Kyane Bomfim, Luana Micaela e Nicole Guerra em 2018.

Esse método inicialmente escolhido se deu em razão da familiaridade com o Sketchup, o que facilitaria o desenvolvimento do modelo. Porém ocorreram dificuldades em se realizar a modelagem de forma fidedigna à nuvem de pontos, em razão principalmente da falta de paralelismo das paredes das edificações e as diferentes alturas e formas dos telhados. A partir dessa constatação, verificou-se a necessidade de se testar outro método de modelagem, descrito a seguir.

3.3.2 Modelagem geométrica diretamente no AutoCAD

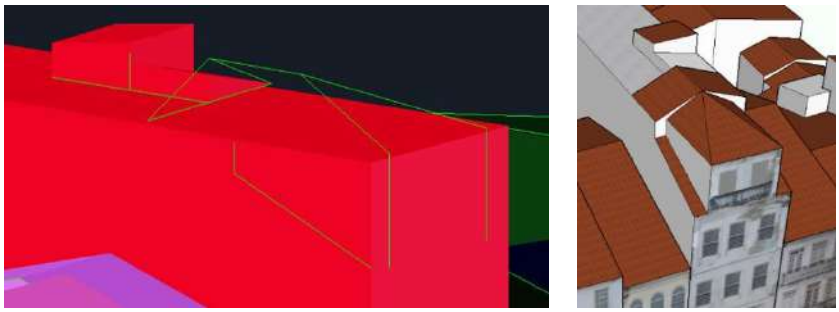
A partir dos resultados obtidos através da modelagem a partir dos contornos, verificou-se a necessidade da utilização de um método mais preciso e rápido de modelagem. Optou-se pela modelagem diretamente na nuvem de pontos, eliminando a necessidade de realizar ajustes posteriores dos modelos.

Como primeira etapa ocorreu a importação da nuvem de pontos para o AutoCAD e a criação do *footprint* das edificações, a fim de se realizar a extrusão a partir da seção horizontal. Após a criação do sólido, são criadas linhas de contorno dos telhados, a partir da visualização da nuvem de pontos, para auxiliar na modelagem destes.

Para realizar a modelagem dos telhados, foi necessária a criação de um UCS para cada edificação com seu eixo “z” de acordo com a linha da fachada, afim de que fosse possível utilizar o comando “slice”.

Em telhados com águas mais complexas foram extraídos dados relativos ao seu contorno para posterior modelagem no Sketchup, devido ao maior domínio dessa ferramenta, que permitiria otimizar o tempo de modelagem (Figura 9a e 9b).

Devido à dificuldade de visualização na nuvem de pontos das partes mais baixas da fachada, próximas ao passeio (em razão de obstáculos presentes durante a tomada fotográfica, como carros estacionados, pessoas, vegetação, etc.), optou-se pela utilização das ortofotos para obtenção do limite entre passeio e edificação do modelo.



(a) (b)

Figura 9 – (a) Obtenção dos contornos do telhado; (b) Modelagem no Sketchup a partir dos contornos criados
Fonte: Elaborado pelas autoras.

No Sketchup foi realizada a modelagem final e aplicação das ortofotos das fachadas (Figura 10). Levando em conta o tamanho do arquivo gerado a partir da aplicação de ortofotos de telhados e fachadas, optou-se por reduzir o tamanho dos arquivos das ortofotos das fachadas e aplicar uma textura genérica nos telhados, ocorrendo uma redução significativa no arquivo (de 672 Mb para 28,3 Mb).

Figura 10 – Modelo com aplicação das ortofotos e textura genérica nos telhados
Fonte: Elaborado pelas autoras.

4 Conclusão

A partir dos resultados apresentados é possível concluir que a utilização de técnicas fotogramétricas na geração de nuvens de pontos é de grande importância, dada a precisão e rapidez na aquisição de grande quantidade de informações.

Uma etapa que exige bastante cuidado, é a fase de pós-processamento do modelo de nuvem de pontos, de modo a gerar modelos geométricos de cidades, adequados a diversas aplicações.

Os experimentos apresentados nesse artigo procuraram usar ferramentas digitais bastante difundidas e conhecidas (seja para aquisição de dados, seja para modelagem geométrica e edição de imagens), além de demandar pequena quantidade de programas nas diferentes etapas de processamento.

Apesar da elevada qualidade e precisão do produto gerado foi necessário um elevado tempo de processamento, principalmente o que se refere à etapa de pós-processamento da nuvem de pontos, para geração do modelo geométrico texturizado de parte do Centro Histórico, sendo realizado de modo bastante interativo.

Observa-se a necessidade de realização de novos experimentos, de modo a serem testados e desenvolvidos métodos que permitam ao mesmo tempo, automatizar o processo

de modelagem geométrica, mas que garanta a elevada precisão e qualidade dos produtos gerados, permitindo também, contemplar a complexidade geométrica de sítios históricos.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Universidade Federal da Bahia (UFBA) pela bolsa de iniciação científica concedida através do programa PIBIC-UFBA, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento do projeto "Estabelecendo requisitos para a Modelagem da Informação da Cidade" em desenvolvimento no LCAD da Faculdade de Arquitetura da UFBA em parceria com o *Karlsruhe Institute of Technology*, da Alemanha, ao professor Mauro José Alixandrini Junior da Escola Politécnica da UFBA, pela tomada fotográfica aérea (por drone), e ao LCAD/FAUFBA pelo apoio e infraestrutura concedidos para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

ÁLVAREZ, M.; RAPOSO, J. F.; MIRANDA, M.; BELLO, A. B. Metodología de Generación de Modelos Virtuales Urbanos 3D para ciudades inteligentes. **Informes de la Construcción**, v. 70, jan/mar 2018. Disponível em: https://doi.org/10.3989/id.56528. Acesso em 2 mar. 2019.

BUYUKDEMIRCIOGLU, M.; KOCAMAN, S.; ISIKDAG, U. Semi-Automatic 3D City Model Generation from Large-Format Aerial Images. **International Journal of Geo-Information,** v. 7, set. 2018, DOI:10.3390/ijgi7090339. Acesso em: 11 nov. 2018.

GROETELAARS, N. J. **Criação de modelos BIM a partir de "nuvens de pontos"**: estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica. 2015. 372 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

HRON, V.; HALOUNOVÁ, L. Automatic Generation of 3D Building Models from Point Clouds. *In*: IVAN, I. **Geoinformatics for Intelligent Transportation**. New York: Springer, 2014.

KEMEC, S.; ZLATANOVA, S.; DUZGUN, S. A framework for defining a 3D model in support of risk management. *In*: KONECNY, M.; ZLATANOVA, S. BANDROVA, T. **Geographic information and cartography for risk and crisis management**. New York: Springer, 2010.

KOEHL, M.; MEYER, E.; KOUSSA, C.; LOTT, C. SIG 3D ET 3D dans les SIG: Application aux modèles patrimoniaux. **GéoEvénement**, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/32228172. Acesso em 2 mar. 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

MODELAGEM 3D E PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA PRODUÇÃO DE JOIAS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS

AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins[1],
AGUIAR, Giancarlo de França[2],
GOLDBACH, Eduardo Augusto[3],

Resumo

O mercado de joias tem apresentado mudanças nas últimas décadas e atualmente a diversidade de estilos que o compõem é ampla. Essa variedade trouxe uma ampliação cultural e de repertório para o segmento joalheiro, possibilitando a introdução de materiais alternativos, processos e formas modernas, trazendo resultados antes inimagináveis. Este trabalho apresenta um estudo sobre a importância da prototipagem rápida na joalheria e os avanços tecnológicos que têm auxiliado a manufatura atual, reduzindo o tempo de produção de uma peça, assim como o seu custo total e perda de materiais no processo. Também foram produzidas algumas peças com materiais alternativos. Para a produção das peças, foram estudados processos produtivos, as tecnologias e os materiais mais utilizados na produção de joias. As peças apresentadas neste trabalho foram desenvolvidas com lápis de cor e resina.

Palavras-chave: joalheria; prototipagem rápida; materiais alternativos.

Abstract

The jewelry market has undergone changes in the last decades and today the diversity of styles that compose it is wide. This variety brought a cultural and repertoire enlargement for the jeweler segment, allowing the introduction of alternative materials, processes and modern forms, bringing results previously unimaginable. This paper presents a study on the importance of rapid prototyping in jewelry and the technological advances that have aided current manufacturing, reducing the production time of a part, as well as its total cost and loss of materials in the process. Also some parts with alternative materials were produced. For the production of the pieces, productive processes, the technologies and materials used in the production of jewels were studied. The pieces presented in this work were developed with crayons and resin
presented in this work were developed with crayons and resin.

Keywords: jewelry; rapid prototyping; materials.

[1] Universidade Federal do Paraná, babi.eg@ufpr.br
[2] Universidade Federal do Paraná, giancarlo.aguiar@ifpr.edu.br
[3] Universidade Federal do Paraná, dudugoldbach@hotmail.com

1 Introdução

As escavações arqueológicas evidenciam os adornos sendo tão antigos quanto a própria civilização, dando origem ao que hoje chamamos de joia. Não se sabe ao certo quando o ser humano desenvolveu o primeiro adorno, mas isso contribuiu para a evolução das civilizações, desempenhando um papel no desenvolvimento cultural e despertando um senso estético. Para o homem "primitivo" o adorno utilizado como talismã passa a ser eficaz tendo pleno efeito quando acreditado (SKODA , 2012).

Gola (2008, pg.19) cita que desde os primórdios onde o homem necessitou utilizar roupas de peles e penas criaram-se novos diferenciais onde o olfato e o visual começaram a ser importantes, possuindo valores simbólicos, que deram início a novas criações de adornos, equipamentos, perfumes, acessórios decorativos, começando uma nova identificação social, evoluindo ao longo das eras, novas tecnologias e uma necessidade de consumo.

A produção atual de joias com metais nobres e gemas pode ser dividida em duas categorias: Produção Artesanal e Produção Industrial. De acordo com Carvalho *et al.* (2012), a produção artesanal cria peças com baixas unidades ou únicas e elaboradas somente pelo ourives, com pouca utilização de maquinário, tendo assim um custo elevado. O processo de fabricação industrial utiliza máquinas para auxiliar o ourives, facilitando a produção em escala, reduzindo o custo, diminuindo a perda de material e produzindo peças padronizadas. Com o avanço da industrialização na joalheria, novos ramos de trabalho são implantados, e futuramente a possibilidade do processo de prototipagem rápida (Batista, 2013).

Segundo Monteiro (2015) a joalheria foi um dos primeiros segmentos a implantar modelos virtuais e impressão tridimensional em sua produção, auxiliando na etapa de fundição por cera perdida que era um processo realizado manualmente por um artesão.

O presente trabalho busca mostrar através de pesquisa bibliográfica a importância da prototipagem rápida na joalheria auxiliando a manufatura atual reduzindo o tempo de produção de uma peça, assim como o seu custo total e perda de materiais no processo, visando o desenvolvimento de peças com a utilização de materiais alternativos. Para a produção das peças, primeiramente foram estudados os métodos e características da joalheria artesanal e industrial, os processos produtivos, as tecnologias e os materiais mais utilizados na produção de joias. O conjunto de peças apresentado neste trabalho foi desenvolvido tendo inspiração nas joias da Secret Wood e bijuterias feitas de lápis de cor e resina.

Com o avanço da tecnologia muitas empresas investem em sua produção, a Prototipagem Rápida aplicada na produção de protótipos ou na confecção do produto final cria objetos com geometrias mais complexas e mais detalhes em suas dimensões, beneficiando a Técnica da Fundição por Cera Perdida (NISHIMURA, RODRIGUES, 2014).

2 Utilização de materiais alternativos na produção de Joias

Conforme o mercado da joalheria vem crescendo e os materiais nobres vão ficando mais raros e mais caros, o ramo joalheiro vêm apresentando inovações, com a utilização de materiais alternativos, rompendo a ideia do clássico e caro.

Carlota (2015) cita que além dos metais nobres e convencionais como ouro, prata, platina e paládio, uma nova tendência é utilizar em conjunto com as ligas metálicas materiais

mais baratos como madeira, vidro e polímeros na produção de uma joia. Kátia Faggiani (2015) aponta que com a preocupação ambiental as empresas buscam inserir novas tendências não convencionais assim reduzindo a utilização dos metais preciosos, tornando a joia valorizada não somente pelo metal utilizado.

Ceratti (2013) afirma que a joalheria contemporânea abre espaço para uma criação mais livre, sem preconceitos com produtos inovadores, onde cada designer tem o seu método de inspiração e confecção, mesmo ainda estando ligada a joalheria tradicional de luxo. Com essa metodologia houve muita confusão sobre o conceito de joia, bijuteria, semi joia entre outros, criando assim o que Ceratti (2013) denominou “Quadro 5” para distinguir cada categoria, classificados como:

- Adorno, ”Objeto com finalidade de ornamentação ao corpo, materiais de baixo custo como conchas, ossos, pedras e penas”;
- Joias, “Peças confeccionadas com materiais com determinada raridade como gemas preciosas e metais nobres”;
- Joia contemporânea, “Joias confeccionadas com adição de materiais não convencionais como: madeira, vidro, polímeros, couro, etc.
- Bijuteria, Joia Fantasia, Joia Folheada, “Peças de pouco valor intrínseco como: latão, zamac, entre outros, e banhadas a ouro, prata e ródio.”
- Bio-Joia, “Produzidas com materiais orgânicos como: folhas, sementes, frutos, animais, couro, chifre, entre outros, empregando ou não metais nobres.

2.1 Resinas

As resinas na joalheria são utilizadas para produção de formas inusitadas que as gemas dificilmente alcançariam e de forma barata, sem perder a ideia de brilho e cores exuberantes.

Castro (2003) define o termo plástico como bastante utilizado para designar materiais que podem ser moldados ao menos uma vez, restringindo a macromoléculas de origem sintética excluindo materiais moldáveis de origem mineral do tipo cerâmico ou cimento. A resina vem como componente base dos plásticos, sendo um material que é possível amolecer e torna-lo fluido podendo ainda ser moldado. A reação de polimerização necessita de iniciadores como luz, calor ou reagentes. Quando se inicia resulta em ligações cruzadas entre os componentes possuindo uma rigidez e boa resistência mecânica. Denomina-se de termofixa a resina que não pode ser remodelada após sua cura, diferente da termoplástica. A Figura 1 apresenta uma peça que combina madeira e resina termofixa colorida.

Figura 1 - Resina Poliester na joalheria
Fonte: designergh

2.2 Madeira

A madeira traz a joalheria uma beleza natural, podendo acrescentar uma ideia rústica às peças com tons mais escuros, ou uma ideia de calmaria com tons mais claros. Pode ser usada também para contrastar com os metais nobres e pedras preciosas.

Porfirio e Bizinelli (2016) afirmam que por ser um material proveniente de um ser vivo a madeira deve ser rigorosamente selecionada por suas características, mesmo não possuindo uma padronização em sua formação por fatores naturais como particularidades do solo onde a árvore cresceu, o clima da área em sua existência, impactando na coloração da madeira e em suas marcas e texturas.

Porfirio e Bizinelli (2016) afirmam ainda que atualmente a moda permite a liberdade de expressão, trazendo peças não tradicionais na joalheria, modelos de determinados grupos sociais ganhando destaque, com diversos designers destacando: Gustav Reyes, por exemplo, elabora suas peças com madeira curvada honrando a história da matéria prima e como ela é trabalhada há séculos; Inge Rens, holandesa que trabalha com um mix de madeira e metais, apresentando peças em formatos geométricos e minimalistas; Iker Ortiz, é da quarta geração de uma família de ourives mexicanos. Ele cria peças contemporâneas que “primam pela experimentação”, trabalhando com madeira e prata; Eleni Dagaki é grega e trabalha com formas artesanais em madeira, inspirada na arquitetura e geometrismo. A Figura 2 apresenta algumas peças confeccionadas com madeira e prata.

Figura 2 – Peças com madeira e prata.
Fonte: Porfirio e Bizinelli (2016)

3 Desenvolvimento do trabalho

Este trabalho apresenta o processo de fabricação de uma joia com a utilização de materiais alternativos. A ideia foi criar um conjunto de pingentes utilizando lápis de cor, resina e prata. A partir de um modelo virtual, renderizações e a confecção do protótipo através de prototipagem rápida, foram produzidos cinco pingentes no processo descrito a seguir.

3.1 Modelagem

O trabalho de Batista (2013) apresenta *softwares* para o desenvolvimento dos protótipos, sendo os mais utilizados o Rhinoceros, Jewel CAD, Flamingo 3D e 3DS MAX, estes são usados para a criação de modelos virtuais para mostrar o produto, facilitando a comunicação entre os profissionais que irão fazer a produção e o cliente final.

A modelagem do protótipo foi realizada com auxílio do *software* Rhinoceros 5.0 . O desenho do protótipo foi construído com base em um croqui e posteriormente renderizado no *software KeyShot*. A Figura 3 apresenta as vistas do projeto: superior, frontal, lateral direita e perspectiva, no modo de visualização *wireframe* para mostrar com detalhes todas as formas do projeto. A Figura 4 mostra o render das peças que serão produzidas, para a verificação da harmonia das cores e materiais utilizados. O modelo foi salvo na extensão STL (*stereolithography*) para reconhecimento nas impressoras 3D. Na Figura 5 pode ser observada a impressão da peça.

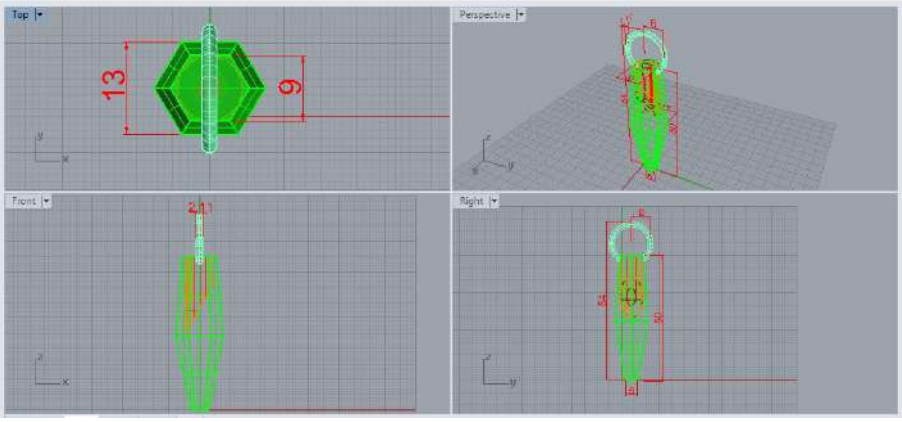


Figura 3 - Vistas da Modelagem Virtual
Fonte: Os autores.

Figura 4 - Render do Modelo Virtual.
Fonte: Os autores.

Figura 5 - Modelo em processo de impressão.
Fonte: Os autores

A confecção das peças seguiu as seguintes etapas: escolha das cores, confecção do molde em borracha para aplicação da resina, acabamento com lixas, perfuração para a argola de prata e polimento para dar brilho a peça.

O molde de borracha foi construído dentro de um cilindro de diâmetro 13mm e altura 50mm. O recipiente foi vedado na parte inferior para que a borracha líquida não escorresse, a fórmula adicionada ao cilindro é uma mistura de borracha e catalisador, que conforme especificado na embalagem deve ter de 3% a 5% de catalisador por volume em mililitros de borracha. O protótipo de PLA foi fixado à superfície para obter sua forma negativa.

3.2 Preparação do Lápis de cor

A coloração escolhida do lápis foi definida através de cores análogas e complementares com os corantes adquiridos. A preparação do lápis foi feita com o lixamento em posição angular obtendo uma face. A figura 7 apresenta a ponta do lápis lixada para mostrar o grafite no interior do lápis.

Figura 7 - Preparação do lápis de cor.
Fonte: Os autores

3.3 Preparação da Resina Cristal e aplicação no molde negativo

A resina foi preparada em um recipiente plástico, aplicando primeiro o corante definindo a cor idealizada, mexendo o líquido para tornar a substância homogênea, posteriormente aplicando a solução catalisadora sendo ela de 8% a 10% por mililitros de resina, derramando o material no molde em borracha e por último o ajuste do lápis de cor posicionando no local desejado para a secagem do produto. As Figuras 8 mostra o Catalisador MEK específico para resina cristal, o corante para definir a coloração da resina e um recipiente de medição com resina azul preparada para a aplicação. A Figura 9 mostra a resina e o lápis de cor aplicados no molde negativo em processo de secagem.

Figura 8 - Preparação da resina para aplicação.
Fonte: Autores

Figura 9 - Aplicação dos materiais e secagem.
Fonte: Autores

A peça passou por diversos processos de acabamento, começando sendo lixada face por face em duas sessões, uma para retirar todas as imperfeições das faces com uma lixa d'água para metais número 600, seguindo com a lixa d'água número 1200 para diminuir a rugosidade da peça para aplicação do polimento para dar brilho. Cortando a peça do lápis de cor com uma serra simples de madeira, aplicando novamente o processo de lixamento na base cortada da peça. A Figura 10 apresenta a peça após o processo de lixamento para polimento, onde as faces da peça ficam com uma coloração opaca. A Figura 11 apresenta duas peças cortadas com a serra para madeira, onde será aplicado o lixamento na base e polimento na peça.

Figura 10 - Lixamento da peça para polimento.
Fonte: Os autores

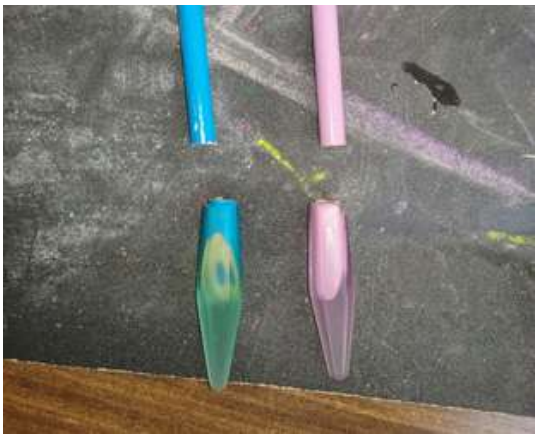


Figura 11 - Separação da peça do lápis de cor.
Fonte: Os autores.

Após o processo de lixamento da base foram feitos dois furos simétricos para a colocação da argola de prata. A Figura 12 apresenta o resultado final da produção de peças com madeira, resina e prata.

Figura 12 - Conjunto de peças.
Fonte: Os autores

4 Conclusão

A joia faz parte da história das civilizações, sendo usada pelas pessoas como forma de enfeitar o corpo, acompanhar as tendências da moda, presentear, mostrar personalidade, poder, religiosidade e muitos outros significados.

Os designers de joias precisam conhecer e trabalhar com modelagem 3D e prototipagem rápida. Além das vantagens que se abrem com o uso dessas tecnologias, como maior precisão, possibilidade de fazer mudanças e experimentações ainda durante o processo de criação e a agilidade no tempo de produção, o designer ganha uma ferramenta que lhe permite explorar novas alternativas formais e estéticas, e criar joias que não eram possíveis de serem confeccionadas manualmente.

Este trabalho apresentou as etapas necessárias para o desenvolvimento de joias contemporâneas, utilizando materiais convencionais e não convencionais no processo de fabricação. Trata-se de uma proposta que visa acompanhar o desenvolvimento tecnológico e atender a demanda do mercado joalheiro, que necessita da formação de profissionais habilitados para utilizar os recursos da modelagem 3D e da prototipagem rápida com o objetivo de reduzir o tempo de produção das peças e maximizar a utilização dos recursos disponíveis.

Referências

BATISTA, Claudia Regina. **Modelagem 3D Digital de Joias e o Processo de Prototipagem Rápida,** 2013.

CARLOTA, Jean Carlos. **Design de Joias: Aplicação de Materiais Alternativos no Mercado Joalheiro do Extremo Sul de Santa Catarina,** 2015.

CARVALHO, Laura de Souza Cota, OLIVEIRA, Leonardo Geraldo, PINTO, Marcelo Silva, JÚNIOR, Márcio Miguel Pinto. **Sistemas de Produção na Joalheira do Projeto À Entrega do Produto Final**, 2012.

CASTRO, Alessandro Justino. **Resina Poliéster: Caracterização e Estudo das Condições de Cura e Propriedades Mecânicas.** 2003.

CERATTI, Luciana Jacociunas. **Design de Joias Contemporâneas: Soluções Leves e Versáteis**, 2013.

FAGGIANI, Kátia. **Joalheria contemporânea feita de materiais não convencionais naturais brasileiros: a importância do designer na sua sobrevivência**. Disponível em: <http://www.portaldasjoias.com.br/Junho_04/Joias/Joias.htm>. Acesso em: 12 out. 2015.

GOLA, Eliana. **A joia História e Design**, 2008.

MONTEIRO, Marco Túlio Ferreira. **A Impressão 3D No Meio Produtivo e o Design: Um Estudo na Fabricação de Joias**, 2015.

NASHIMURA,Paula Lumi Goulart, RODRIGUES, Osmar Vicente. **A Prototipagem Rápida Aplicada À Joalheria**, 2014.

PORFIRIO, Renato, BIZINELLI, Ticiane Harasim. **O Design de Joias e a Reutilização de Madeiras: Novas Tecnologias Aplicadas ao Design de Joias Autorais e a Reutiliza**ção de Madeira Nobre Descartada, 2016.

SKODA, Sonia Maria de Oliveira Gonçalves. **Evolução da Arte da Joalheria e a Tendência da Joia Contemporânea Brasileira**, 2012.

TESTA, Diego Giordani. **Os Processos Produtivos no Design de Joias: Coleção Fundadores**, 2012.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ROBÔ CORTADOR DE GRAMA AUTÔNOMO PARA USO RESIDENCIAL

PINA FILHO, Armando Carlos de[1],
PINTO, Victor Hugo de Oliveira[2],
SILVA, Eliseu Ferreira da[3].

Resumo

O avanço da tecnologia é cada vez mais perceptível no cotidiano humano. Historicamente, é possível verificar que a automação de tarefas na indústria permitiu a substituição de uma força de trabalho humana pela máquina, que pode trabalhar por várias horas, demandando apenas sua manutenção periódica e aumentando significativamente o ritmo, a padronização e a qualidade da produção. Essa premissa da substituição do trabalho começa a se inserir no cotidiano do homem moderno a seu favor e serviço. A utilização de máquinas para realização de tarefas simples e periódicas permite ao usuário se dedicar a outras necessidades, de maior interesse ou mais urgentes, sem desistir e tendo o trabalho concluído. Nesse sentido e mesmo sendo dispensável, um robô para cortar a grama pode significar maior conforto e otimização das tarefas diárias de uma pessoa comum. Este trabalho apresenta o projeto de um robô cortador de grama autônomo através de estudos de seus principais sistemas e componentes, utilizando-se um programa de CAD para modelagem de sua estrutura.

Palavras-chave: automação urbana; cortador de grama; projeto mecatrônico.

Abstract

The advance of technology is increasingly perceptible in human daily life. Historically, it is possible to verify that task automation in the industry has enabled the replacement of a human workforce by the machine, which can work for hours, requiring only periodic maintenance and significantly increasing the pace, the standardization and the quality of the work production. This premise of the substitution of work begins to enter into the daily life of modern man in his favor and service. The use of machines for simple and periodic tasks allows the user to dedicate himself to other needs, of greater interest or more urgent, without giving up and having the work completed. In this sense and even being unnecessary, a robot to mow the grass can mean greater comfort and optimization of the daily tasks of an ordinary person. This work presents the design of an autonomous lawnmower robot through studies of its main systems and components, using a CAD software to model its structure.

Keywords: urban automation; lawnmower; mechatronics design.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro - POLI/UFRJ, armando@poli.ufrj.br
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro - POLI/UFRJ, victorhugo.op@poli.ufrj.br
[3] Universidade Federal do Rio de Janeiro - POLI/UFRJ, eliseufer@poli.ufrj.br

1 Introdução

A área de automação residencial tem crescido consideravelmente nos últimos anos. A utilização de robôs em tarefas domésticas cotidianas apresenta inúmeras vantagens. Um robô bem projetado pode realizar o mesmo processo que um ser humano de maneira mais eficiente, rápida e segura. Desta forma é possível isentar-se de trabalhos manuais, mecânicos e repetitivos, poupando tempo**,** esforço e**,** em última análise**,** aumentando a qualidade de vida do usuário.

Este trabalho busca socializar o projeto de robô cortador de grama autônomo a partir do estudo e da análise de seus sistemas de locomoção, corte e sensores. O estudo prioriza a eficiência e o desenvolvimento de tecnologia nacional, de forma a otimizar os custos de produção de um robô real, considerando-se que a maioria dos exemplares existentes no mercado é importada, apresentando valores incompatíveis com a realidade média brasileira e, consequentemente, voltado para um público restrito.

Basicamente, o sistema de locomoção do robô conta com 4 rodas, para melhor estabilidade e contato com o solo. O sistema de corte utiliza lâminas de aço e um mecanismo de regulagem da altura de corte. Sensores de cor, de proximidade, acelerômetro e giroscópio auxiliam o funcionamento do robô, para realização da tarefa de corte, por meio de uma trajetória em ziguezague quadrado. Todos os componentes do robô são montados em uma estrutura personalizada, com dimensões aproximadas de 40x30x15 cm, pesando cerca de 5 kg. Maiores detalhes serão apresentados nas seções subsequentes, ao longo do trabalho.

2 Sistema de locomoção

2.1 Tipos e disposição das rodas

Pensando em eficiência e economia, a configuração escolhida foi de duas rodas tracionadas na parte traseira e dois rodízios na parte dianteira (Figura 1). Essa disposição demanda apenas dois motores ligados diretamente nas rodas. Se houvesse mais motores, como no caso de uma configuração 4x4, ter-se-ia um acréscimo de peso, custo e consumo mais elevado da bateria. Os rodízios devem acompanhar o movimento das rodas traseiras, o que justifica a escolha da posição na parte frontal do robô, configurando uma melhor distribuição do peso.

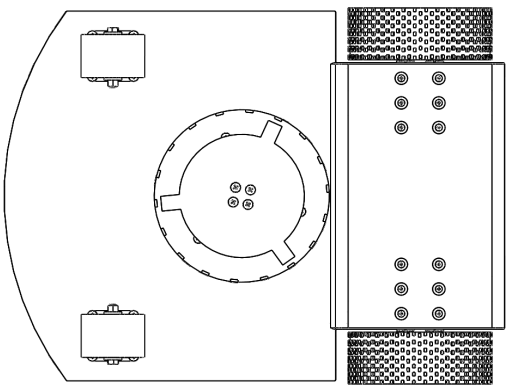


Figura 1 - Disposição das rodas (vista inferior do robô)
Fonte: Elaborado pelos autores

A escolha adequada do tipo de roda influencia diretamente na eficácia de locomoção do robô. A escolha inadequada pode resultar em esforços desnecessários e potencial diminuição da autonomia da bateria. Neste projeto optou-se pela utilização de rodas do tipo *off-road* (Figura 2a) para as traseiras, que serão tracionadas, por apresentarem uma estrutura com "sulcos", o que permite melhor desempenho em solos mais fofos, como a grama, onde rodas lisas tenderiam a deslizar. Este tipo de roda penetra o solo e o deforma, aumentando o contato e melhorando a tração. Na parte dianteira optou-se por rodízios (Figura 2b), de forma a permitir a entrada da grama na parte inferior do robô, onde será realizado o corte, auxiliando ainda em sua estabilidade (LUNA e PINA FILHO, 2012).

(a) roda tipo *off-road* (b) rodízio

Figura 2 - Tipos de rodas
Fonte: Elaborado pelos autores

2.2 Escolha dos motores

Uma vez definido o melhor tipo de roda, é necessário dimensionar o motor que será utilizado para a locomoção. Com o auxílio do Quadro 1, que descrimina a massa estimada dos componentes do robô, tem-se um valor aproximado para a massa total que será utilizada como base de cálculo, igual a 4,86 kg.

Quadro 1 - Pesos estimados dos componentes

Componentes	Massa(g)
Rodas	900
Motores	710
Chassis e carcaça	2760
Bateria	370
Sensores e demais componentes eletrônicos	120

Fonte: Elaborado pelos autores

Observando a Figura 3, é possível visualizar com maior clareza as forças que atuam sobre a roda. Vale salientar que, para efeito de cálculo, será considerado que o robô tem sua massa igualmente distribuída em toda sua extensão, portanto, dada a simetria, cada roda estará carregada com o equivalente à 1/4 do peso total do robô, o que é uma hipótese aceitável, já que um bom balanço de massas contribui para um bom equilíbrio e deve ser um dos objetivos durante sua concepção. Como o somatório de forças no eixo y é iguâl a zero, tem-se que $P = N$. Considerando $P = mg$ e $f_{at} = N\mu$ onde μ é o coeficiente de atrito médio entre a grama e o pneu, que com base em outros estudos sobre o assunto, tem valor aproximado de 0,8 (CENEK *et al.*, 2005). Através dessas relações chega-se ao valor da força de atrito entre o

solo e a roda. Com τ = $f_{at} \frac{\emptyset_{roda}}{2}$, calcula-se o torque necessário do motor de locomoção como sendo τ = 13,8 kgf.cm.

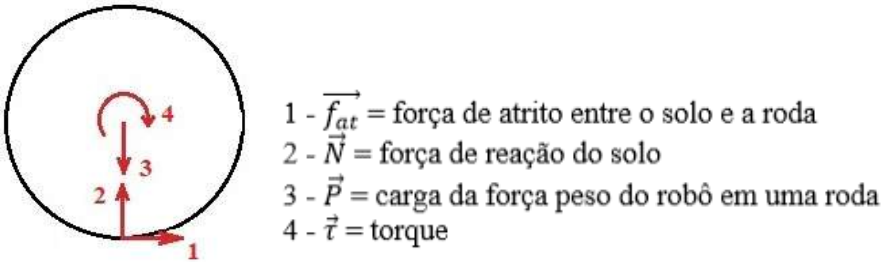


Figura 3 - Diagrama de corpo livre simplificado de uma roda
Fonte: Elaborado pelos autores

O motor escolhido foi o Pololu 37Dx57L mm, que apresenta 18 kgf.cm e 80 rpm[4]. Essa rotação permite que o robô tenha uma velocidade de aproximadamente 48 cm/s, mesma faixa dos encontrados no mercado. O motor é acoplado à roda através de um hub e ao chassi através de um suporte (Figura 4).

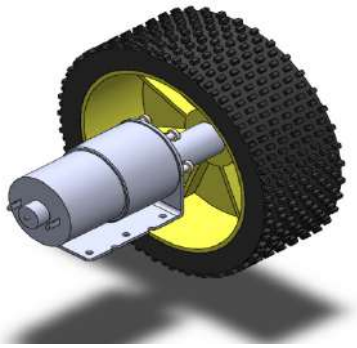


Figura 4 - Montagem do motor acoplado à roda
Fonte: Elaborado pelos autores

2.3 Trajetória do robô

Existem diversas rotinas de trabalho em relação à trajetória realizada pelo robô: como em ziguezague, espiralar e aleatória. Contudo, segundo diversos estudos, aquela que se mostra mais eficiente é a trajetória em ziguezague quadrado (Figura 5), que se assemelha ao formato de uma onda quadrada. Do ponto de vista matemático, é a que resulta na menor distância percorrida para cobrir uma determinada área e, do ponto de vista biológico, é a mais benéfica, pois ao percorrer cada coluna em trajetória quadrada o robô cortará o gramado em sentidos opostos, o que reduz a compactação do solo, aumentando sua oxigenação e melhorando a qualidade do gramado (PROENÇA e PINA FILHO, 2012).

[4] POLOLU Corporation. Disponível em: https://www.pololu.com. Acesso em: maio de 2018.

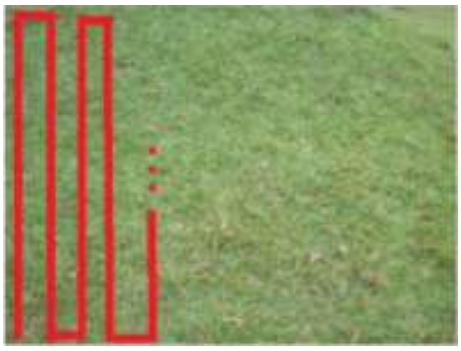


Figura 5 - Trajetória em ziguezague quadrado
Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Proença e Pina Filho (2012)

3 Sistema de corte

3.1 Tipos de grama e altura de corte

Existem diferentes espécies de grama, com características diversas de forma, sendo algumas melhores que outras para determinada aplicação (GURGEL, 2003). Dado o foco desse estudo, serão consideradas apenas espécies cujo emprego seja residencial.

No Quadro 2 são apresentados os quatro principais tipos de grama de interesse, e pode-se inferir que para que o robô possa atender às necessidades do maior número de usuários possível, ele deve ser capaz de cortar grama entre 2,0 e 5,0 cm de altura.

Quadro 2 - Principais espécies de grama e altura relacionada

Tipo de Grama	Nome Científico	Altura de Corte (cm)
Esmeralda	Zoysia japônica	2,5 – 5,0
São Carlos	Axonopus compressus	3,0 – 4,0
Santo Agostinho	Stenotaphrum secundatum	2,5 – 6,0
Coreana	Zoysia Tenuifolia	2,0 – 4,0

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Gurgel (2003)

3.2 Aparato de corte

Lâminas e fios de nylon são os elementos mais utilizados no corte da grama. Lâminas demandam uma rotação menos elevada do motor por possuírem fio, forma e resistência adequadas para realização da tarefa. Normalmente são feitas de aço carbono e apresentam boa durabilidade, sendo largamente utilizadas no corte de médias e grandes áreas de gramado.

Fios de nylon são resistentes à tração e não à flexão. Portanto, para que o golpe na grama resulte em seu corte, é necessária uma rotação muito mais elevada do motor. Além disso, possui menor durabilidade por se desgastar mais facilmente que o aço. Por outro lado, sua flexibilidade permite o corte próximo a pedras, raízes de árvore, muros, calçadas e afins, sem muita preocupação com sua ruptura. Logo, são utilizados para pequenas áreas e acabamento.

Como o robô deve cobrir a maior área possível, respeitando a autonomia de sua bateria, e é capaz de desviar de obstáculos, não tendo contato com situações críticas que resultariam na ruptura, empeno ou desgaste e perda prematuros de seu fio, o elemento mais adequado é uma lâmina.

Com o elemento de corte definido, pode-se então definir o motor. Cortadores de grama convencionais operam na faixa de 2000 a 4000 rotações por minuto. O motor escolhido para o corte foi o Pololu 25Dx48L mm, que entrega 2250 rpm[5].

3.3 Estrutura e funcionamento do sistema

A estrutura do sistema é composta de 9 partes: um motor de passo, um motor de corte e seu suporte, dois acopladores, uma barra rosqueada, um mancal, um disco e lâminas rotativas. A Figura 6 representa o mecanismo proposto para regulagem de altura e corte da grama.

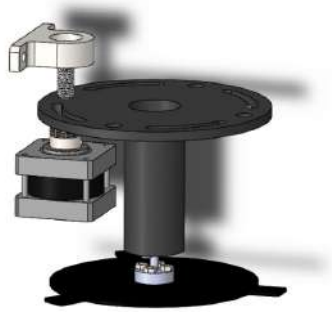


Figura 6 - Mecanismo de regulagem da altura e corte da grama
Fonte: Elaborado pelos autores

O motor de passo transmite sua rotação para a barra rosqueada através do acoplador, estando apoiado pelo mancal, para garantir a fixação do eixo. A barra rosqueada está associada ao suporte do motor de corte, de forma a transformar sua rotação em torno do eixo vertical em variação da posição do suporte, no mesmo eixo, e consequentemente da altura de corte. Essa variação está atrelada ao valor do passo da barra rosqueada, como descrito pela relação $D = -p\frac{\theta}{2\pi}$, onde *D* representa a variação da posição, *p* representa o passo da barra rosqueada, e θ representa o ângulo que o motor de passo rotacionou. O sinal negativo da equação se deve ao fato de que quando a barra roda no sentido positivo de seu eixo, o suporte vai para baixo, logo tem-se uma variação negativa de sua altura e vice-versa. Por fim, as lâminas estão aparafusadas no disco, que por sua vez está associado ao motor de corte através do acoplador, permitindo a transmissão do seu movimento.

O motor de passo escolhido foi o modelo NEMA 17, por apresentar torque suficiente para a movimentação e fixação da estrutura, precisão do posicionamento e ao mesmo tempo apresentar uma estrutura compacta e compatível com as dimensões do robô. O controle será feito através de um driver que, no caso deste motor, para desempenho “ótimo”, deve ser o driver DM322E[6].

4 Sensores

4.1 Sensor de cor

Este sensor será utilizado para informar ao robô se ele está sobre a grama ou não, pois é possível que ele, ao seguir em linha reta, encontre uma passagem, uma garagem ou algo

[5] POLOLU Corporation. Disponível em: https://www.pololu.com. Acesso em: maio de 2018.
[6] ROBOCORE Tecnologia Ltda. Disponível em: https://www.robocore.net. Acesso em: maio de 2018.

parecido que esteja no mesmo nível do gramado. Nesta situação, ele deve corrigir sua rota de forma a não invadir o outro espaço e continuar realizando seu trabalho.

O sensor de cor trabalha com um LED RGB (*Red, Green, Blue*) que emite as cores vermelha, verde e azul, uma a uma, e um fotosensor avalia o retorno (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2011). O sinal enviado pelo sensor da detecção ou não da cor verde deve ter como resultado a manutenção do movimento ou a alteração de sua rota.

4.2 Sensor de proximidade

Neste projeto optou-se pela utilização de dois desses sensores. Seu princípio de operação consiste na emissão de um sinal sonoro inaudível e na percepção do tempo que leva para o sinal retornar ao sensor. Com o valor da velocidade do som no ar, a partir da equação de movimento $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ (LUZ e ÁLVARES, 2006), obtém-se o valor de duas vezes a distância real (tempo de ida e de volta), logo a distância real é o valor de da fórmula dividido por 2.

O primeiro sensor será utilizado para a detecção de obstáculos na frente do robô, a fim de evitar uma colisão e manter sua integridade. Ao atingir um limite de distância crítico, mas ainda seguro, o sinal enviado deve resultar na execução da rotina de desvio do robô seguida do prosseguimento normal de sua atividade.

O segundo sensor será utilizado por uma questão de segurança na detecção de altura do robô em relação ao solo. Caso haja uma alteração nessa altura relativa, o sinal enviado deve resultar na parada do motor de corte. Essa medida pode evitar acidentes em situações como: uma pessoa que suspenda o robô em funcionamento poderia se cortar, ou um cachorro pode tombá-lo, expor a lâmina e inocentemente se machucar.

4.3 Acelerômetro e giroscópio

O acelerômetro tem como função informar ao robô as acelerações sofridas nas três direções dos eixos coordenados. Integrando a aceleração no tempo, pode-se obter uma equação para a velocidade e, ao integrá-la, chega-se a uma equação para a posição. Com as equações de movimento, valores iniciais para $S_o = 0$ e $V_o = 0$, e os valores medidos das acelerações, podem-se realizar sucessivas iterações nas equações de movimento no decorre do tempo, de forma a obter a posição do robô a cada instante (PIERI, 2002).

O giroscópio informa como o robô está posicionado no espaço, ou seja, suas inclinações lateral e frontal e a direção em que se está se movimentando. Com a associação destes dois sensores, têm-se todas as informações necessárias para que o robô seja capaz de determinar sua posição e seu deslocamento.

4.4 Lógica de funcionamento

Primeiramente, o robô, através do sensor de proximidade, deve identificar se está no chão ou não. Caso não esteja, deve interromper o corte e seu deslocamento por motivos de segurança e economia de sua bateria; caso esteja, deve identificar se há algum obstáculo a sua frente e se está sobre a grama.

Através da leitura do outro sensor de proximidade, caso não haja nenhum obstáculo, deve prosseguir com sua rotina de deslocamento normal; caso haja, ele deve iniciar sua rotina de desvio e continuar a leitura até que não haja obstáculo e ele possa prosseguir normalmente.

Através da leitura do sensor de cor, o robô deve identificar se está sobre a grama ou não. Caso esteja, o motor de corte deve estar ligado e, caso não esteja, desligado. Após estas leituras, o robô deve se perguntar novamente se está no chão e realizar novas leituras de forma a estabelecer um ciclo e sempre ter a informação certa para saber o procedimento a adotar. Essa lógica de funcionamento é apresentada na Figura 7.

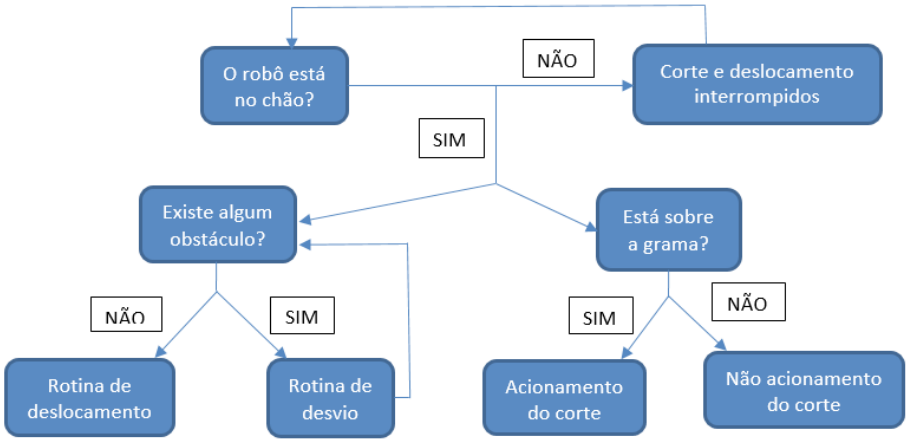


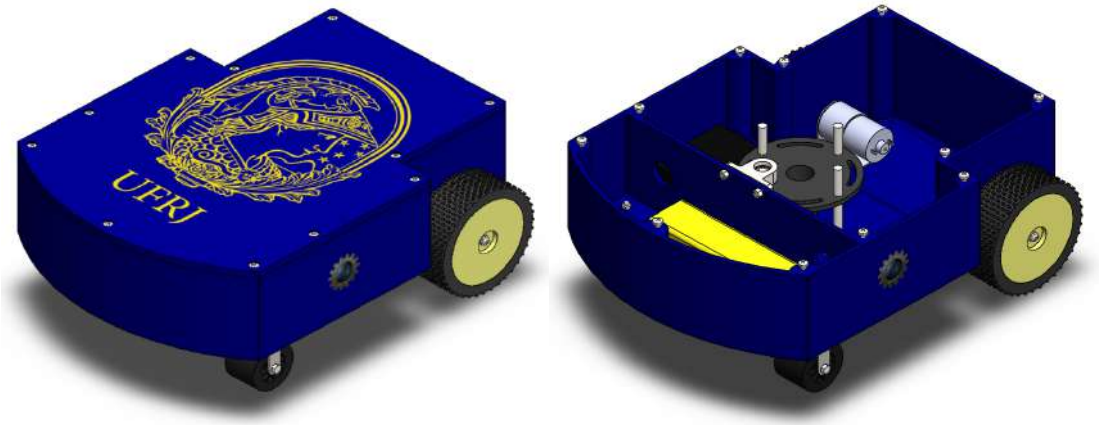
Figura 7 – Lógica de funcionamento do robô
Fonte: Elaborado pelos autores

5 Modelagem final e custo de fabricação

5.1 Estrutura do robô

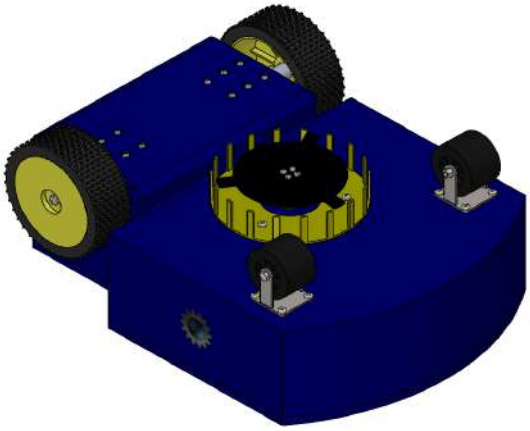
Para finalizar a estrutura do robô, foi realizada a modelagem do chassi, último componente necessário para dar forma e servir de suporte para todos os sistemas do robô, chegando-se ao seu formato final. A modelagem de todos os sistemas e seus componentes foi realizada através de um programa de CAD.

Na Figura 8 são representadas diversas vistas da modelagem final do robô. Em amarelo é representada a bateria e em preto, ao lado do mecanismo de regulagem da altura de corte, o drive do motor de passo. Esses elementos são comerciais e não foram modelados em detalhe. Foi adicionada também uma proteção para o sistema de lâminas.

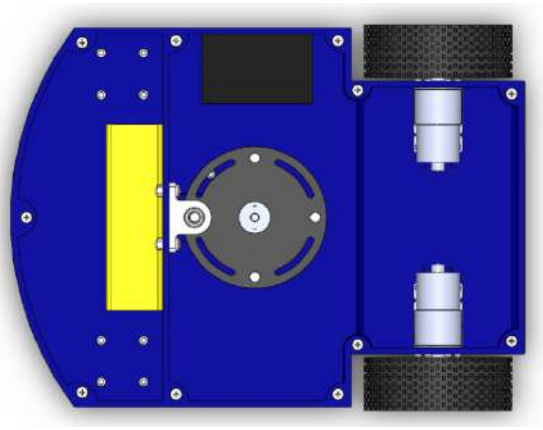


(a) vista em perspectiva (com tampa)

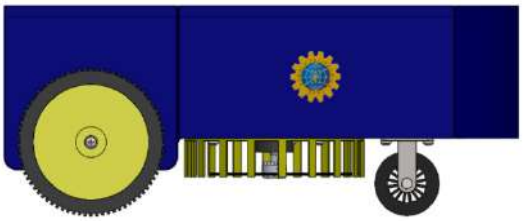
(b) vista em perspectiva (sem tampa)



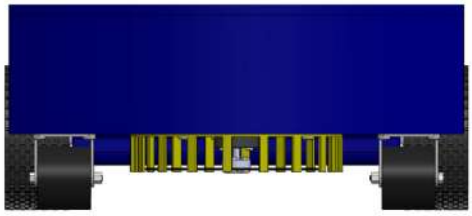
(c) vista em perspectiva (parte inferior)



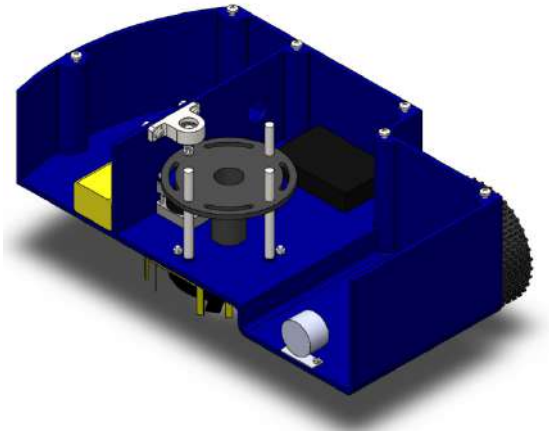
(d) vista superior (sem tampa)



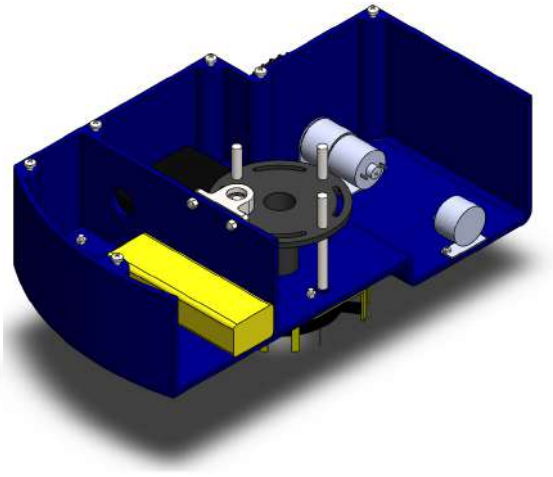
(e) vista lateral



(f) vista frontal



(g) vista em corte 1



(h) vista em corte 2

Figura 8 – Modelagem final do robô
Fonte: Elaborado pelos autores

5.2 Custo aproximado de fabricação

O Quadro 3 mostra um custo de fabricação de aproximadamente R$1.500,00, o que parece promissor, tendo em vista que o valor atual de mercado de um robô cortador de grama autônomo gira em torno de R$5.000,00.

Quadro 3 - Custo aproximado dos componentes

Componentes	Preço	Quantidade	Total
Motor de passo	R$ 99,00	1	R$ 99,00
Motor elétrico	R$ 83,00	1	R$ 83,00
Motor locomoção	R$ 100,00	2	R$ 200,00
Lâmina	R$ 26,00	3	R$ 78,00
Drive motor passo	R$ 199,00	1	R$ 199,00
Rodízio	R$ 11,00	2	R$ 22,00
Roda	R$ 74,00	2	R$ 148,00
Bateria	R$ 150,00	1	R$ 150,00
Sensores	R$ 214,00	-	R$ 214,00
Fabricação	R$ 300,00	-	R$ 300,00
		Total	R$ 1.493,00

Fonte: Elaborado pelos autores

No entanto, não se pode esquecer o valor da mão de obra empregada no processo, o que elevaria o custo de fabricação. Por outro lado, o fato de que o produto seria fabricado em larga escala, com custo por peça menor que o encontrado no mercado para venda unitária, reduziria o custo de fabricação. Logo, considerando que um fator aumentaria o valor e outro diminuiria, tem-se em média uma boa aproximação.

6 Conclusão

Neste trabalho foi realizado o estudo e detalhamento dos sistemas necessários para o funcionamento de um robô cortador de grama. O foco foi o desenvolvimento de um produto eficiente e competitivo dentro de seu mercado.

Para locomoção optou-se pela utilização de um sistema 4x2, onde as rodas traseiras seriam do tipo *off-road* e tracionadas, e as dianteiras seriam rodízios. Em seguida, realizou-se o dimensionamento e especificação do motor necessário para seu deslocamento. Por último, definiu-se o tipo de trajetória adequada a ser realizada pelo robô para cobrir a maior área cortada com deslocamento mínimo.

Para o sistema de corte, primeiramente identificou-se as espécies de grama mais comumente utilizadas em áreas residenciais, para definir a altura de grama que o robô deveria cortar. Em seguida, a partir da escolha de uma lâmina para o corte, encontrou-se um exemplar de motor disponível no mercado que atendesse as especificações de velocidade de rotação necessárias. Por último, detalhou-se a estrutura e funcionamento do sistema de ajuste da altura e corte da grama.

Foram definidos então os sensores necessários para que o robô atuasse de forma autônoma, explicitando-se a lógica de funcionamento, ou seja, a maneira como a partir dos dados o robô tomaria suas decisões.

Realizou-se a modelagem e montagem dos elementos mecânicos do robô por meio de um *software* de CAD, chegando-se a seu formato final. Para concluir, foi feito um estudo da viabilidade de fabricação do robô. Encontrou-se um valor aproximado de fabricação muito atrativo, quando comparado ao preço praticado pelo mercado, alcançando os objetivos do projeto.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal do Rio de Janeiro, por meio de seu Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-UFRJ), e também da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Referências

CENEK, Peter D., JAMIESON, Neil J., MCLARIN, Maurice W. **Frictional Characteristics of Roadside Grass Types**. Opus International Consultants, Central Laboratories, Gracefield, New Zeland, 2005.

GURGEL, Roberto Guerra Amaral. **Principais Espécies e Variedades de Grama**. In: Simpósio Sobre Gramados (SIGRA), 2003.

LUNA, André Luiz Carvalho, PINA FILHO, Armando Carlos de. **Cinemática e Dinâmica de um Robô Móvel para Corte de Grama**. In: VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica (CONEM), São Luís, Maranhão, 2012.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Curso de Física (Volume 1)**. 1a ed., São Paulo: Editora Scipione, 2006.

PIERI, Edson Roberto de. **Curso de Robótica Móvel (Apostila)**. Florianópolis, 2002.

PROENÇA, Rafael Rocha da Silva, PINA FILHO, Armando Carlos de. **Estudo das Trajetórias de Movimentação de um Robô Cortador de Grama**. In: VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica (CONEM), São Luís, Maranhão, 2012.

THOMAZINI, Daniel, ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. 8a ed., Fortaleza: Editora Erica, 2011.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS COMPLEMENTARES UTILIZANDO MODELAGEM PARAMÉTRICA: ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL

FONSECA, Maiara B.[1],
PRUDENTE, Daniel N.[2],
SOUSA, Pablo G.[3].

Resumo

Esse artigo resulta de pesquisa que objetivou compreender como graduandos em Engenharia Civil do campus Aracaju, Instituto Federal de Sergipe – IFS – refletiam o projeto como antecipação de um objeto a edificar: que conhecimentos mobilizariam ao lidar com a instância virtual, impalpável, que antecipa outra. O estudante conseguiria vislumbrar que projetos complementares, de diferentes disciplinas, integram um todo e, portanto, deveriam ser compatíveis? O formato de organização curricular vigente, ao preconizar o ensino de disciplinas segregadas por ramos de conhecimento, muitas vezes dificulta a percepção de que diferentes conteúdos devem ser simultaneamente equacionados nos projetos. Para investigar esse fenômeno, capacitamos graduandos – dos dois últimos períodos do bacharelado – para desenvolver projetos complementares via modelagem paramétrica, Building Information Modeling – BIM –, sob a coordenação do pesquisador, do que aferimos a capacidade deles em proceder com a compatibilização. O estudo comprovou nossa hipótese acerca da dificuldade dos estudantes em compreender como projetos de diferentes disciplinas se correlacionam bem como a possibilidade de serem equacionados simultaneamente. Tais constatações foram expostas ao Núcleo Docente Estruturante do curso, propondo a remodelação da estrutura curricular via inserção de metodologias de projeto e gerenciamento capazes de integrar práticas pedagógicas em disciplinas com interfaces correlatas.

Palavras-chave: ensino; *Building Information Modeling*; projetos complementares.

Abstract

This paper aimed to understand how Civil Engineering students, from the Campus Aracaju of the Instituto Federal de Sergipe – IFS –, reflect on the project as an anticipation of an upcoming object: which knowledge they mobilize as they handle a virtual, elusive, instance, in order to foresee the building. Do they understand that complementary projects, from different scopes, must

[1] Instituto Federal de Sergipe, mai.bf@hotmail.com.
[2] Instituto Federal de Sergipe, dnprudente.eng@gmail.com.
[3] Instituto Federal de Sergipe, pablugs@gmail.com.

be integrated and ought to be compatible? Graduation curriculum set apart subject areas by fields of knowledge, this situation might hinder the perception that such fields of knowledge must be simultaneously pondered on the project development. To investigate this, we trained students – of two the last semesters of that Civil Engineering program – to develop complementary projects using Building Information Modeling methods – under the coordination of the professor researcher – to measure their ability in proceed with management and compatibility of project design. The study has confirmed our hypothesis about their difficulties to comprehend that different projects are correlated and might be simultaneously pondered. This situation has been exposed to the program teaching crew, proposing a full remodeling of the curriculum, in order to introduce project development methods capable of integrate pedagogic practices in complementary courses.

Keywords: teaching; Building Information Modeling; complementary projects.

1 Introdução

A adoção de um currículo universitário no qual disciplinas são separadas conforme eixos específicos de conhecimento – embora seja o modelo adotado pela maioria dos cursos de graduação no país – possui fragilidades inerentes à forma como os estudantes devem, muitas vezes por conta própria, interligar os conhecimentos que lhes são ministrados em várias disciplinas. No ensino da Engenharia Civil, essa organização curricular sectária muitas vezes dificulta aos estudantes perceber que os conhecimentos adquiridos nas diferentes disciplinas devem ser simultaneamente equacionados quando da sua atuação profissional.

Como se sabe, essa segregação acadêmica do conhecimento finda por antecipar outra que será percebida na prática profissional: na busca frequente pela especialização, cada projetista termina por produzir o projeto de uma disciplina específica, relegando a terceiros a compatibilização de diferentes complementares. O que finda por ocorrer é que, não raro, muitos profissionais, assim como os estudantes, são incapazes de entender que cada projeto complementar agrega um funcionamento próprio à edificação. Se a analogia fosse possível, poderíamos comparar a edificação a um organismo em que cada projeto colaborou com um órgão, ou, às vezes, como sistemas inteiros, e que, quando um desses não vai bem, é o indivíduo – a edificação em nossa analogia – quem padece.

Portanto, buscamos compreender como tal segregação do conhecimento se manifestava no momento de projetar, investigando modos de contornar essa barreira na prática pedagógica, estudando procedimentos de compatibilização, incorporando modelagem paramétrica, em BIM, na prática acadêmica.

Partindo dessas considerações, o problema foi: ampliar a capacidade técnica dos discentes e implementar uma metodologia que lhes permitisse uma visão holística, em que os projetos complementares, de diferentes disciplinas, fossem compreendidos como parte de um todo e que, portanto, deveriam ser compatíveis.

Enfrentando a situação acima, a pesquisa teve por objetivo propor uma revisão no Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil do campus Aracaju do IFS, contornando a segregação de conhecimentos típica do atual modelo curricular, propondo práticas que permitissem aos estudantes Integrar conhecimentos complementares no projeto e planejamento da edificação recorrendo, para tal, à inserção de metodologia de projeto em BIM.

2 Referencial teórico

Projetar é uma sequência de raciocínios na qual as inspirações do profissional são rigorosamente analisadas. Um processo que implica avaliações, escolhas e renúncias: o projetista deve ponderar sobre os méritos e fragilidades dos argumentos de cada solução em potencial e simular adversidades num debate intelectual em sua própria mente (COLLINS, 1971). Portanto, é uma atitude de antecipação que visa delimitar uma série de escolhas que, seguidas sistematicamente, devem culminar na resolução eficaz de uma necessidade. Uma atividade singular em resposta a uma demanda subjetiva, seja resultado de ação individual ou de uma equipe (BOUTINET, 2002, p. 164).

Especificamente, no campo da Construção Civil, projetar tem por compromisso possibilitar a edificação de objetos habitáveis específicos. Logo, deve antecipar as características

formais da edificação e viabilizar um amplo leque de informações de planejamento em que o conhecimento mobilizado para conceber as organizações espaciais implica na necessidade de registro (TSCHUMI 1980, in: NESBITT, 2006, p. 174).

Vasta bibliografia acerca da cultura profissional na construção civil (COLLYER, 2004; DURAND, 2003; MONTENEGRO, 2001; MOON, 2005; UNWIN, 2013a, 2013b, entre tantos outros) destaca ser uma competência essencial aos projetistas dominar tecnologias e meios de projeto. Ora, se é na graduação que se espera que os futuros profissionais adquiram aquela qualificação tecnológica que atenda os anseios do mercado de trabalho, as disciplinas dos cursos deveriam estar adaptadas para o que o conhecimento do projeto e planejamento estivessem integradas. Essa, contudo, não é a realidade em grande parte das instituições brasileiras de ensino superior. Portanto, a implementação do BIM como metodologia de projeto no ensino constitui verdadeira mudança de paradigma (OXMAN, 2008). Por sua vez, a necessidade de renovar o formato pedagógico dos cursos de uma Instituição, via inserção do BIM como inovação tecnológica, impacta diretamente no ensino, pesquisa e extensão, alinhando a produção de conhecimento de docentes e discentes, tendo, como consequência direta, a formação de um corpo técnico melhor habilitado a atender demandas prementes de mercado.

O setor produtivo da construção civil requer procedimentos que estejam sempre atrelados à produtividade, que maximizem o tempo depreendido nas atividades de projeto e execução em canteiro. Partindo dessa premissa, o BIM desponta como metodologia de projeto capaz de equacionar, simultaneamente, aspectos de planejamento, projeto e execução, sobremaneira por permitir a integração de informações de diversas disciplinas num único modelo virtual que pode ser, simultaneamente, acessado por projetistas de diferentes especializações. Isso permite produzir um repositório integrado apto a mitigar incompatibilidades entre diferentes projetos. Consequentemente, repercute no ganho de tempo e na redução de custos na construção decorrente de inconsistências ou omissões na etapa de planejamento (OLIVEIRA, 2017), além de permitir a inserção de vasta gama de dados construtivos já nos primeiros movimentos de projeto (JUSTI, 2010, p. 04).

Embora a intimidade entre a computação e projetação possa até se iniciar desde a concepção, como sugere Oxman (2008, p.99), a possibilidade de avançar etapas na obtenção do objeto projetado impõe também a antecipação de decisões sobre a forma, materiais, e conceitos daquilo que virá a ser a edificação.

O BIM permite gerenciar diferentes informações durante todos os processos de uma construção aliados à rápida visualização tridimensional (CARDOSO, et. al., 2013; VENANCIO, 2015). Nessa rotina de trabalho, algoritmos associam à geometria tridimensional comportamentos específicos que exploram as relações entre representação e informação de modo que cada passo no processo remodela e direciona o próximo (SOARES JUNIOR, 2014). E como os dados construtivos dos inúmeros projetos complementares são desenvolvidos sobre um mesmo modelo tridimensional, finda facilitando a compatibilização interdisciplinar (JUSTI, 2010, p.03).

Apesar da demanda por profissionais capacitados para utilizar BIM ser crescente (BARRISON, 2015), e sua disseminação e emprego estejam em franca ascensão, ainda há um vasto universo passível de estudo e investigação para essa metodologia (DELATORRE, 2014; OXMAN, 2008). Só aos poucos as instituições de ensino superior, sobretudo as públicas,

vêm oferecendo disciplinas em que as tarefas de projeto e planejamento em BIM estejam devidamente inseridas no bojo curricular (OLIVEIRA, 2017).

Ao cenário acima descrito outro problema se adiciona: muitas vezes o foco da compatibilização de projetos é relegado a um destaque inferior daquele que se espera como competência precípua do futuro profissional, o de entender e desenvolver projetos que integrem conhecimentos de diversas disciplinas, além ser capaz de gerenciar o conhecimento neles integrados, qualidades que são potencializadas quando se recorre à projetação e gerenciamento em BIM. Para Azevedo e Molina (2015) o BIM atende a essa demanda por permitir a integração de projetos, além de fornecer elementos necessários à visualização da construção, inclusive em etapas sucessivas, ou seja, a metodologia tem por mote a eficiência do processo construtivo.

Se do profissional graduado espera-se a habilidade de concatenar conhecimentos de diferentes disciplinas em torno de demandas por edificações específicas (TSCHUMI 1980, in: NESBITT, 2006, p. 174), logo, o BIM como metodologia de projeto aplicável no ensino em âmbito acadêmico, ao priorizar a integração de diferentes áreas de conhecimento, propicia a interdisciplinaridade ao correlacionar disciplinas e tecnologias.

3 Objetivos e métodos

Tomando por base a realidade exposta, utilizamos o Curso de Engenharia Civil do campus IFS Aracaju como objeto de estudo. Primeiramente, partimos de uma revisão bibliográfica que enfocou desde as peculiaridades do projeto da edificação, via BIM, passando pela capacitação de um grupo para desenvolver os projetos complementares, reunindo 03 (três) bolsistas de iniciação científica e 11 (onze) estudantes voluntários, selecionados através de uma análise curricular em que se levou em conta a conclusão de disciplinas específicas (como orçamento, instalações prediais elétricas e hidrossanitárias, fundações, estruturas entre outras), o que os posicionou nos dois últimos períodos da graduação.

Parte significativa de nossa pesquisa consistiu em capacitar os estudantes, ao longo de 05 meses, em encontros de duas horas semanais, para utilizar o Software BIM Autodesk Revit para executar projetos parametrizados e levantamentos de quantitativos de materiais. Posteriormente ao treinamento, procedemos com uma análise daquelas disciplinas da grade curricular que lidam com o projeto e o planejamento da edificação e que poderiam ser beneficiadas com a incorporação da metodologia de projeto em BIM, contribuindo também em ampliar a capacidade técnica dos discentes, fomentando ainda o atendimento do Decreto 9.377 de 31 de maio de 2018, que trata da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling no Brasil.

Por certo, a inserção de nova metodologia projetual constitui uma ruptura metodológica que repercute em eventuais dificuldades iniciais de implementação, mas tem como saldo positivo melhor capacitar os futuros graduados no que tange a uma visão interdisciplinar do conhecimento que é muito apreciada na prática profissional.

O Núcleo Docentes Estruturante e o Colegiado do Curso de Engenharia Civil do campus Aracaju, a serem consultados em reuniões, avaliaram a ideia não só como positiva, mas como necessária diante da premente mudança de metodologia de projetação atualmente demandada pelo mercado.

4 Resultados e Análise

Ainda durante o treinamento, algumas dificuldades foram percebidas, sendo uma das principais a de readaptar o modo como os estudantes imaginavam a representação e procediam com a projetação, cujo modus operandi estava em muito impregnado por procedimentos de trabalho próprios de métodos em CAD, acerca desse fato, os próprios estudantes declararam, em consulta, que: "o fato de usarmos apenas linhas no CAD acaba dando uma certa liberdade, pois podemos personalizá-las conforme preferirmos, necessitando apenas que deixemos claro o que pretendíamos, através de legendas e observações; logo, a maior dificuldade em mudar do CAD pro BIM foi, justamente, a necessidade de dominar cada parametrização, uma vez que, nesse método, que requer mais atenção, o uso incorreto de uma família ou ferramenta pode causar interpretação errada, prejudicando a interação entre os dados (...) por exemplo, em CAD, podemos fazer um projeto com paredes de materiais diferentes com a mesma representação, precisando apenas de uma legenda simples ou uma observação para identificação. Em BIM, é preciso definir qual parede será de qual material, pois essa informação será interpretada por outras ferramentas, com as de orçamento e quantitativo de material, e um erro dará início a uma sequência de vários outros."

Essa dificuldade relatada pelos estudantes, entendemos, pode estar vinculada também à maior abrangência de informações que o BIM requer desde a etapa de estudos preliminares, isso impôs a eles situações em que ou não dispunham das informações construtivas no início da tarefa, encarando como uma dificuldade definir que materiais ou elementos construtivos seriam necessários na etapa de execução. Isso repercutiu em casos em que os alunos tendiam a desenvolver tão somente uma modelagem tridimensional desvinculada dos dados construtivos necessários a etapas como orçamento e execução, o que consiste numa redução do BIM a mera modelagem tridimensional.

Outra situação detectada, tanto durante o treinamento quanto em conversas com os estudantes, foi a de que, como a estrutura do sistema curricular da Instituição – pelo menos no que diz respeito a projetos – é baseada e processada utilizando a plataforma CAD, eles afirmaram não encontrar situações que lhes forçassem a pensar como operacionalizar seus projetos de modo integrado e coeso, mais do que isso: para a maior parte do grupo, durante a projetação, não havia a necessidade de refletir acerca do processo construtivo, muito menos quanto ao controle da produção. Ou seja, os projetos específicos foram pensados pelos graduandos de forma tão isolada, que só posteriormente, sob grande esforço, é que eles conseguiam reunir o conjunto de informações complementares num objeto único. E ainda mais grave: para nós, tal realidade em muito se deveu ao modelo sectário da organização curricular vigente, que tende a resultar em soluções de projeto simplistas em que o objeto projetado pertence exclusivamente ao campo das ideias e tem pouco compromisso com aquele a vir a ser construído.

Ao passo que avançaram no domínio das ferramentas de projeto em BIM, os principais elogios dos estudantes recaíram sobre a facilidade com que a modelagem tridimensional permitia obter as projeções bidimensionais (plantas, cortes, fachadas, etc.), ou seja, a essência da parametrização, que os capacitaria a incrementar, entre outras características o planejamento e a orçamentação, ficaram a reboque do método de simplificação do processo de desenho.

Ainda quanto ao método de capacitação dos discentes, outra situação é digna de destaque: quando as aulas se deram de forma expositiva, ou no modelo “siga o mestre” em que os o grupo meramente repetia comandos expostos pelo professor coordenador, os graduandos permaneciam atentos à explanação, executando os comandos aprendidos em seguida. Essa prática perdurou nos primeiros três meses do treinamento e foi considerada como bastante satisfatória pelos alunos, mas, num segundo momento, foi substituída por uma metodologia em que eles deveriam solucionar problemas de projeto não mais “copiando” o professor, mas empregando os conhecimentos obtidos em disciplinas cursadas ao longo da graduação. Resultado: frustração generalizada; aprender uma nova metodologia de projetar mostrou-se insuficiente em garantir que os estudantes estivessem aptos a empregá-la.

Outra alegação dos discentes foi a de que seria incompreensível, ou improdutivo, desenvolver quaisquer projetos complementares enquanto o de estruturas não estivesse pronto e aprovado, ou seja, o senso comum do grupo foi o de que existe uma hierarquia entre os projetos, em que o Arquitetônico e o Estrutural encabeçam uma sequência na qual nada pode ser feito enquanto esses não vierem a término. O resultado de tal conduta foi ociosidade de parte da equipe, atraso e, consequentemente, problemas com o gerenciamento do tempo, em grande parte decorrente da dependência arraigada ao projeto estrutural, que impôs a todos os outros projetos ficar aguardando um posicionamento dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) e, logo, não fossem desenvolvidos simultaneamente.

Perceber o quão severamente engessado é o raciocínio dos alunos no momento de projetar nos inquietou: nas disciplinas da graduação, em ocasiões separadas, eles aprendem a dimensionar uma viga, noutra um pilar, depois uma laje, a rede hidráulica, dados e voz, elétrica, etc, mas os estudantes findam não tendo oportunidade de refletir acerca da interação disso tudo numa construção.

5 Conclusões

Metodologias de ensino que confiram aos estudantes uma compreensão global, interdisciplinar, dos conteúdos ministrados na academia findam por lhes permitir, também, uma maior autonomia em seu processo de aprendizagem. Nesse cenário, a metodologia de projeto e planejamento da Construção Civil via Modelagem Parametrizada reverte-se numa prática capaz de potencializar os fatores acima descritos.

As constatações expostas ao longo do item anterior mostram-nos a premência de se repensar o Projeto Pedagógico do curso analisado. Se, por um lado, o que se pretendia era analisar como o BIM poderia ser implementado como uma ferramenta a mais que capacitasse estudantes a proceder com a tarefa de projeto, a realização de tal treinamento revelou inquietantes idiossincrasias: seja a indisposição dos estudantes em entender como diferentes projetos se complementam, seja a frágil compreensão de que o que se projeta se pretende construir.

Certamente, nossas constatações podem ser relativizadas, ou mesmo taxadas de deterministas, ou ainda careçam de uma expansão da pesquisa e novas abordagens em grupos de estudo mais amplos antes de serem consideradas como válidas. Todavia, expostos nossos resultados, ainda que preliminares, ao corpo docente do curso, chegou-se a conclusão de que a confirmação de nossa hipótese poderia ser sintoma de uma realidade restritiva: a

de que os estudantes não compreendem, ou pelo menos não percebem, nem como projetos de diferentes disciplinas se correlacionam e nem que podem ser realizados simultaneamente na projetação de um edifício.

Tais constatações foram suficientes para ensejar uma reanálise e, quiçá, uma remodelação do Projeto Pedagógico do bacharelado, de modo que se identifiquem disciplinas aptas à inserção de metodologias de projeto e gerenciamento, recorrendo a práticas integradoras naquelas com interfaces assemelhadas, o que pode vir a ampliar a capacidade de compreensão dos graduados de como projetos específicos se complementam numa construção. Isso posto, parece-nos promissora a adoção do BIM como um método de projeto que auxilie aos graduandos compreender e implementar tal integração.

Assim, espera-se que a revisão da matriz curricular do curso permita a criação de oportunidades para práticas pedagógicas que contornem o caráter sectário hoje vigente, impulsionando a chegada de Engenheiros ao mercado de trabalho com uma maior compreensão de que diferentes aspectos de uma edificação podem ser simultaneamente equacionados, por complementares, assim como os conhecimentos das diferentes disciplinas que são ministradas numa graduação devem ser compatibilizadas na atuação. Ou seja, o que esperamos como resultado prático de nossa pesquisa é permitir que futuros graduados estejam cada vez mais cientes de que uma abordagem interdisciplinar do conhecimento é uma aptidão necessária ao profissional.

Agradecimentos

Agradecemos às agências de fomento e instituições que financiaram esta pesquisa, entre elas a Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe – Fapitec/SE; ao Departamento de Arquitetura da UFRN, nosso parceiro, à Pró-reitoria de Pesquisa, Extensão e Pós-graduação e à Diretoria de Inovação e Empreendedorismo, ambos os últimos órgãos do IFS, e a todos os estudantes que, voluntariamente, aceitaram integrar a nosso grupo de pesquisa. A todos esses nosso muito obrigado.

Referências

AZEVEDO, Waldyr; AGUILAR-MOLINA, Mauricio Leonardo. **O ensino/aprendizado do BIM no curso de Engenharia Civil da UFJF.** In: VII ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO (TIC). Anais... Recife, 2015. Disponível em: < http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/o-ensinoaprendizado-do-bim-no-curso-de-engenharia-civil-da-ufjf-20563>. Acesso em: 23 nov. 2018.

BARISON, Maria Bernadete. **Introdução de modelagem da informação da construção (BIM) no currículo – uma contribuição para a formação do projetista.** 2015. 387 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

BOUTINET, Jean Pierre. **Antropologia do Projeto.** 5. ed. São Paulo: ARTMED, 2002.

CARDOSO, Andressa et al. **BIM: O que é? Projeto FEUP - O despertar das engenharias.** Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2012. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/bestof/12_13/files/REL_12MC08_01.PDF>. Acesso em: 23 nov. 2018.

COLLINS, Peter. **Architectural Judgement.** Toronto: University of Toronto, 1971.

COLLYER, G. Stanley. **Competing Globally in Architeural Competitions.** Chichester, West Sussex: Wiley-Academy, 2004.

DELATORRE, Vivian. **Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura: uma proposta de implementação.** 2014. 293 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014.

DURAND, Jean Pierre. **La Representation du Projet. Approche, pratique et critique.** La Villete: editions de la Villete, 2003.

JUSTI, Alexander. **Revit Architecture 2010**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2010.

MONTENEGRO. Gildo A. **Desenho Arquitetônico.** 4. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.

MOON, Karen. **Modeling Messages. The Architect and the Model.** New York: The Monacelli Press, 2005

OLIVEIRA, N. S. **Estudo da Implementação da Metodologia Bim no Curso de Engenharia de Infraestrutura da UFSC.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Infraestrutura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.

OXMAN, Rivka. **Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium.** In: Design Studies. Londres, n° 29, p.99-120, 2008.

SOARES JUNIOR, Et. Al. **Parametrização e Prototipagem Rápida.** Florianópolis: UFSC. Disponível em <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2013-1/parametrizacao+ prototipagem/parametrizacao+prototipagem.pdf.> Acesso em 01/04/2014.

TSCHUMI, Bernard. Arquitetura e limites II. 1981. In: NESBITT, Kate (Org.). UMA NOVA AGENDA PARA A ARQUITETURA: ANTOLOGIA TEÓRICA (1965-1995). São Paulo: Cosac Naify, 2006. p. 176-182.

UNWIN, Simon. **Vinte Edifícios que todos Arquiteto Deve Compreender.** São Paulo: Martins Fontes. 2013

UNWIN, Simon. **A Análise da Arquitetura.** São Paulo: Martins Fontes. 2013

VENÂNCIO, Maria João Lima. **Avaliação da Implementação de BIM –Building nformation Modeling em Portugal.** 2015. 374 p. Dissertação (Mestrado integrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto,2015.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

PROCESOS DE DISEÑO GENERATIVO ATRAVÉS DE REGISTROS CIMÁTICOS: ETAPA DE FORM FINDING EN EL DISEÑO DE HUERTA URBANAS BASADAS EN PRINCÍPIO DE ACUAPONIA.

DURÁN, Elvert[1],
CORREIA DE MELO, João Victor[2],
RIPPER, José Luiz[3]

Resumo

Este caso de estudio, aborda tópicos en relación a los nuevos desafíos en temas de sustentabilidad y diseño digital, haciendo énfasis en la optimización de recursos hídricos en futuros escenarios críticos, tales como escasez de agua y el auto cultivo de alimentos en espacios comunitarios. A través del proceso del diseño de BIO Huertas Urbanas ,ilustrara métodos de investigación aplicada a través del RTD, utilizando parámetros obtenidos de la observación de patrones geométricos sonoros (cimática), su posterior interpretación geométrica utilizando herramientas computacionales para el diseño (principalmente Rhinoceros & Grasshopper, a través de plugins Firefly, entre otros), para su posterior construcción en geometría esférica y de técnicas vernáculas en bambú y otros materiales de bajo impacto ambiental. Es importante remarcar que el objetivo transversal de este caso de estudio, considera la relación causal entre los conceptos geométricos relacionados con el movimiento del agua, medido a través de frecuencias Hertz, y su influencia en los potenciales usuarios, considerando el agua como el elemento vital en los organismos. Esta investigación se enmarca en el determinado caso de estudio desarrollado entre el Laboratorio de Atividades do amanhã y el Laboratorio de Investigação em Livre Desenho, Brasil.

Palavras-chave: Form finding, cimática, vernáculo digital, diseño paramétrico.

Abstract

This study addresses topics related to the new challenges in sustainability and digital design, emphasizing the optimization of water resources in future critical scenarios, such as water scarcity and the self-cultivation of food in community spaces. Through the design process of BIO Huertas Urbanas, it will illustrate applied RTD method, using parameters obtained from the observation of geometric sound patterns (cymatics), its subsequent geometric interpretation using computational design tools, for its later construction in spherical geometry and vernacular techniques with bamboo and others sustainable materials. From the registries of geometric harmonic movements, the measuring instruments, the methods of transference of geometric information in two dimensions to a spherical projection. It is important to note that the cross-sectional objective of this case study considers the causal relationship between the geometric concepts related to the movement of water, measured through hertz frequencies, and its influence on potential users, considering water as the vital element in living organisms.
This research is framed in the specific case study developed between the Laboratório de Atividades do Amanhã e Laboratorio de Investigação em Livre Desenho, Brazil.

Keywords: Form finding, Digital vernacular, parametric design.

[1] PUC-Rio – vivancoduran@gmail.com
[2] PUC-Rio – jvictor@puc-rio.br
[3] PUC-Rio

1 Introducción

Los procesos creativos de la concepción de formas y geometrías complejas, han sido durante el transcurso del tiempo un foco constante en procesos de Form Finding o búsqueda formal. Dominio de Herramientas, métodos y lenguaje específico son demandadas que varían rápidamente con los avances tecnológicos, y que inciden directamente en los resultados de la investigación y sus variables. Con el advenimiento de las tecnologías de visualización virtual, han surgido nuevos paradigmas en torno al rol facilitador que ofrecen los distintos soportes en la ideación, evolución y resultados durante los procesos creativos. Términos como free form finding o free form making, son cada vez más recurrentes en los procesos de diseño y optimización de superficies generativas, esto en comparación a los antiguos y tradicionales métodos análogos de representación, análisis y construcción de propuestas. Sin embargo, cabe preguntarse ¿es posible encontrar un balance entre estas formas libres en la búsqueda de combinaciones, las cuales nos permita proveer métodos de investigación más certeros, eficaces y por sobre todo con un grado de diferenciación en la antesala de una forma definitiva?

La actual investigación mostrará algunas prácticas del *form finding* inspirado en fenómenos cimáticos como referencia principal en la conceptualización de estaciones urbanas para el cultivo de alimentos basados en principios de acuaponia y su posterior construcción en bambú y otros materiales de bajo impacto ambiental. Específicamente se abordan las etapas de registro, análisis y digitalización de estimulación sonora, también conocida como cimática líquida, en volúmenes de agua contenidos en secciones cilíndricas de especies bambuseas. El resultado de dicho patrón geométrico sonoro (entre 15 y 160 hertz), tiene características que van desde la de configuración radial, asimétricas, continuas o aparentemente caóticas, considerando aquellas de configuración concéntricas dinámicas, para el objetivo final o de aplicación.

2 Técnicas convivenciales en la investigación de objetos y formas

A lo largo de los últimos 30 años investigadores del LILD vienen desarrollando técnicas apropiadas para construcciones livianas móviles y de bajo costo energético. Las construcciones resultan de la combinación de elementos que se conocen como unidades de juego (Moreira y Ripper, 2014) que están hechas de tallos o cintas de bambú, fibras naturales y tierra, y buscan desarrollar formas con altas tasas de resistencia debido a la conjugación entre forma y materia. En resumen, sistemas que permitan montaje, desmontaje y remontaje con el reaprovechamiento total de los elementos utilizados y factibles desde el punto de vista económico. Son prácticas conviviales (Illich, 1976) que imponen que el objeto en el medio situacional, con los principios mecánicos listos para utilizarse, no esté en condiciones de ser comprendido y evaluado sobre sus potencialidades relativas a sus interacciones con los medios físico y social al cual se destinaba: el medio cultural. Eso solamente pasa cuando el objeto interactúa con este medio. Dichas interacciones son imprevisibles y también sorprendentes. Las personas del lugar interesadas en el funcionamiento del objeto lo ven desde otro punto de vista, siendo capaces de interferir positivamente en el mismo cuando lo copian en el proceso de transmisión de la técnica (Campos y Melo, 2011).

Por lo tanto, en el laboratorio se busca que el investigador sea destituido de los conceptos técnicos previos a través de la experimentación práctica en objetos puestos en

nuestra realidad concreta, ya sean modelos reducidos, modelos en escala real u objetos experimentales en estado de uso (Correia de Melo, 2011). Esta práctica es más impulsada cuando la experimentación se hace con elementos que presentan una forma natural, como en el caso de burbujas de jabón y modelos funiculares (Otto y Rasch, 1995).

Cabe recordar que esta metodología es resultado del proceso de trabajo sujeto al desarrollo técnico y al constante aprendizaje con las formas naturales y, como tal, está en continua transformación. La metodología se viene demostrando bastante efectiva y, además del LILD, se está aplicando con éxito en el LASE (Moreira, Ripper, y Caliman, 2010).

2.1 Visualización virtual; parámetros gráficos para el proceso proyectual de diseño.

Parámetros de adaptación formal y funcional, procesos optimización y customización, prototipado aditivo y sustractivo, scanning, free form finding, diseño paramétrico, entre otras nuevas maneras que facilitan el ejercicio proyectual y constructivo, han modificado el paradigma de cómo concebir formas de complejidades geométricas cada vez mayores. Hoy en día, se hace innegable la necesidad de conocer y saber proceder con aquellos códigos virtuales de la simulación por computador. (Lópes.J., 2016). Tan inminente se tornó la representación 3D virtual, que ya casi olvidamos, o no necesitamos saber cómo es el modus operandi de lo que existe en el interior de aquella caja de pandora llamada ordenador. A pesar de la proliferación de ideas y conceptos de aquel mundo virtual que impera en nuestros días, es importante saber que mucho antes de la existencia del universo electrónico moderno, la palabra virtual ya existía en nuestra lengua. Sus raíces tienen origen en el término latino virtus, lo que trae consigo la ideas de virtud, fuerza y poder.

Podemos inferir que el término virtual fue extrapolado a este contexto, lo que hace posible comprender su derivación y relación con el objeto electrónico-virtual como parte del lenguaje cotidiano de nuestro quehacer investigativo (SPITZ, R 1993). En ese aspecto, a pesar de aquella premisa cada vez más cotidiana, en realidad, esta representación de la realidad no es una entidad incorporada en nuestro espacio concreto, pero sin embargo ella contiene en sí todos los datos, teorías y cálculos para que en el potencial futuro será palpable. (Correia de Melo, 2017).

Para el geógrafo Milton Santos (2009), el ordenador no simplifica lo que es realmente complejo, pero contribuye a su presentación simplificada, lo que sólo viene a costa de una abstracción o proceso de reducción brutal. El autor añade que, para ser eficaz, el pensamiento de ordenador excluye el accidente (resultado) y somete el desarrollo intelectual de una práctica donde la sistematización y estandarización imponen su propia lógica, o sea, el dominio de la lógica matemática en la lógica histórica. De la misma forma, SANTOS (2009) argumenta que en relación a las matemáticas y gestión de lógica de programación, basa principalmente en el desarrollo de modelado de software y moldeado por acción propia en esa plataforma. Del mismo modo Correia de Melo (2017), apunta que este sistema virtual se basa en las matemáticas euclidiana / cartesiana, siendo un principio geométrico usado para describir las formas digitales con mucha precisión en un espacio tridimensional virtual. El autor señala que dicho sistema se basa en tres ejes: x, y, z y sus respectivos valores negativos

y positivos. Cada eje comienza con cero en su centro y crece (virtual y eternamente) en el espacio numeral positivo y negativo. Los tres ejes son en el punto cero, lo que también se define como punto origen. El valor de origen entonces es x0, y0, z0 escrito como (0,0,0). Dicho de otro modo, los parámetros definidos por el ordenador, no siempre representan el espacio ni los materiales utilizados en ellos, es sólo una simulación que permite al usuario ver formas y relaciones, esto no siempre significa realmente que la configuración del espacio y los materiales se replicarán exactamente como un espacio físico palpable y tangible. Estas características implican un cuidado exhaustivo en el proceso del modelado electrónico. Se debe tener en cuenta que el resultado es consecuencia de una abstracción de la realidad multidimensional que nos rodea, que es codificada por una representación matemática clásica y que luego se hace posible por medio de la utilización de una interfaz bidimensional; la pantalla del ordenador como una plataforma de observación. Luego así, dicha representación funciona dos universos diferentes, el humano-real y el universo del aparato. Para entender y parametrizar sus reglas de funcionamiento, trabajamos en un intento de controlar dicho espacio-tiempo. (Correia de Melo, 2017).

Hoy en día, la importancia de los procesos virtuales de visualización de formas complejas se hace mucho más común y necesaria, es irrefutable la condición primordial en procesos de búsqueda formal, optimización de formas, variables, simulación de procesos productivos, realidades virtuales, entre otras innumerables herramientas para la generación de conocimiento procedimental, las que traen consigo nuevos desafíos y maneras de diseñar. Asimismo, el diseño paramétrico refleja alguna de las más recientes tendencias en diseño asistido por ordenador, tanto en la investigación académica como también en la innovación del mercado de formas cada vez más audaces y diferenciadoras, permitiendo el control en la generación y representación de objetos a partir de una programación de algoritmos, escenario que dista bastante de lo que hasta ahora se conocía como una lógica global en la concepción de formas libres, modos constructivos, y los modos de compartir dicha información (DAVIS, 2011).

Es necesario mencionar que el término paramétrico es derivada del sustantivo parámetro, sinónimo de variable de una ecuación o un sistema. Dicho de otro modo, el modelo paramétrico se refiere a un modelo digital basado en el conjunto de variables, donde las formas tridimensionales resultantes o patrones digitales pueden modificar el resultado final (Chiarella & Pastor (2015). De acuerdo con los autores, la fundamentación geométrica se encuentra en el campo teórico de superficies evolutivas del proceso proyectivo espacial. Esto significa que el modelo digital final no es necesaria ni íntegramente desarrollado por el diseñador, sino más bien el diseñador-programador procede a través de una secuencia de pasos, y que tiene como resultado, una gama de opciones, como producto de un conjunto de fórmulas matemáticas que derivan en un modelo geométrico virtual. Este renacimiento en la concepción de formas complejas, perteneciente al campo de la geometría descriptiva, auxiliado actualmente por softwares Nurbs (Non-uniform rational B-spline), como lo son Rhinoceros y Grasshopper (entre otros), otorgando no sólo el raciocinio de parámetros matemáticos, sino también una concatenación de ideas o secuencia de pasos. Según los expertos, la programación paramétrica ofrece no sólo una solución, sino una familia de

soluciones para el mismo problema o desafío planteado.

Finalmente, en esta nueva versión del diseño asistido por computador, el proceso del diseño paramétrico está basado principalmente en la incorporación de nuevos recursos instrumentales, expandiendo un abanico de posibilidades dentro de las capacidades de disciplinas proyectivas (Chiarella & Pastor, 2015).

Cognitivamente, y específicamente hablando de la interfaz tecnológica, es un nuevo desafío para el mundo de creativo, no sólo por la cantidad de información que podemos enviar al modelo virtual, sino también en tener un feedback más revelador antes de continuar hacia una etapa más constructiva o tangible.

Sin embargo, este nuevo vocabulario paramétrico, lleno de códigos y funciones matemático-geométrica, es también un desafío para para el ejercicio proyectual. En otras palabras, la sintaxis antigua del modelado virtual cambia a un estado de criterios o razones para una conciencia de cómo y por qué el ordenador hace lo que hace. Ahora, el dominio de ese idioma o vocabulario paramétrico es algo que viene del mundo de la programación de ordenadores. Este tipo de "pesadilla de interfaz" entre el proyectista y el ordenador, todavía no existe una relación tan fluida como un lápiz y un papel, la mano y la arcilla o una simple maqueta analógica que haga más amigable la comunicación del proceso en cuestión.

3 Libertad de inspiración; observación y extrapolación de parámetros codificados en fenómenos de la naturaleza

En el proceso evolutivo de nuestro planeta, los organismos y sus ecosistemas naturales, han pasado por un largo proceso evolutivo, posibilitando la optimización de sus funciones y estructuras, en el afán de subsistir en relación al ambiente que habitan (Correia de Melo, Ripper y Moreira, 2013). Abundan ejemplos de estrategias de supervivencia, de adaptación y transformación de las diferentes especies. No es casualidad que sus tipologías, morfologías, sus patrones de crecimiento, sistemas de comportamiento y resiliencia, entre innumerables otros factores, se convirtieran en una fértil fuente de información e inspiración para diferentes áreas del conocimiento. A partir de la observación de proporciones áureas, secuencias de Fibonacci, fractales, subdivisión proporcional de Voronoi, son algunos ejemplos que han contribuido con aquel sesgo de sabiduría ancestral, siendo una suerte de código de conocimiento genéticos heredados por la naturaleza, los que en el transcurso del tiempo se ha intentado comprender y aplicar como parte de nuestro acervo disciplinar. Pero vale la pena preguntarse, ¿Es posible reescribir sus estructuras, editar sus relaciones y sistemas generativos? ¿Será el lenguaje de la naturaleza y su sintaxis lo que orienta los nuevos desafíos para ser aplicados a nuevos parámetros o criterios de adaptabilidad en el mundo artificial? En ese aspecto, podemos afirmar que este tipo de información codificada es cada vez más recurrente en áreas del conocimiento que se nutren directamente de la fuente de la llamada Biomimética. El término acuñado anteriormente, proviene del griego *mimetés* que significa imitación, y que de manera resumida dice de las soluciones utilizadas por la naturaleza en su voluntad resiliente a través de su evolución por millones de años. (BRAJOVIC, 2016). Si bien es cierto que representar dichos patrones a la perfección es un desafío aún pendiente, desde el punto de vista geométrico matemático, los patrones de crecimiento, su capacidad

de adaptación, la resistencia y ligereza, los sistemas naturales podrían ser codificados y descritos en una lógica binaria. (Correia de Melo, Ripper y Moreira, 2013).

Actualmente, gracias a los avances tecnológicos en las ciencias biológicas y las herramientas digitales, comenzamos a entender e intentar traducir aquella complejidad de formas y estructuras de sus procesos generativos a través de modelos algorítmicos virtuales. El desafío futuro sería entonces cómo poder materializar dichos modelos ya sea con métodos tradicionales análogos o por otros medios más precisos, como lo son las tecnologías de materialización actuales.

En el caso a seguir, expone un método de estudio de patrones cimáticos, en su captura, síntesis y abstracción de este fenómeno de la naturaleza, bajo determinadas condiciones de luz, sonido, temperatura, densidad, entre otros importantes factores.

Figura 1: Registro cimático, Laboratorio de Actividades del Mañana. Frecuencias desde 16 hasta 158 hertz. Registro análogo, Cámara Nikon D5500. Iso 2000. Vel.40.
Fuente: Autor.

Primero que todo, es necesario definir qué es un patrón cimático y de cómo este referente de la física puede ser una referencia para la creación de espacios dónde el agua es un elemento fundamental y origen de la vida. El término cimática es acuñado en el campo de física y es el que analiza los fenómenos modales en el movimiento de los fluidos. Bautizado así por Hans Jenny, médico suizo y pionero en este campo, para referirse a los efectos de movimientos periódicos que el sonido y la vibración tienen sobre este estado de la materia, donde los electrones generan un compás o cadencia, creando una onda variable, la que es posible ser observada para el ojo humano y replicada en su organización a la manera de un patrón geométrico cíclico. Esto no es algo nuevo, la observación de esta coreografía fluida sonora, ya era materia de estudio en el renacimiento, tanto Da Vinci y posteriormente Galileo, por mencionar solo algunos eruditos en los estudios de la naturaleza. Posteriormente Chladni, en su libro “Descubrimientos en la teoría del sonido” (1787), describe una serie de patrones geométricos, por medio de la vibración de una superficie con gránulos de arena

con la ayuda de un arco de violín, logrando así una serie organizaciones simétricas. A través del tiempo un importante de expertos del mundo científico, artístico y terapéutico, han podido demostrar los avances en el registro de dichos patrones y su aplicación en diferentes contextos , trayendo diferentes estados de la materia estados de la materia , y su respectiva configuración espacial de acuerdo a la vibración del sonido, haciendo tangible lo intangible, visible lo invisible.

En la búsqueda de cómo optimizar estructuras más ligeras y resistentes, como lo son las superficies mínimas, observado la naturaleza y traducido estas en parámetros geométricos, es lo que actualmente conocemos como free form o formas libres, entendiendo éste concepto como aquellas superficies regladas, de curvatura doble, comúnmente hoy en día modeladas por sistemas o plataformas virtuales, como por ejemplo sistema NURBS. (POTTMAN, H. et al., 2008).

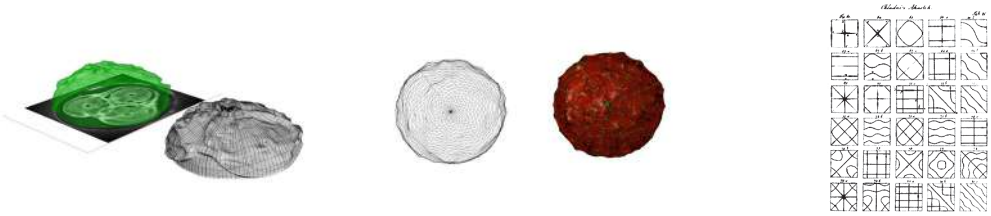


Figura 2: levantamiento digital de registros cimáticos Rhino ceros & grasshopper e Esquemas cimático platos Chladni (1787).
Fuente: Autor.

4 Proceso procedimental híbrida, utilización de métodos análogo-digital en el Laboratorio Investigación en Livre Design y Laboratorio de actividades do Amanhã.

La investigación a través del diseño (Research through Design (RTD) o Research by Design es la versión de investigación donde el proceso proyectual de diseño es el epicentro o foco de estudio para la demostrar teoría o hipótesis, generando conocimiento para su posterior impacto en una o más disciplinas. (Findelly, 2009). Tanto la versión virtual como la tangible, podrían ser caminos paralelos y complementarios, las diferencias atienden a los aspectos de objetividad y subjetividad en el proceso de comunicación. En ese sentido, podemos citar como ejemplo las acciones realizadas por el *Laboratório de Investigação em Livre Desenho*, de la PUC-Rio (LILD), quien ya hace más de 20 años realiza investigación en lo que se refiere a técnicas de bioconstrucción con materiales de bajo impacto ambiental, haciendo hincapié en el estudio superficies ligeras, domos geodésicos, tensoestructuras y estructuras colaborantes en bambú, entre otras materias relacionadas con arquitectura temporal o efímera.

Figura 3: diseño de estructuras colaborantes (Pluging Kangaoo 1). Diseño esquemático Huerta basada en principios de acuaponia.
Fuente: Autor.

Ahora, entendiendo las complejidades que la línea de investigación del laboratorio demanda, es innegable la colaboración que los modelos virtuales ofrecen, sobre todo en instrumentos de registro de fenómenos, generación de variables y en lo que a ahorro de tiempo concierne. Actualmente, el laboratorio viene integrando paulatinamente nuevas tecnologías de visualización virtual y los modelos físicos construidos análogamente, dando un nuevo enfoque híbrido análogo - virtual a su línea de investigación. (Correia de Melo, Ripper y Moreira, 2013).

En asociación con otras instituciones, a favor de una sinergia en el desarrollo del conocimiento aplicado, el LILD se propone desarrollar un caso de estudio que tiene por objetivo el análisis de patrones geométricos cimáticos y su posterior aplicación en el proceso de form finding en el diseño de espacios de uso temporario. Dicho espacio geodésico, tiene como función la optimización de recursos hídricos y la producción de alimentos a escala domiciliaria, basado principalmente en sistemas acuapónicos. Cabe mencionar que este eje temático se desprende de las acciones que tiene el Museu do Amanhã, a través de su Laboratorio de actividades del Mañana (LAA), quien viene desarrollando desarrollado una serie de actividades relacionadas con la innovación y la experimentación, principalmente en prospección de escenarios críticos o de emergencia en lo que concierne a la alimentación del futuro.

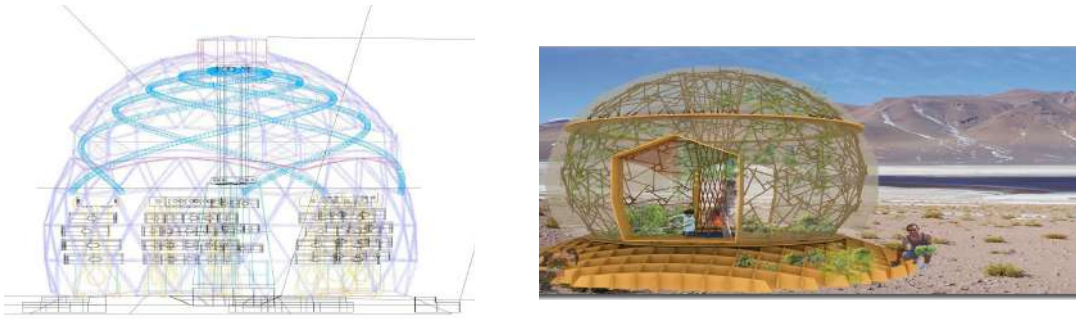


Figura 4: diseño preliminar, Bio Huerta en contexto extremos.
Fuente: Autor.

En síntesis, se propone un sistema de cultivo que combina la acuicultura y la hidroponía, dónde animales acuáticos y plantas coexisten en una relación simbiótica. Dentro de este espacio se alberga un acuario de peces en cautiverio, con fines ornamentales y/o terapéuticos. Dicho volumen de agua es proporcional a la cantidad de plantas versus peces. Para que este balance ocurra, es de vital importancia la creación de espacios con características idóneas para mantener el equilibrio entre los ambientes. Como por ejemplo los factores climáticos y biológicos externos que podrían afectar el bienestar de las especies en el interior. El concepto de acuaponía (Hidroponía-Piscicultura), representa una revolución en lo que concierne a la aplicación de las tecnologías modernas de información y comunicación (TIC) en la agricultura, nos sólo como respuesta a las grandes explotaciones agrícolas más convencionales, sino que también por representar nuevas tendencias a nivel mundial e innovación social en contextos de agricultura y piscicultura colaborativa.

En términos esquemáticos, el diseño se basa en la fusión de los materiales y técnicas constructivas locales y los nuevos métodos para la creación y análisis estructural del diseño de espacios, considerando los distintos elementos que inciden en el buen funcionamiento.

Como factor diferenciador de este Proceso científico-creativo, haciendo hincapié en la fase de 'búsqueda de la forma" (form finding)' para su posterior diseño de estructural, de protección y modularización, donde se observa el comportamiento de las partículas de agua, estimuladas por frecuencias bajas o telúricas (10-160 Hertz), resultando en la configuración de patrones geométricos circulares, para luego ser traducidos conforme a criterios de interpretación paramétrica digital.

Figura 5: Registro inicial cimático LAA.
Fuente: Autor.

Los siguientes experimentos, consideran en principio la alteración de la tensión superficial de un fluido, pasando desde un estado pasivo a otro clínicamente activo o en movimiento constante. Posteriormente se propone estudiar distintas alternativas de registros procurando una configuración geométrica radial de cuerpos de agua. La selección de dichas frecuencias o estimulaciones sonoras son determinadas por un rango de frecuencia en la mayoría de las veces imperceptible para el oído humano y corresponde a rangos sonoros, los que llamaremos frecuencias telúricas y que van desde los 10 hasta los 160 hertz. Cabe mencionar que, en el estudio también se realizaron comparaciones con estructuras musicales y una gama de sonidos de la naturaleza, optando por ahora con solo las frecuencias en hertz, principalmente debido a la constancia en sus niveles de oscilación sonora.

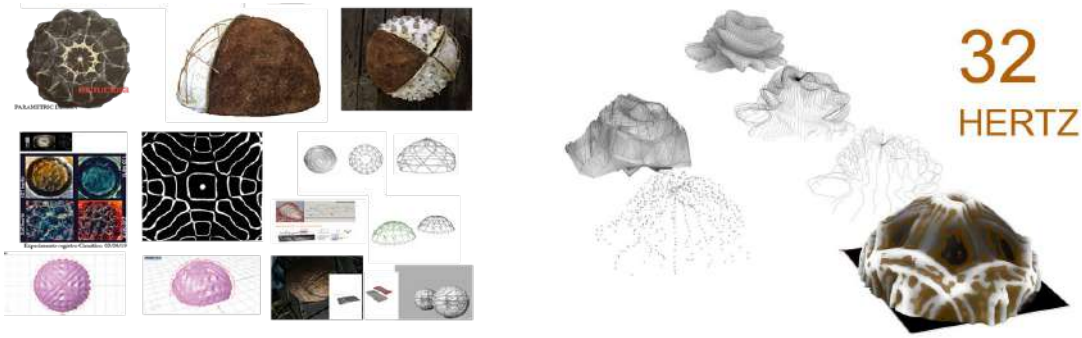


Figura 6: Registros cimáticos iniciales y resultado modelación paramétrica 32 Hertz.
Fuente: Autor.

Otro factor crucial a considerar en los experimentos análogo-digitales, es la utilización de secciones cilíndricas de especies bambuseas (principalmente bambusa vulgaris, conocido como bambu-açu em Brasil), en su capacidad de resonancia y configuración cimática. Este input de la investigación, no solo considera este tipo de material por sus excelentes capacidades de transmitir vibraciones sonoras , por su ligereza, densidad, y capacidad de contener, sino también para ser utilizado como insumo principal en la etapa de construcción de la estructura que sostiene o apuntala este manto cimático, representado a través de herramientas informáticas computacionales de diseño paramétrico tales como Rhinoceros y Grasshopper, y sus plugins asociados a registros sonoros (Firefly), cimática de sólidos (Parekeet), construcción de mantos entrelazados (Weaverbird), entre otros.

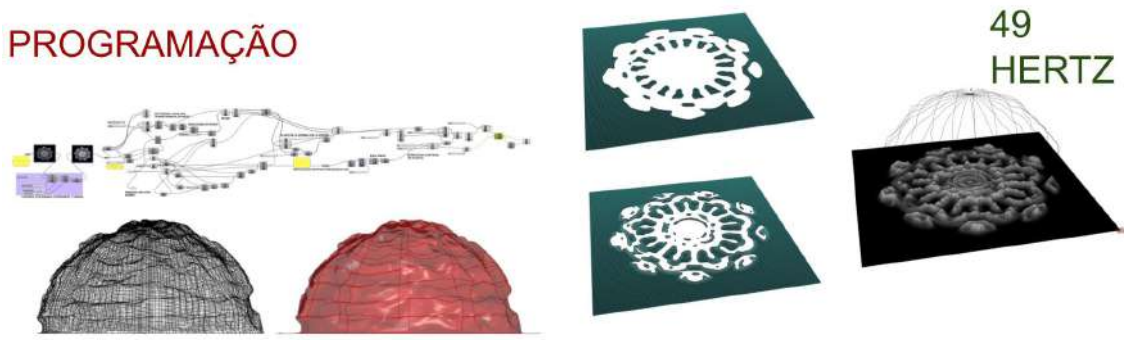


Figura 7: Registros y programación cimático y Resultado preliminar modelación paramétrica 49Hertz. Fuente: Autor.

5 Conclusión

En la actualidad, podemos incluir otros factores o variables que contribuyen no sólo al proceso de diseño, sino también al abordaje del mundo físico de materiales, posibilidades geométricas, estructurales y espaciales, constructivas, entre otros factores relevantes del proceso. Sean análogos o digitales, en alineación con dos, tres o hasta cuatro dimensiones (cimática), todas las herramientas han sido de carácter de aproximación y, errores y aciertos, métodos válidos para alcanzar la solución o respuesta al desafío planteado. Una colabora con la otra, y entre las dos ofrecen resultados con características diferenciadoras. Lo importante es encontrar los parámetros que combinen esas libertades que traen consigo lo virtual y hacerlas dialogar con lo concreto y tangible, siendo estes modelos operativos, maquetas o prototipos.

De la misma forma, en relación al mundo orgánico estructural, esa morfología orgánica tan compleja para modelar, para algunos son los aspectos que hacen los resultados del diseño paramétrico más atractivo, posiblemente debido a esa relación natural artificial que esa metodología de diseño trae consigo. Podemos advertir en esta libertad de escoger o libre albedrío de métodos digitales o análogos, va a traer consigo una serie de variables que repercuten directamente en aspectos cualitativos y cuantitativos de los procesos de investigación.

Esto nos hacen pensar en un campo fructífero para una conversación entre ambas maneras. En ese sentido el libre albedrío en procesos de búsqueda formal tiene como condición mantener el balance entre los dos mundos, el virtual y el tangible.

Referencias

BRAJOVIC, M**.** “**In nature we trust**”. ISBN 9788592822002. Brasil, 2016:18-39.

CIARELLA & PASTOR, **Pensamiento Gráfico y Desarrollo Colaborativo. Geometrías desarrollables en composiciones plegadas Arquitectónicas**, SIGRADI, 2015-:702-720

ALVARES, L. R. **Cúpula Catenária de “Fibrobarro”estruturado com bambu - Concepção e Processo Construtivo**. Rio de Janeiro: Dissertação (Mestrado em Artes e Design) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2008

CORREIA DE MELO, J. **Modelos em linguagem mecânica e modelos em linguagem eletrônica: as interações na metodologia do LILD**. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado - Pontificia Universidade Catolica do Rio de Janeiro, 2011

CORREIA DE MELO, J. **Processo de obtenção de formas para baseadas em superfícies mínimas e formações naturais** Rio de Janeiro: Tese de Doutorado - Pontificia Universidade Catolica do Rio de Janeiro, 2017

CORREIA DE MELO, J., RIPPER, J., & MOREIRA, L. **Developmento of Bamboo Structures Based on Minimal Surfaces and Natural Formations**. IASS Symposium 2013 - Beyond Limits of Man, (p. 8). Wroclaw, 2013.

CHLADNI, E. **Descubrimientos en la teoría del sonido**, 1787 revisado el 20 de Mayo del 2019 en:https://www.researchgate.net/profile/Mikel_Arce/publication/303547983_Cimatica_las_formas_e_imagenes_del_sonido_una_aproximacion_desde_la_experiencia_personal/links/5747d86408ae707fe21e441f/Cimatica-las-formas-e-imagenes-del-sonido-una-aproximacion-desde-la-experiencia-personal.pdf

DAVID, R. M. **Rapid Ethnography: Time Deepening Strategies for HCI Field Research**. Disponível em: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=347763, 2011

FINDELI, A. B. **Research Through Design and Transdisciplinarity: A Tentative Contribution to the Methodology of Design Research,** disponível http://5-1020.ch/~sdn/SDN08_pdf_conference%20papers/04_Findeli.pdf, 2008

FLUSSER, V. **O Mundo Codificado**. São Paulo: Cosac Naif. 2007

ILLICH, I. **A Convivencialidade**. Lisboa: Publições Europa-América, 1976

KEYSON, D. V. **Empirical Research Through Design**. Disponível em: http://www.iasdr2009.org/ap/Papers/... -RAE, 2017

LOPES, J., AZEVEDO, S., BRANCAGLION Junior, A., & WERNER Jr, H. **Tecnologias 3D: Desvendando o passado, medelando o futuro**. Rio de Janeiro: Lexikon. 2013

MOREIRA, L. E., RIPPER, J. M., & CALIMAN, F. **Estruturas Autotensionadas Com Bambus E Cabos Aplicadas A Coberturas Aéreas.** Revista Gestão Universitária ed.305, p. 19. 2010

MOREIRA, L. E., & RIPPER, J. M. **Jogo das Formas - Lógica do Objeto Natural**. Rio de Janeiro: Nau Editora, 2014

OTTO, F., & RASCH, B. **Finding Form: Towards an Architecture of the Minimal**. Stuttgart: Axel Menges, 1995

RETTIG, M. **Prototyping for tiny fingers**. Communicatons of the ACM, disponible en: https://www.cs.odu.edu/~jain/CS441-S18/papers/Prototyping_for_tiny_fingers.pdf. Revisado el 10 / 05/2019, 1994

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. São Paulo: Editora da universidade de São Paulo, 2009

SPITZ, R. **O papel da computação gráfica no ensino de desenho industrial: a percepção de dirigentes, docentes e alunos**. Rio de janeiro: Tese (Doutorado em Artes e Design) Orientadora: Nicia Maria Bessa - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1993

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

ESPAÇOS INOVADORES DE E EM ENSINO APRENDIZAGEM

FARBIARZ, Jackeline Lima[1],
SANTOS, Felipe[2].

Resumo

No geral a sala de aula carece de configurações em sintonia com demandas de ressignificação contínua e autonomia dos sujeitos nela inscritos. Partindo do pressuposto de que o Design tem instrumentos para atuar em situações complexas como as vivenciadas na Educação, tem-se em vista apresentar o projeto CReSeR, desenvolvido como projeto de conclusão em Design na habilitação Projeto de Produto da PUC-Rio (2015) como possibilidade de se propor uma revisita a sala de aula pelo viés do Design, com vistas ao atendimento de demandas inscritas na contemporaneidade. O Projeto CReSeR foi desenvolvido como possibilidade de se repensar novos desenhos para a sala de aula ancorados nas inteligências múltiplas que constituem o aluno. Ele resultou da observação de uma aula do Ensino Fundamental II, de uma escola situada na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, da leitura de projetos pedagógicos de escolas caracterizadas como inovadoras e de embasamentos teóricos oriundos de Morin (na relação Educação e complexidade), Maturana, Varela e Freire (no contraponto ao determinismo), Santos (na relação lugar-espaço) e Bakhtin (na conceituação de gênero do discurso). No artigo defende-se a contribuição do Design na ressignificação de espaços de ensino=aprendizagem para situações inscritas na complexidade.
Palavras-chave: espaços de ensino-aprendizagem, configurações espaciais, ensino fundamental, formação do professor, interação.

Abstract

In general, classrooms lack configurations along with demands of continuous resignification and autonomy of the people enrolled in it. Assuming that Design has tools to act in complex situations such as in Education, this article aims to present the CReSeR project, developed as a conclusion project in Product Design at PUC-Rio (2015) as a possibility to revisit the classroom through Design ways, wishing to meet the demands of contemporary times. The CReSeR Project was developed as a possibility to rethink new designs for the classroom anchored in the multiple intelligences that constitute the contemporary student. CReSeR also resulted from the observation of a Elementary school, at the south of Rio de Janeiro, from the reading of pedagogical projects of schools characterized as innovative and grounded in Morin (Education and complexity), Maturana, Varela and Freire (making counterpoints to determinism), Santos (between place and space) and Bakhtin (in his understanding of discourse genres). The article reflects on the contribution of Design in the spatial resignification in situations inscribed in complexity.
Keywords: configurations; dialogical; relationships; elementary; spatial

[1] PUC-Rio. Jackeline@puc-rio.br
[2] PUC-Rio. felipefilsantos@gmail.com

1 Introdução

Muitos já devem ter ouvido falar (e até mesmo tomado parte em conversas) sobre a necessidade de melhorar a educação no fim de uma discussão devido a sua importância e urgência. A complexidade está em como melhorá-la. Há uma solução apenas? Aliás, o que é solução e problema?

Se devemos chamar algo de problema (ou complexidade da pesquisa), poderia o ser neste estudo: espaços de ensino-aprendizagem do Ensino Fundamental II carecem de configurações dialógicas em sintonia com demandas de ressignificação contínua e autonomia dos sujeitos inscritos no início do século XXI. Nestes espaços há lacunas no que tange os recursos da iniciativa pública, o pequeno nicho para Design para produtos e serviços compartilhados como de Manzini e Vezzoli (2002) e para a fase da adolescência como sujeitos que dariam sentido à potência didática objetos em questão. Abarcando tais características, esse estudo qualitativo almeja inserir o Design como potencializador de tais relações no EFII em consonância com a contemporaneidade (o espaço como lugar do Design em práticas do diálogo). Para tal este artigo pretende levantar reflexões sobre relações espaciais em ensino-aprendizagem dialógicas favorecedoras de ressignificação dos sujeitos inscritos, através de teoria e documentos, ressaltando o conceito de múltiplas inteligências de Gardner (2004) em interação no espaço.

Segundo Morin (2000) a sociedade é complexa, não seria diferente a área de educação e do Design. Uma noção positivista das questões sociais se demonstra insuficiente para a compreensão de uma *psique* subjetiva na interação com um meio social. Outro conceito desta pesquisa é o da *autopoiétiesis*, que abre portas à interação como em Maturana (2004) e de autonomia em Freire (1996), que evitam o determinismo (a tendência em pré-determinar ao máximo) no modo que se dará o processo educacional, segundo ambos os autores. Esse estudo interpretativo prioriza o sujeito como foco da construção onde são designados os objetos de ensino-aprendizagem.

Poucos, por exemplo, são os que questionam o gênero predominante na educação: do professor expositivo. Dotado de enunciados fixos, distintos daqueles relativamente estáveis que Bakhtin (1997) propõe, tal gênero não parece incluir diferentes linguagens, interações e construções de sentido que integram o ensino aprendizagem através do verbal e do extraverbal. Este estudo busca abordar aspectos para repensar as relações de lugares designados como salas de aula, continuando o Projeto de Conclusão de Curso CReSeR (que será apresentado mais a frente), sintetizando conceitos acerca de uma aprendizagem em Design aplicável na área de Educação. A subjetividade precisa ser vislumbrada, para isso é preciso abordar, primordialmente, as áreas de Estudos Sociais, Educação, Linguagem e Design.

Cabe ressaltar que o projeto de conclusão de curso desenvolvido foi apenas um pequeno experimento, repleto de lacunas oriundas do pequeno nicho observado e também do pequeno nicho de Design dedicado a serviços voltados para a Educação no que tange especificamente o EFII. Mas entendemos aqui, que ele abriu espaço para ampliações, como por exemplo, a atual pesquisa de mestrado em desenvolvimento no Programa de Pós-graduação em Design da PUC-Rio na temática configurações espaciais nas salas de aula do Ensino Fundamental II.

Não sendo simples transformar a educação, projetos como o CReSeR custam a condizer com a realidade da educação brasileira. Desafio que exige que repensemos as alternativas existentes e porvir. O Design tem muito a contribuir também através da filosofia da linguagem bakhtiniana. Esse estudo busca aproximar Design e Educação, otimizar o Design do espaço e criar diálogo entre espaços e Projetos Político-Pedagógicos.

2 Inovação espacial de ensino e em aprendizagem?

Imagine uma escola sem muitas divisões nem hierarquias, sem classes e sem homogeneizar o ensino em torno da alta carga de informação que se acha que os alunos devem memorizar, em muitos casos. O ensino comumente lecionado nas escolas, onde o professor detém o poder do conhecimento do aluno configura uma pedagogia canônica unilateral ainda validada como prioritária na construção do conhecimento. Um estudo teórico, documental ou em campo poderia dizê-lo.

Primeramente é preciso notar a relação entre espaços, categorizado por Hall (2005) no que se refere aos sujeitos, e o lugar como território. Santos (2006) o faz ao considerar o movimento da subjetividade:

> Por adquirirem uma vida, sempre renovada pelo movimento social, as formas - tornadas assim formas-conteúdo - podem participar de uma dialética com a própria sociedade e assim fazer parte da própria evolução do espaço. [...] Nesses espaços da horizontalidade, alvo de frequentes transformações, uma ordem espacial é permanentemente recriada, [...] um sentido que é seu próprio, localmente constituído (SANTOS, 2006, p. 69-277).

Além disso, esse estudo também se baseia no conceito de interação, que Morin (2000) nos lembra ao falar do tecido que constitui o ‘‘homo complexus’:

> Complexus significa o que foi tecido junto; de fato, há complexidade quando elementos diferentes são inseparáveis constitutivos do todo (como o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico), e há um tecido interdependente, interativo e inter-retroativo entre [...] o todo e as partes, as partes entre si’. (MORIN, 2000, p. 38)

Um novo tipo de escola ou mesmo de sala de aula não é uma ideia exclusiva de um projeto de graduação em Design, como o abordado neste artigo. Escolas como as qualidades e conceitos mencionados existem. São caracterizados por grupos de projetos temporários de acordo com interesses de aprendizagem específicos de cada um. Alguns exemplos se destacam, porém citarei aqui um Projeto Pedagógico associado à duas escolas, que se nutrem mutuamente, de modo a demonstrar como relacioná-lo com a teoria. O Projeto Âncora (figura 1), o Projeto GENTE – Ginásio Experimental (Carioca) das Novas Tecnologias Educacionais (figura 2) e o Projeto Escola da Ponte. Os três se baseiam na inclusão e na autonomia, como descrito em seus projetos pedagógicos, sendo que o Projeto Pedagógico do Âncora se inspira no Projeto da Escola da Ponte*.

- **Resolução de problemas complexos** (TABAK, 2012): ‘‘Valorizar-se-ão [...] a solução de problemas [...] em estruturas cognitivas cada vez mais complexas ’’
- **Autonomia** (FREIRE, 1996): ‘‘A intencionalidade [...] orienta-se no sentido da formação de pessoas e cidadãos [...] autônomos, responsáveis e democraticamente comprometidos [...].’’

- **Inteligências Múltiplas*** (GARDNER, 2004): ‘‘Na sua projeção [...], o currículo objetivo organiza-se e é articulado em seis Dimensões [...]: linguística, lógico-matemática, naturalista, identitária, artística, pessoal e social. ’’
- **Metodologia de projeto*** (CARVALHO, 2012): ‘‘As propostas de trabalho a apresentar aos alunos tenderão a usar a metodologia de trabalho de projeto.’’

Figura 1: Projeto Âncora
Fonte: https://www.projetoancora.org.br/quem-somos

Todos os três projetos integram a Educação Pública e atendem prioritariamente a comunidades carentes, sendo o primeiro na cidade do Rio de Janeiro, o segundo em Cotia (SP) e o terceiro, inspirador dos outros dois em Vila das Aves (Portugal).

Figura 2: Escola Gente
Fonte: http://gec-andreurani.blogspot.com/p/ppp.html

Além dessas escolas, há algumas outras pela cidade do Rio, onde a PUC-Rio se situa, que merecem menção por serem conhecidas como inovadoras e pelo fato de haver possibilidade de contato fácil no caso de uma observação, porém não necessariamente conhecidas por terem espaços inovadores. Exemplo é o Centro Educacional Anísio Teixeira (CEAT), conhecido como alternativo tanto pelo senso crítico quanto pela herança que carrega em seu nome. Outro exemplo é a Escola Eleva, um pouco diferente das mencionadas até aqui por deixar a teoria construtivista para a alfabetização e focar em um mercado de trabalho a partir do Ensino Fundamental II. Além deles há a Escola Dinâmica de Ensino Moderno (EDEM),

na qual o Projeto CReSeR manteve contato, realizando observações (figura 3), entrevistas e experimentos. Outra é Escola Parque, apesar de, tanto quanto a EDEM, frequentemente ter seu grau de inovação pedagógica questionado. Por último a escola Oga Mitá, diferente das outras por se localizar na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro.

Figura 3: Observação em campo da EDEM durante Projeto Final.
Fonte: CReSeR (2015)

3 Projeto sobre espaços inovadores de e em ensino aprendizagem

Se dotado de autoconhecimento e pensamento holístico, sujeitos podem refletir sobre suas interações dialógicas com os demais e o meio extraverbal a sua volta (BAKHTIN, 2003). Devido a essa dicotomia da complexidade humana-meio não poder ser ignorada pela pesquisa, ela soma-se a uma percepção holística de uma educação para a autonomia (FREIRE, 1996). Nesse sentido, podemos resgatar o Projeto de Conclusão de Curso que havia sugerido idéias de objetos de ensino-aprendizagem que acabaram se tornando espaços.

O Projeto Final buscou se basear em antecipações futuras do campo da Educação, que resultou em 3 conceitos finais que serão citados abaixo. As figuras a seguir ilustram o processo de escolha do partido adotado ao Projeto Final junto a referencial conceitual da época (figura 4 e 5):

- Um dos conceitos finalistas era uma escola ecológica e semiaberta (figura 4) ao ar livre que fosse sendo construída e anexada pelas turmas no decorrer de sua vida letiva e plantada para se unir ao solo. Foi baseada nos conceitos de arquitetura com barro e madeira do LILD PUC-Rio.
- Outro conceito era o de sala de aula itinerante (figura 5), na qual um ônibus ou carreta transporta a aula, as turmas e o material didático para qualquer ambiente, tirando-nos do lugar formal que é a escola para um não formal como um museu ou a própria cidade.
- O conceito-partido adotado (figura 6), porém, foi uma sala de aula que conecta ambiente físico e virtual e assim foi gerada uma carteira giratória inteligente que favorecesse multimodos de aula enquanto a rede se adaptava ao lugar de modo multilateral.

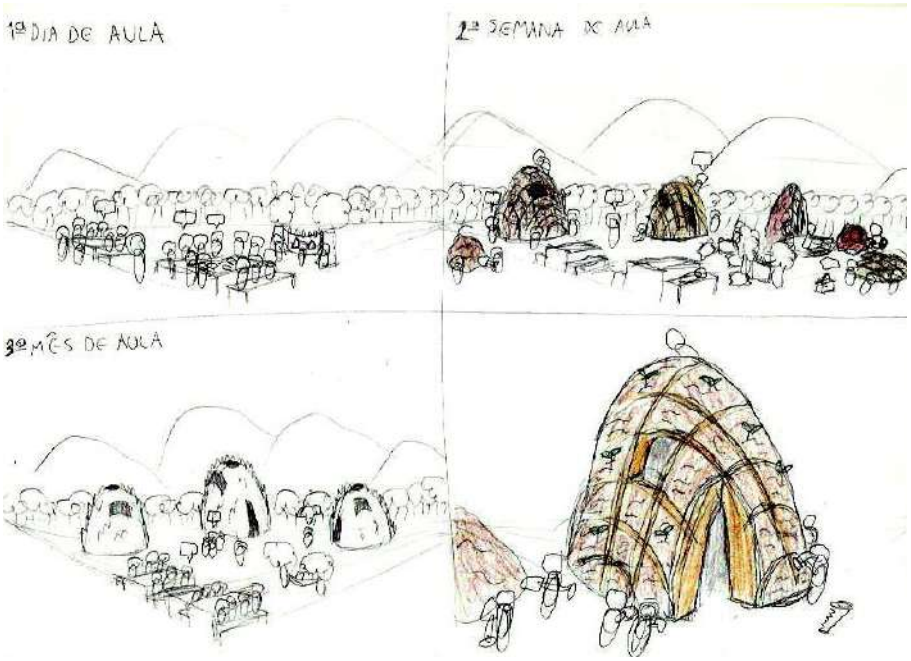


Figura 4: Escola ecológica.
Fonte: CReSeR (2015)

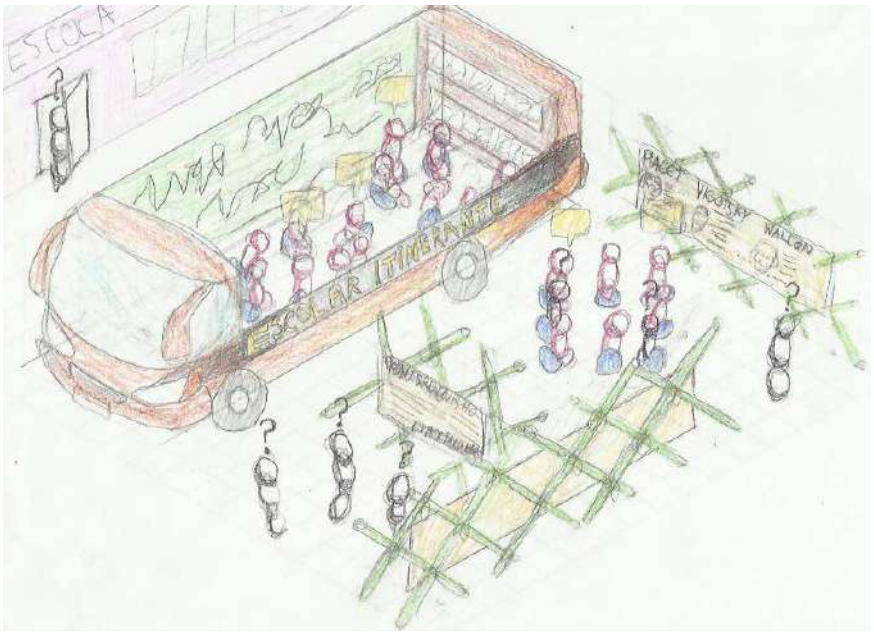


Figura 5: Ônibus itinerante
Fonte: CReSeR (2015)

Antes de apresentarmos o partido adotado (figura 6), precisamos comentar que a consideramos inovadora, mas não chega perto de ser um modelo de solução para a educação. Considerando a complexidade de problemas *wicked* revisitada por Conye apud Tabak (2012), defendemos que não há solução que atenda perfeitamente a pluralidade de situações contraditórias que compõem um lugar como o da Educação. Decisões foram feitas em detrimento do aprofundamento conceitual, concentrando a inovação em um carteira. A carteira serviu, forçosamente, como prova da minha competência na habilitação em Design de Produto. Longe de vislumbrar um ambiente de noção arquitetônica de devires mais nitidamente

vislumbrados e conceitualmente aprofundados, o projeto em si, salvo talvez as alternativas pelo caminho, não atende adequadamente à condições específicas da educação almejada, tão pouco priorizada nas políticas nacionais.

Figura 6: Partido atodado.
Fonte: CReSeR (2015)

Enfatizamos que a solução adotada (figura 6), conformou-se a sua categoria projeto de conclusão de curso em design de produto. O que traz como limite uma configuração possível de ser apresentada para uma banca de final de curso, devendo ser desenvolvido considerando as ofertas e limitações dos laboratórios de ensino. Um projeto de conclusão de curso é um ensaio que congrega amplitude e limitação em graus variados. No caso do Projeto CReSeR a opção foi por um viés altamente tecnológico e não condizente com a realidade de recursos disponibilizada para o Ensino Público brasileiro. Optamos por um exercício de exploração de possibilidades independente de questões de orçamento.

Entendemos a partir do projeto, durante o mestrado em curso, que há espaço para pensarmos a sustentabilidade do projeto em contextos específicos, por exemplo. O projeto trouxe o incentivo para a significação de possibilidades, e o próprio partido adotado prevê configurações múltiplas para diversos gêneros de aula (MARCHUSI APUD CARVALHO, 2012). Há muito a explorar e muito com o que se lidar, considerando um contexto amplamente massificado que engloba a todos que dependem da Educação Pública para aprender sobre o convívio dialógico em sociedade, o autoconhecimento, as dificuldades da vida e o mercado de trabalho.

Cabe ressaltar também que há uma linha tênue entre a ludicidade e a liberdade proposta pelo movimento das carteiras previstas na configuração espacial proposta pelo Projeto CReSeR. Como as cadeiras podem favorecer a opção do professor por diversos gêneros de aula e como elas podem tanto girar quanto serem reposicionadas em diversos encaixes sugeridos no chão da sala de aula (apesar de poderem ser substituídas por pés comuns de escritório), há a necessidade dos alunos entenderem o espaço de sala de aula como um bem a ser preservado e melhorado, ou em outras palavras de alunos conscientes e responsáveis atuando em prol da coletividade. A negação desta premissa traz o risco deste investimento sofrer com comportamentos destrutivos antes mesmo de propor algo construtivo. A natureza participativa, colaborativa e co-construtiva potencializada pelo Projeto CReSer, favorece a

autonomia e a liberdade, mas depende de projetos pedagógicos que valorizem, ancorem e sustentem a formação de alunos (e professores) com estas características.

4 Conclusão

Quem disse que o espaço educacional se resume à carteiras ou mesmo à uma sala de aula formal? Que o mobiliário precisa ter uma aparência inovadora para concretizar atos dialógicos? O Design é o campo com competência para questionar isso e desenvolver desenhos em consonância com as demandas complexas dos indivíduos. Consequentemente é o campo embasador da sustentabilidade social, ressignificando juízos prévios e anunciando caminhos que contemplem as inteligências múltiplas que constituem os sujeitos inscritos na contemporaneidade. Neste sentido, o Projeto CReSeR caracteriza-se no presente artigo como um desenho de ressignificação, mas não o único nem o mais apropriado.

Através das bibliografias aqui citadas, da natureza do espaço (SANTOS, 2006) e de sua dimensão proxêmica (HALL, 2005), dos gêneros discursivos (BAKHTIN, 2003) em ensino-aprendizagem, da complexidade (MORIN, 2000; TABAK, 2012), das inteligências múltiplas (GARDNER, 2004) e da autonomia (MATURANA E VARELA, 2004; FREIRE, 1996), vemos algumas características inovadoras sendo cruzadas com um Projeto Pedagógico em questão, assim como uma recapitulação do Projeto CReSeR e seus exemplos de intervenções em Design. Com tudo isso levado em consideração, começa-se a delinear uma pesquisa em campo fenomenológica e participante / pesquisa-ação, que engloba recomendações e idéias acerca de novos desenhos de salas de aula a serem significados em contextos específicos, a partir de condições específicas em prol da diversidade e da pluralidade da sociedade brasileira. Tal amplitude do Design e da pesquisa talvez seja algo difícil de ocorrer em um mestrado, porém estabelece um encaminhamento.

Pretendemos aqui que o Design participe junto com a Educação de uma práxis em que haja a prevalência do conceito de Meio como cultura e como ambiente que se inter-relaciona com o Lugar (território, identidade e posicionamento) e sua configuração designada de objetos (potencialmente didáticos), que, por sua vez, se relacionam com os Sujeitos ativos em interação e em seus espaços imediatos proporcionando o diálogo.

O Design responde pela configuração de objetos funcionais que compreendem subjetividades. Cabe a ele proporcionar relações de confiança, acolhimento e não de mero descarte, exclusão. A noção de consumo deve ajudar a mediar o alcance de objetivos maiores da subjetividade. O Design como cultura e linguagem se pensa no diálogo, aproximando instituições, famílias, comunidades. Em suma, para além do desenvolvimento do Projeto CReSeR como resultado de projeto de conclusão de curso, o que pretendemos é gerar um aprofundamento conceitual sobre configurações espaciais em Educação para o favorecimento de propostas de ensino-aprendizagem que ajudem na construção de um futuro mais horizontal para a humanidade, no qual as inteligências múltiplas e a capacidade autopoiética dos seres humanos sejam preservadas e estimuladas. Talvez o que deva ser planejado é simplesmente uma estratégia pedagógica de movimentação do espaço, em que sujeitos saem do seu lugar comum determinado para ocupar outros espaços, respirando ambientes de autonomia? Permita-nos descobrir.

Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora Jackeline, por acreditar em mim desde o embrião do meu Projeto Final, que me gerou o início desta bela trajetória de pós-graduação. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (Capes) - Código de financiamento 001. Agradeço ao LInC pela colaboração no mestrado que me gera desde questionamentos ativos como de Alexandre, Cynthia, Bruna, Lucas, Eduardo, Maíra, Luciana, Guilherme e Alecir até o referencial teórico aqui usado. Sou grato pelos colegas e docentes de Pós, sobretudo Barbara, Lisandra e Rita, assim como os da minha trajetória PUC-Rio como Jorge e Cristine, Augusto e Felipe, Ana, Vicente e Mario, Paloma, Paulo, Nelson e Anna, que me geraram essa experiência acadêmica incrível.

Sou grato também pelo amor de Aline; de minha família Regina, Fernando, Danilo e Nina, Mercês, Celma, Sílvia e família Santos, Maria Célia, Maiara e família Barros, e de meus amigos Lufe, Lucas e famílias, João, Daniel, Lilian, Fred e André, Antônio e Felipe e mais de um Pedro e Patrícia.

Referências

BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal.** Introdução e tradução do russo Paulo Bezerra: prefácio à edição francesa Tzevan Todorov = 4a Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

CARVALHO, Ricardo Artur; FARBIARZ, Jackeline. **Olhares sobre o ensino de projeto em Design:** gêneros e interações em espaços de ensino-aprendizagem. Tese (doutorado), 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FUTURA, P. **Destino Educação:** Escolas Inovadoras. Disponível em: http://www.futuraplay.org/serie/destino-educacao-escolas-inovadoras/

GARDNER, H. **A Multiplicity of Intelligences.** Scientific American, 2004.

HALL, E. **A dimensão oculta;** São Paulo: Martins Fontes, 2005

MANZINI, E; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis.** São Paulo: EDUSP, 2002

MATURANA, H. e VARELA, F. **A árvore do conhecimento.** São Paulo: Palas Athena, 2004.

MORIN, E. **Os setes saberes necessários à educação do futuro.** Tradução de Catarina Eleonora F. Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez, 2000.

Projeto educativo. **E.B.I São Tomé de Negrelos**. Disponível em: http://www.escoladaponte.pt/novo/wp-content/uploads/2016/11/PE.pdf. Acesso em Maio de 2019.

Proposta político pedagógica. **Escola Projeto Âncora.** Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1Ns8VwmIS4Z-QSUbX6ZqAeNeNXmn23zH2/view. Acesso em Maio de 2019.

SANTOS, M. A. **A natureza do espaço.** São Paulo: Edusp, 2006.

TABAK, T. Farbiarz, J. **(não) Resolução de (não) problemas:** contribuição do Design para os anseios da Educação em um mundo complexo**.** Dissertação de 2012.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

PROJETANDO MARTE: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO BRASILEIRO DE EXPLORAÇÃO ESPACIAL À TRAÇÃO HUMANA

GOMES, Karina Karim[1],
LETA, Fabiana Rodrigues[2],

Resumo

Este artigo tem como objetivo descrever o segundo projeto do protótipo de um veículo de exploração espacial (*rover*) desenvolvido pela equipe *The Myths Brazil* - UFF, representante universitária brasileira no 25º *NASA Human Exploration Rover Challenge.* Estas páginas são dedicadas a apresentar conceitos sobre a organização da equipe e a idealização, projeto, análise, fabricação e montagem do protótipo a partir de atributos próprios da engenharia brasileira. Desta forma, serão desenvolvidos os principais aspectos e inovações do projeto, tais como estudos ergonômicos e a implementação de seus parâmetros para a concepção do veículo e o dimensionamento das peças, a fim de facilitar o transporte, a montagem e a manutenção do *rover*.

Palavras-chave: veículo; protótipo; engenharia; inovação; competição

Abstract

This report describes the second rover prototype project developed by The Myths Brazil team - UFF, the Brazilian university representative at the 25th NASA Human Exploration Rover Challenge. These pages are dedicated to presenting concepts about the organization of the team and the idealization, design, analysis, fabrication and assembly of the prototype, based on the attributes of Brazilian engineering. In this way, the main aspects and innovations of the project will be developed, such as ergonomics studies and the implementation of its parameters to the design of the project and the dimensioning of the parts in order to facilitate transportation, assembly and maintenance of the rover.

Keywords: vehicle; prototype; engineering; innovation; competition

[1] Universidade Federal Fluminense – karinagkarim@gmail.com
[2] Universidade Federal Fluminense – fabianaleta@id.uff.br

1 Introdução

O Desafio de Exploração Espacial da NASA visa incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias para futuras missões de planejamento e missões espaciais tripuladas em outros mundos. A cada ano a agência apresenta um desafio de projeto de engenharia para envolver os estudantes de todo o mundo na próxima fase da exploração espacial humana. A competição reúne estudantes do ensino médio e universitários do mundo todo no *US Space & Rocket Center* – Alabama, EUA - e os desafia a criar um veículo projetado para atravessar a superfície simulada de outro mundo, fornecendo uma experiência de engenharia autêntica. As equipes de alunos projetam, constroem e testam tecnologias que permitem que os *rovers* possam explorar uma ampla variedade de ambientes.

É importante destacar que o regulamento da competição permite que os estudantes tenham total autonomia ao projetar o veículo, delimitando apenas o volume máximo do mesmo e a distância do piloto ao solo, por segurança. Aspectos como material, quantidade de rodas, tipo de transmissão de movimento, complexidade do sistema de direção, tipo de amortecimento e disposição dos pilotos, por exemplo, são pensados cuidadosamente por cada equipe e isso torna a competição extremamente diversificada e plural.

A equipe *The Myths Brazil* (TMB) foi fundada em dezembro de 2017 por sete universitários e com o suporte de três professores, englobando as áreas de Engenharia Mecânica, Enfermagem, Desenho Industrial e Matemática. Em abril de 2018 foi a primeira equipe universitária brasileira a participar do *NASA Human Exploration Rover Challenge* com o apoio da Agência Espacial Brasileira (AEB) e do Instituto Gaylussac, entre outros patrocinadores, e conquistou o prêmio de melhor projeto da sua categoria na competição - *AIAA Neil Armstrong Best Design Award*.

Em abril de 2019 a TMB participou pela segunda vez do desafio, sendo composta por doze membros entre estudantes e professores de Engenharia Mecânica, de Produção e Elétrica, assim como de Desenho Industrial da Escola de Engenharia da UFF de Niterói e mais 2 alunos do ensino médio do Instituto Gaylussac e um professor de Matemática da mesma instituição.

2 Requisitos básicos do projeto

Os principais anseios do projeto são a inovação e a criatividade, mantendo o baixo custo na fabricação e no transporte do veículo tanto para a competição quanto durante uma missão espacial, a utilização consciente dos recursos e sempre priorizar o máximo desempenho ergonômico dos usuários do *rover*. Com essa visão, os membros participaram coletivamente da tomada de decisões da equipe, que em 2019 contou com uma organização geral de um gerente administrativo e uma gerente de projetos, além dos subsistemas de Estrutura (Chassi, Suspensão, Direção e Ergonomia), Roda, Transmissão, Telemetria e Marketing.

No protótipo projetado foram explorados conceitos que poderiam ser aproveitados tanto para a exploração espacial, quanto para a mobilidade urbana terrestre de forma sustentável e funcional. As metas globais do rover de 2019, nomeado como NUT, eram: massa total até 59kg, como definido pelo regulamento, NASA Human Exploration Rover Challenge Guide

Book (2019), para máxima pontuação com uma margem de erro de 30% para mais, garantindo ainda pontuação neste quesito; custo total de até $2000, aumento de 80% em relação ao ano passado com base no novo investimento no projeto da roda; dimensionamento de 100% das peças com base nas dimensões e volumes máximos autorizados para despachar em voos internacionais (dessa forma é garantido que o protótipo seja fácil de transportar e que não haja taxas extras durante a viagem para a competição).

Para atingir esses objetivos, o protótipo atual é um veículo de exploração espacial com três rodas - duas dianteiras e uma traseira - acionadas por propulsão humana a partir de um sistema de transmissão por polias e capaz de ser tripulado por dois pilotos, um de costas para o outro, como na figura 1.

Figura 1 – Projeto NUT: Rover TMB 2019. Fonte: GOMES, Karina. US Space & Rocket Center – Alabama, EUA (abril 2019)

3 Metodologia

Liedtka e Ogilvie (2015) destacam que a maioria dos gestores aprende uma metodologia direta e linear de solução de problemas que seria, defini-lo, identificar diversas soluções e escolher a que melhor se adequa. Entretanto, o caminho que contempla a experimentação em si poderia trazer maiores benefícios ao profissional e à equipe. Sob a ótica do *Design Thinking* a equipe elaborou o planejamento do projeto em 6 etapas principais, as quais tinham metas estabelecidas para cada subsistema citado anteriormente. A separação por etapas visa descrever com clareza como o *rover* saiu do campo das ideias, passou pela produção imagética e foi prototipado, mas estas não necessariamente seguiram uma ordem linear e ulterior.

3.1 Planejamento

A seguir serão apresentadas as 6 etapas principais seguidas no planejamento do projeto NUT que foram realizadas ao longo de 6 meses (entre novembro de 2018 e abril de 2019):

Etapa 1: Ambientação e *brainstorm*

Nos dois primeiros meses após a formação da equipe que atuou no projeto de 2019 foram planejados encontros semanais com os objetivos de estudar sobre a competição e os protótipos desenvolvidos pelo mundo, conversar sobre eles em conjunto e em seguida, em subgrupos, elaborar desenhos à mão livre para dar forma às ideias primárias, como na figura 2.

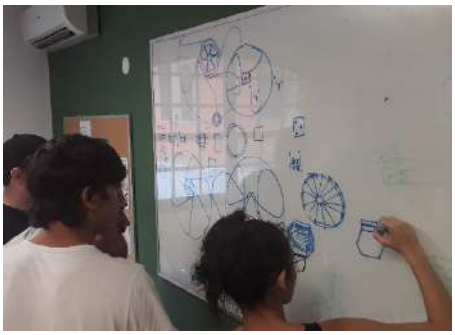


Figura 2 – Projeto NUT: Desenhos à mão livre.
Fonte: GOMES, Karina. Scoula di Cultura – Rio de Janeiro, Brasil (outubro, 2018)

Essa etapa foi fundamental para que a equipe pudesse conhecer a engenharia que estava sendo desenvolvida por mais de 20 países participantes do *Rover Challenge*, assim como pensar desde o primeiro momento da concepção de ideias quais processos de fabricação poderiam ser realizados na UFF e como poderiam ser adaptados e/ou ter seus custos barateados para se encaixarem na realidade da TMB.

Etapa 2: Testes e validações com o protótipo anterior

O projeto de 2018, intitulado Valquíria, foi testado e adaptado durante os dois meses subsequentes à etapa 1 com intuito de explorar e compreender quais conceitos poderiam ser reciclados e, principalmente, definir em quais pontos a equipe deveria focar em 2019 a partir da análise dos pontos fracos do projeto Valquíria.

Segundo Brown (2018), o *Design Thinking* se baseia na capacidade intuitiva de reconhecer padrões e desenvolver soluções a partir da genuína experiência do usuário. Ao incluir as fases de testes com o protótipo anterior no centro do processo de criação do projeto seguinte, buscava-se enriquecer o processo criativo dos projetistas com vivências e experimentações de desafios reais e que não eram totalmente possíveis de se prever em simulações computacionais. A figura 3 a seguir representa um momento de testes.

Figura 3 – Projeto Valquíria: Testes dinâmicos.
Fonte: GOMES, Karina. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (janeiro, 2019)

Etapa 3: Base teórica e esboços 3d

Após compreender os erros e acertos com o protótipo anterior e relacioná-los com as ideias que surgiram no processo de *brainstorm* coletivo, foi iniciada a etapa de consolidação da base teórica para dar suporte às soluções propostas. E os desenhos, antes feitos à mão livre,

passaram a ser executados utilizando softwares, nos quais também poderiam ser realizadas simulações de funcionamento pleno e análises referentes ao tipo de material utilizado e esforço sofrido. O primeiro protótipo desenhado inteiramente em uma plataforma 3d está representado na figura 4 a seguir.

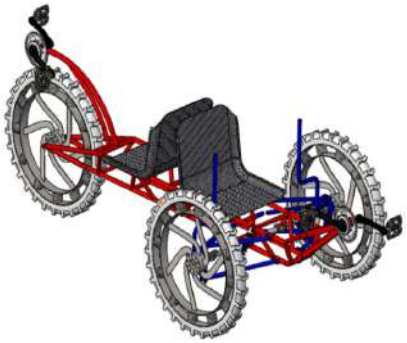


Figura 4 – Modelagem em 3D do primeiro protótipo.
Fonte: GOMES, Karina. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (janeiro, 2018)

Etapa 4: Fabricação

Todos os componentes do veículo tiveram o processo de fabricação inteiramente ou parcialmente realizado pelos alunos no Laboratório de Tecnologia Mecânica da Escola de Engenharia da UFF. A preparação para a fabricação foi iniciada na primeira etapa, visto que é necessário avaliar desde o primeiro momento a viabilidade da realização das peças com os recursos disponíveis. Uma vez que esta etapa foi planejada e executada pelos membros da equipe com limitados subsídios, o processo apresentou soluções criativas, simples e de baixo custo. O processo de laminação à vácuo das rodas, por exemplo, foi inteiramente adaptado para atender às demandas da equipe de espaço, tempo de execução e custo, e pode ser visto na figura 5, abaixo.

Figura 5 – Processo de laminação manual da roda com o auxílio da bolsa à vácuo.
Fonte: GOMES, Karina. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (março, 2019)

Etapa 5: Montagem final e testes

A primeira montagem e testes de um protótipo são essenciais para a correção de erros de fabricação ou até mesmo de conceitos que podem ter passado despercebidos até então. Segundo Hirshorn (2017), o processo de engenharia reversa é de suma importância para corrigir partes deficientes do projeto, porém, deve-se atentar para que não gere outros problemas a partir das soluções propostas. Dada a relevância dessa etapa, sua realização foi programada para o mês que precedia a competição. Entretanto, a escassez de recursos financeiros acarretou em atrasos na finalização do *rover,* de modo que a montagem final e

testes foram feitas apenas na semana da competição, no *US Space & Rocket Center*, onde a mesma foi sediada.

Apesar do cronograma ter sido extrapolado, os procedimentos de Hirshorn no que se refere à identificação de problemas no produto final foram realizados e medidas tomadas, sem que a necessidade de solucionar o problema em questão sobrepusesse os conceitos básicos propostos para o projeto NUT.

Nesta etapa houve alterações nas polias da transmissão que tiveram a profundidade de seus sulcos aumentadas com a finalidade de ampliar a área de contato entre as polias e as correias e, por consequência, otimizar a tração e o desempenho final do sistema. As rodas dianteiras também passaram por adaptações nas fases de testes pois, foi identificado que seu miolo poderia ceder devido ao esforço dos eixos de transmissão estarem concentrados em uma área de aproximadamente $1{,}0 \times 10^2$ mm². Por essa razão, chapas de alumínio foram acopladas ao cubo de roda com o intuito de aumentar a distribuição dos esforços para uma área de $1{,}13 \times 10^3$ mm².

Etapa 6: Competição

Passold (2006) destaca a importância que deve ser dedicada às competições estudantis no campo da engenharia a nível da graduação, dado que eventos como esses seriam capazes de desenvolver plenamente habilidades de liderança, trabalho em equipe, progressos rápidos e significativos em diferentes áreas da engenharia e desenvolvimento da capacidade de buscar soluções inovadoras e criativas em um curto espaço de tempo. O *NASA Human Exploration Rover Challenge* conta com a elaboração de relatórios de projetos, apresentações orais para juízes da indústria e de institutos de pesquisa do cenário mundial e uma corrida que é dividida em dois dias. Todas as etapas exigem dos estudantes profundo conhecimento sobre o projeto desenvolvido, mas cumprir o percurso exige a formulação de estratégias bem elaboradas e de soluções de problemas precisas entre uma corrida e outra. O circuito fechado apresenta 14 obstáculos e 5 tarefas a serem executadas, como extração de amostras líquidas e sólidas, e precisa ser perpassado em sete minutos (tempo de autonomia de um astronauta, de acordo com o regulamento da competição). Antes de iniciar a corrida os veículos passam por provas de pesagem, restrição de volume e montagem e desmontagem.

O projeto NUT foi desenvolvido para perpassar todos os obstáculos da pista com segurança e velocidade média de aproximadamente 6km/h, realizar as tarefas de obtenção de amostras líquidas e sólidas e acender um feixe luminoso utilizando uma placa solar. Para esta última tarefa foi realizada uma parceria com o Laboratório de Monitoramento e Modelagem de Sistemas Climáticos da UFF (LAMMOC), na qual os pesquisadores José Waltrudes Castanheira Pereira e Márcio Cataldi forneceram células solares sensibilizadas por corante de açaí e clorofila em pó e mirtilo triturado (CSSCs). Essa parceria foi de grande relevância para a representação do desenvolvimento da engenharia brasileira no evento, visto que, como expressa Gratzel (2009), os materiais usados para fazer as CSSCs são abundantemente disponíveis no país para que a tecnologia seja reproduzida em larga escala e com baixo custo de produção. As placas produzidas por Pereira e Cataldi podem ser vistas na figura 6 a seguir.

Figura 6 – Células Solares Sensibilizadas por Corantes Naturais.
Fonte: PEREIRA, José. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (março, 2019)

4 Subsistemas do projeto NUT

Nesta sessão serão apresentados os principais elementos dos subsistemas técnicos que compunham o veículo projetado pela equipe *The Myths Brazil* – UFF para o *NASA Human Exploration Rover Challenge* 2019 (com exceção da Telemetria que ainda está em desenvolvimento).

4.1 Chassi

O design do chassi foi baseado no modelo anterior e algumas correções foram aplicadas para que o veículo tivesse uma redução de massa de 10 kg em relação ao anterior. A geometria do chassi comprovou sua capacidade de lidar com os obstáculos da pista sem apresentar deformação plástica. Por isso, seu material (o aço carbono SAE 1020) e o diâmetro externo do tubo foram mantidos. Para melhor encaixar os componentes de transmissão, os tubos inferiores mudaram do perfil circular para o quadrado de 30 x 30 mm. A estrutura é dividida em duas partes separadas, diminuindo o custo para enviá-lo do Brasil para os Estados Unidos.

Uma Análise de Elementos Finitos (FEA) foi usada para validar as mudanças feitas na estrutura, usando um modelo de viga das geometrias do chassi e da suspensão (a geometria da suspensão foi simplificada e considerada totalmente rígida). Considerando que as cargas são desconhecidas pela equipe, um deslocamento genérico foi aplicado às rodas e uma comparação qualitativa de diferentes espessuras de seções transversais foi gerada. Pelo conhecimento prévio e observando diferentes protótipos de *rovers* universitários, um 2.96% de aumento do estresse combinado foi considerado aceitável.

O objetivo principal do processo de fabricação desse subsistema era construir o chassi real o mais próximo possível daquele projetado. Antes da soldagem, para manter os tubos juntos na posição correta, uma estrutura 3D de madeira MDF foi construída por meio do encaixe de peças cortadas a laser. Usando programas computacionais, a junta de cada tubo foi planificada e impressa como um PDF A4 para auxiliar o processo de usinagem. A idealização da montagem contendo os tubos e as peças MDF e a fabricação real podem ser vistas nas figuras 7 e 8.

Figura 7 – Modelagem computacional.
Fonte: GOMES, Karina. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (janeiro, 2019)

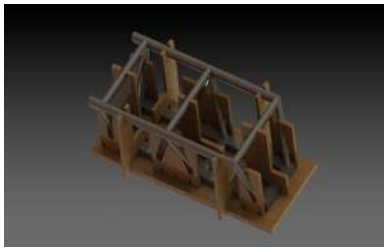
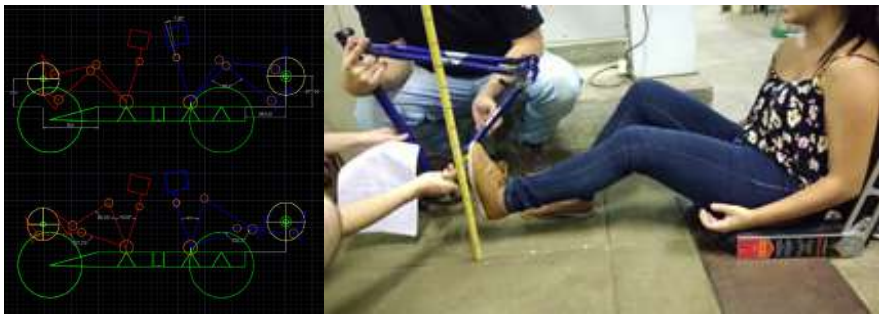


Figura 8 – Montagem real.
Fonte: GOMES, Karina. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (janeiro, 2019)

4.2 Ergonomia

A disposição dos pilotos foi definida para reduzir a largura do veículo, a possível perda de função do piloto da parte traseira em relação à direção é superada pelo posicionamento da telemetria na parte traseira, dando-lhe o papel de controlador de bordo. De acordo com Too (1993), assume-se que o desempenho de um ciclista não é limitado pelo oxigênio, recebido via coração e pulmões, mas pela acidificação do músculo pelo ácido lático que ocorre durante o trabalho muscular pesado. Através do tratamento cuidadoso das células musculares disponíveis, a formação de ácido láctico deve ser minimizada.

A produção máxima de força ocorreria então com a altura do assento onde a contração muscular corresponde à porção da curva força/tensão-comprimento mais próxima do comprimento de repouso. Deve-se observar que não são as distâncias reais entre assento e pedal e sim os comprimentos dos braços da manivela e os ângulos dos tubos dos bancos, que são importantes para maximizar a força e o torque. Com base nesses estudos, a equipe mapeou todos os músculos - assim como seus movimentos - usados durante a pilotagem do *rover*. A partir das informações obtidas no mapeamento e cruzamento com os dados referentes ao 5º percentil feminino e 95º masculino, foram atingidos o tamanho do chassi, a posição dos pedais e das alavancas, bem como a angulação de 108° dos assentos, a fim para aliviar os esforços das vértebras e facilitar a circulação sanguínea, otimizando o desempenho do movimento de pedalar. Usando um software de CAD e modelos reais, simulações de como os pilotos interagiriam com assento e pedais em várias posições foram feitas para verificar quais funcionaram melhor no protótipo NUT, como apresentado nas figuras 9 e 10.



Figuras 9 e 10 – Projeto NUT: Validações ergonômicas computacionais e reais (modelo ½ de veículo simplificado), respectivamente. Fonte: GOMES, Karina. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (fevereiro, 2019)

4.3 Suspensão e Direção

Para o novo protótipo, optou-se por manter o modelo de suspensão Duplo A, corrigindo erros de geometria identificados no projeto Valquíria e aperfeiçoando o modelo de acordo com os objetivos globais do projeto. Foi utilizado um software de simulação de suspensão (Lotus Suspensions *Analysis* V5.01) para analisar os principais parâmetros do subsistema, como na figura 11.

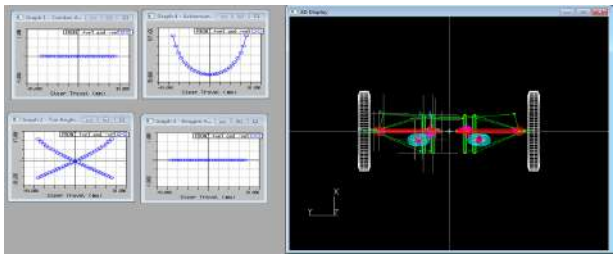


Figura 11– Projeto NUT: Análise computacional da geometria do projeto de suspensão. Fonte: GOMES, Karina. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (fevereiro, 2019)

Após as análises realizadas a partir da localização espacial do sistema de suspensão, foi construído o modelo 3D integrando também o chassi e as peças de transmissão. O projeto de direção teve sua geometria reconfigurada para permitir melhor distribuição dos esforços, reduzir a perda de energia do piloto e tornar o manuseio mais leve.

4.4 Rodas

Esse subsistema configura o desafio principal da competição e seu relatório e apresentação oral são obrigatórios, todas as equipes devem desenvolver suas próprias rodas e para isso não devem utilizar nenhum material proveniente de rodas industrializadas. O projeto do ano anterior da TMB foi feito inteiramente com peças de alumínio pré-fabricadas, o que resultou em rodas funcionais e de baixo custo, no entanto, pesavam cerca de 11kg cada. Com o intuito de reduzir massa desse subsistema e testar novos processos de fabricação, a equipe optou por utilizar fibra de carbono, espuma Divinycell e resina Epoxy. O protótipo final foi composto por uma superfície homogênea de 600mm de diâmetro e uma banda de rodagem de 90 mm de espessura que foi envolta por uma tira de borracha náutica com um padrão geométrico desenhado pela equipe, totalizando uma roda de 620mm de diâmetro. Todos os cantos foram arredondados para diminuir os concentradores de tensão no projeto. O escopo de Divinycell e a peça final podem ser vistos nas figuras 12 e 13.

Figuras 12 e 13 – Roda: escopo artesanal de Divinycell e peça final laminada, respectivamente.
Fonte: GOMES, Karina. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (abril, 2019)

Vale ressaltar que esta foi a primeira vez que foi desenvolvida uma roda de fibra de carbono por laminação manual com o auxílio de bolsa de vácuo para cura da resina, na Universidade Federal Fluminense, de modo que o bom desempenho do protótipo representou também o desenvolvimento de novas pesquisas na universidade de origem da equipe.

4.5 Transmissão

A transmissão de movimento do veículo consiste em dois pares de manivelas conectadas aos eixos, utilizando correias de distribuição, reduzindo assim o atrito do sistema. Na parte frontal do *Rover*, o torque é transferido dos pedais para um diferencial de catraca e em seguida, passa pelos eixos articulados até os cubos das rodas. Na traseira, o movimento é transferido diretamente dos pedais e manivelas para o eixo acoplado ao cubo, uma vez que existe apenas uma roda.

Como a equipe encontrou uma oferta muito baixa de componentes que se encaixavam no protótipo como planejado, a solução adotada foi a de trabalhar com peças de bicicletas que funcionam com correntes e adaptá-las para serem usadas com correias de borracha e polias projetadas e impressas em 3D em ABS pelos integrantes da TMB. O ABS foi a solução para a redução de massa do subsistema e possibilitou ajustes mais simples quando necessário. Durante a corrida não apresentou falhas, mas foi possível notar um erro no cálculo da relação de transmissão, visto que o veículo trafegava com velocidade abaixo da média planejada de 6km/h. O sistema composto pelo diferencial de catraca e as polias projetadas e impressas em 3D pela equipe estão representadas na figura 14 abaixo.

Figura 14 – Representação parcial do sistema de Transmissão.
Fonte: GOMES, Karina. Escola de Engenharia UFF – Rio de Janeiro, Brasil (março, 2019)

5 Conclusão

A equipe estava comprometida em inovar no projeto explorando ao máximo suas limitações em relação aos recursos básicos disponíveis. Habilidades criativas foram amplamente desenvolvidas e utilizadas para que fosse possível dar forma ao veículo cuja concepção surgira em duas dimensões. O projeto NUT apresentou desempenho satisfatório das novas propostas que levou para a competição e, principalmente, buscou contribuir significativamente para o desenvolvimento das pesquisas voltadas para o setor espacial na UFF e no Brasil, como

única representante do país em um dos maiores eventos estudantis do cenário de pesquisas aeroespaciais mundial.

Ao longo da experiência na *NASA Human Exploration Rover Challenge* foi possível perceber profundas influências culturais de cada país participante na forma de planejar e executar seus projetos de veículos e como inseri-los no contexto da exploração espacial. Os países latino americanos e da Ásia meridional tem seus objetivos focados em *rovers* leves e rápidos, os europeus tem um foco maior na funcionalidade do veículo durante as missões e os da América do Norte investem no uso de alta tecnologia nos processos de fabricação, por exemplo. Todos os jovens envolvidos, sem exceção, conseguem expressar com clareza as imagens que projetam mentalmente do que seria o futuro tecnológico das suas nações com base nas influências do projeto de exploração espacial em Marte. De modo que ao receber o prêmio *AIAA Neil Armstrong Best Design Award* em 2018 o projeto Valquíria, que foi a estrutura base do NUT em 2019, ensaiava o que seria projetar essa ida à Marte sob à ótica da engenharia brasileira atual - criativa, inovadora e com alta capacidade de se reinventar tecnicamente diante de limitações de recursos quaisquer que sejam.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer carinhosamente a todos os membros que fizeram e fazem parte da equipe *The Myths Brazil* – UFF, pela dedicação diária para que o projeto descrito neste trabalho se tornasse realidade. E à Escola de Engenharia da UFF, ao MEC-SESu (PETMEC – UFF) e ao Instituto Gaylussac por todo suporte dedicado à equipe. Expresso enorme gratidão aos nossos patrocinadores, FUNTEC, AEB, Alltec, Ciser, Diprofiber, Happy Waffles, Badu Oxigênio e a todos os apoiadores, familiares e amigos da TMB.

Referências

BROWN, Tim. **Design thinking**: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Alta Books Editora, 2018.

GRÄTZEL, Michael. **Molecular photovoltaics that mimic photosynthesis**. Pure and Applied Chemistry, v. 73, n. 3, p. 459-467, 2009.

HIRSHORN, Steven R.; VOSS, Linda D.; BROMLEY, Linda K. **Nasa systems engineering handbook**, 2017.

LIEDTKA, Jeanne; OGILVIE, Tim. **A magia do Design Thinking** – um kit de ferramentas para o crescimento rápido de sua empresa. HSM, Oliva Editorial, São Paulo, 2015.

National Aeronautics and Space Administration. **Regulamento**: NASA Human Exploration Rover Challenge Guide Book. Huntsville, 2019.

PASSOLD, Fernando. **Despertando para a Importância das Competições de Robôs**. In: COBENGE, Congresso Brasileiro de Engenharia, Passo Fundo RS, 2006.

TOO, Danny. **The effect of seat-to-pedal distance on anaerobic power and capacity in recumbent cycling,** 1993.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

REFLEXÕES SOBRE A PRÁXIS EM DESIGN VISUAL NO DESENVOLVIMENTO DA MARCA *GRAPHICA 2019*

QUEIROZ, André Vieira[1]

Resumo

O presente artigo trata do processo de desenvolvimento da marca *Graphica 2019*. O design visual é discutido buscando uma práxis que não se resuma a resultados visuais, que considera o projeto a partir do contexto sociocultural em que ele e o seu público estão inseridos. O design é colocado como produção e reprodução de cultura e por isso ressalta-se a importância de pensar criticamente sobre os discursos veiculados. Este artigo descreve também as etapas técnicas de elaboração da marca, seus conceitos e aplicabilidades e como as reflexões teóricas apresentadas incidiram sobre elas.

Palavras-chave: design visual; práxis projetual; desenvolvimento de marca.

Abstract

The present article deals with the process of *Graphica 2019* brand development. The visual design is discussed seeking a praxis that is not limited to visual results, which considers the project from the socio-cultural context in which it and its audience are inserted. Design is seen as the production and reproduction of culture and, therefore, the importance of thinking critically about the discourses conveyed is emphasized. This article also describes the technical steps of branding, their concepts and applicability and how the theoretical reflections presented focused on them.

Keywords: visual design; project praxis; speech.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro

1 Introdução

Este estudo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento da marca *Graphica 2019*, com objetivo de estudar e refletir criticamente sobre a práxis de design visual e as ralações que esse processo mantém com a cultura. São abordadas questões técnicas que envolvem a ação prática de elaboração da forma e questões teóricas, interdisciplinares, que promovem discussões pertinentes para a conceituação do projeto e para a reflexão crítica sobre ele.

O design visual é expressamente comunicacional (VILLAS-BOAS, 2007). A concepção morfológica de uma marca, de um cartaz, de um folder ou de papelaria é também a elaboração de um discurso (BARTHES, 1993). As formas representam os valores simbólicos pertencentes a grupos sociais específicos (LUPTON, 2011). O que será veiculado nem sempre é decidido por designers, reflete a dinâmica social (e de poder) à qual estão submetidos (FORTY, 2013).

Um projeto de design visual representa signos que compõem vocabulários específicos e a decodificação destes signos define o desempenho do projeto. Ele tem o potencial de refletir e, ao mesmo tempo, influenciar a cultura, induzir comportamentos, fortalecer ideologias ou transformá-las. Para um projeto consequente, é pertinente manter um pensamento crítico em relação à própria prática, à teoria e ao contexto social no qual ele está inserido. São desenvolvidas aqui considerações sobre como esta perspectiva se refletiu no projeto da marca *Graphica 2019* e seus desdobramentos.

2 Desenvolvimento de marca e práxis de design visual

O design visual possui uma relação intrínseca com a elaboração da cultura e a percepção sobre ela. Criar design, como na definição de cultura de Marilena Chauí (2000, p.56), é atuar com o ausente, com o possível, é simbólico, é linguagem e é trabalho. Ele é, além de um eficiente veículo de comunicação, uma produção e uma reprodução de cultura.

Um projeto de design visual segue etapas (consecutivas ou não), modos de projetação próprios do campo, requer um pensamento sistêmico, cíclico e interdisciplinar. No processo de elaboração da marca *Graphica 2019*, diversos mecanismos de criação e projetação se complementaram, explorados de modo concomitante.

Ao mesmo tempo em que ajuda a construir discursos, o design é também reflexo de discursos dominantes. André Villas-Boas (2009, p.21) ressalta que um cartaz, com o mesmo texto, numa mesma época, anunciando o mesmo espetáculo, terá, provavelmente, soluções formais bastante distintas se for encomendado por um banco privado ou por um uma companhia alternativa de teatro, o discurso presente no design vai espelhar uma condição cultural “ao mesmo tempo em que contribui para produzir, realimentar ou transformar esta mesma condição cultural” (idem).

Com isto em mente, para alcançar o resultado formal da marca *Graphica 2019*, foram feitas inicialmente diversas elaborações conceituais a partir dos temas propostos para esta edição. Foram definidas, a partir de reuniões com a equipe do evento, três expressões-chave que inspirariam o conceito e as formas do projeto: *expressão gráfica*, *pensamento gráfico* e *novas tecnologias*. Da fusão desses termos e dentro do contexto da dinâmica social, deveria resultar o desenho da marca.

Durante o avançar das pesquisas, percebi que o desenvolvimento de novas tecnologias, em muitos casos, se inspira na natureza para encontrar suas soluções. Ao mesmo tempo, o pensamento gráfico sempre retirou da natureza as observações para chegar a suas sistematizações. Já a expressão gráfica vem das pessoas, a partir das suas construções culturais, das suas referências e seu repertório, fatores que são influenciados também pelo meio natural.

Analisando a origem do próprio pensamento geométrico cheguei até os povos antigos, culturas que têm observado, sintetizado e replicado o comportamento da natureza em desenhos, em objetos e em diversas práticas cotidianas. Como o *Graphica* é um evento internacional, pensei nos povos nativos do Brasil e do Rio de Janeiro (cidade sede desta edição), culturas que possuem uma complexa e expressiva produção gráfica.

Desse modo estabeleceu-se então, como referência para o projeto da marca, sob o eixo da inspiração na natureza, ligações entre grafismos indígenas; biomimética no desenvolvimento de novas tecnologias; construções geométricas e expressão gráfica.

A decisão por uma inspiração na arte indígena se tornou uma questão complexa, pois essa referência visual tem sido estereotipada (VIDAL, 2000). O senso comum sobre esse tema no Brasil costuma folclorizar tais elaborações e inferiorizá-las diante de um referencial etnocêntrico. Os discursos sobre indígenas não costumam exaltar sua complexidade, suas elaborações e suas reais contribuições para o momento atual, em diferentes campos, arte, medicina, culinária, agricultura, práticas sustentáveis, religiosidade, ciência, divisão social e do trabalho, arquitetura etc. A veiculação das ideias sobre indígenas é um discurso, uma narrativa que surge a partir da cultura dominante (que acaba justificando e naturalizando a exclusão e exploração destes povos).

A sociedade vive, historicamente, sob a hegemonia (de acordo com perspectiva de Antônio Gramsci) de uma classe ou grupo social, um grupo dirigente que possui o domínio dos meios de difusão das ideias, por possuir os recursos financeiros suficientes para tal (GRUPPI, 1978). Desse modo, predominantemente, os discursos veiculados estão de acordo com os interesses dessa cultura dominante e não com o interesse da maioria. Os *aparelhos de hegemonia*, usando os veículos de comunicação como ferramenta, constroem as concepções de mundo tomadas no “senso comum”.

O conceito do projeto pretende usar a referência da arte indígena sem colocá-la como *exótica*, buscando evitar folclorizá-la, entendendo seu modo de funcionamento e as ideias que definem suas formas – tornando-as, inclusive, tema de discussão sobre design e cultura e sobre a vida em sociedade.

O Rio de Janeiro é repleto de referências indígenas. Apesar do pouco valor que tem sido dado à Aldeia Maracanã, localizada junto ao estádio do Maracanã, localizado (paradoxalmente) no bairro de mesmo nome de origem indígena. Um fator que evidencia a presença dos povos nativos na constituição da cidade é o uso cotidiano de diversas expressões indígenas: a própria palavra *carioca*, além de *guanabara*, *tijuca*, *jacarepaguá*, *pavuna*, *ipanema*, *copacabana*, todos esses termos são originários de um tronco linguístico indígena. De acordo com José Ribabar Freire (2002) viveram ou vivem no *Rio* os Tupiniquim, Goytacaz, Guarulho, Coroado, Puri, Coropó, e Guarani Mbya.

O abstracionismo presente na arte indígena se relaciona ao abstracionismo da arte europeia no sentido de que ambos, em muitos casos, são sínteses das formas da natureza, ambos se referem a mecanismos ocultos da natureza, como os padrões de crescimento de uma planta ou o movimento de um rio, ou mesmo remetendo-se às forças cosmológicas que provocam o movimento do rio ou o crescimento da árvore. Mantêm ainda outra característica em comum: o abstracionismo por meio da geometrização da forma.

Essa ligação com referências da natureza pode ser chamada de diferentes maneiras: biônica, bioinspiração, biomimetismo, biodesign, biomorfismo etc. Entretanto, segundo Gabriela Andrade (2014), *biomimética*, termo usado pela cientista americana Janine Benyus, caracteriza uma visão que busca manter uma prática mais consequente em relação à sustentabilidade. A biomimética, segundo Andrade (2014) se refere a duas formas de atuar com base nos comportamentos da natureza, ora partindo de situações de projeto para buscar respostas no meio ambiente, ora partindo das soluções encontradas no meio ambiente para gerar projetos.

Os povos que habitaram a Terra observaram a natureza analisando padrões que viriam a estabelecer as propriedades gerais sobre as coisas, fenômenos e formas (EVES, 1992). Surgiram dessas análises muitas das definições geométricas e matemáticas. O círculo do sol, a espiral dos cipós, o padrão de crescimento das pétalas de uma flor ou das escamas de um peixe, os vértices e arestas dos bicos dos pássaros, das folhas, as curvas das montanhas, dos caminhos na floresta, cilindros em troncos, elipses em seixos, a casa do joão-de-barro, entre infinitas possibilidades.

Tais argumentos servem como ponto de partida para discussões teóricas mais amplas e críticas, buscando não resumir o projeto a apenas solução visual, para estabelecer uma relação interdisciplinar que discute a *esfera* maior na qual o projeto está inserido, na tentativa de desenvolver um projeto consequente diante da relação que mantém com a dinâmica social e cultura.

3 Projeto *Graphica 2019*

No desenvolvimento deste projeto foram exploradas técnicas comuns à metodologia do design (LUPTON, 2013). Como uma das etapas iniciais elaborei um *painel de imagens* reunindo as marcas dos eventos *Graphica* anteriores (fig. 01), com o objetivo de fazer uma documentação destes elementos, analisar e encontrar padrões formais e conceituais. Percebe-se nas marcas das edições anteriores uma relação muito evidente com construções da geometria plana e projetiva, menção a instrumentos de desenho, técnicas de representação, referências a formas geométricas vistas na natureza, recorrência à proporção áurea e à sensação de tridimensionalidade. Em outro painel foram reunidas marcas de eventos semelhantes. Observei, principalmente, a recorrência a um símbolo abstrato que acompanha um logotipo, ora evidentemente bidimensional, ora explorando a tridimensionalidade.

Houve reuniões com a equipe do evento, onde foram definidas, principalmente, características conceituais do projeto. A partir dos temas determinados para guiar a produção científica do evento chegamos aos já citados termos-chave para orientar o projeto: *expressão gráfica, pensamento gráfico e novas tecnologias*. A partir disso elaborei um painel de inspiração que reuniu imagens que representassem estas ideias (fig. 02). Esse painel mostrou, de

maneira ilustrada, as relações geométricas inspiradas na natureza contidas na arte indígena assim como na tecnologia e na norma culta da representação gráfica.

Nos painéis visuais seguintes reuni imagens mais específicas relacionando biomimética, geometria e desenho (fig. 03). São ilustrados num painel diferentes projetos de tecnologias inspiradas na natureza, da máquina voadora de Leonardo da Vinci, uma hélice de reator eólico inspirada nas barbatanas das baleias, um cesto inspirado em teia de aranha, o princípio do velcro que advém de uma pequena planta, e até um satélite em forma de flor. Além disso, em outro grupo (fig. 04), reuni imagens mais voltadas à arte indígena. Percebi que entre as composições existem algumas que se destacam pela tridimensionalidade que representam.

Figura 01 - Coleção das marcas do Graphica em anos anteriores.
Fonte: Adaptado pelo autor.

Figura 02 – Painel de inspiração reunindo as ideias de expressão gráfica, pensamento gráfico e novas tecnologias.
Fonte: Adaptado pelo autor.

Figura 03 - Painel de inspiração reunindo os temas biomimética, geometria e desenho.
Fonte: Adaptado pelo autor.

Figura 04 – Coleção de referências de arte indígena, destaque para padrões com sensação de tridimensionalidade.
Fonte: Adaptado pelo autor.

Estabelecidas as conexões e referências visuais passei a esboçar uma tipografia inspirada nas formas indígenas. Notando um certo destaque da letra G, passei a trabalhá-la como um símbolo para a marca, colocando-o em tamanho maior em relação ao logotipo (fig. 05).

Encontrada uma forma satisfatória, passei a experimentá-la sobre um grid estabelecido a partir de diversos padrões de compreensão do espaço, como a regra dos terços ou a divisão em quadrantes, inscrição no círculo, proporção áurea, pontos médios etc.

A partir do estudo da forma do G percebi que, assim como nos desenhos indígenas, ele apresentava uma sensação de tridimensionalidade, de espacialidade, lembrando uma espécie de caixa ou cerca com uma das faces aberta para dentro. A caixa aberta surgiu como uma nova conexão: como ideia de movimento, de abertura, de revelação de algo que surge dessa abertura (o conhecimento, a surpresa, o novo).

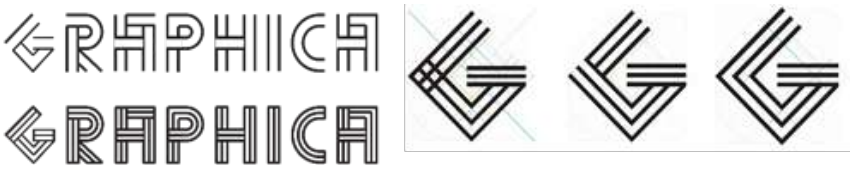


Figura 05 – Experimentações de tipografia e estudos iniciais do símbolo da marca.
Fonte: Autor.

No momento seguinte, pesando em uma maior eficácia de aplicação da marca, busquei encontrar uma tipografia que se relacionasse com as formas do símbolo já desenvolvido, encontrando a solução na família tipográfica Gotham.

Com objetivo de encontrar uma aproximação da marca com o Colégio Pedro II (que sedia o evento) foram escolhidas cores disponibilizadas no manual de marca do colégio, dois tons contrastantes de azul, as únicas cores usadas nas aplicações da marca, com exceção de quando ela aparece sobre fundos coloridos (aplicada na cor branca) e do uso do amarelo ocre em situações pontuais (cor também presente na cartela no manual de marca do colégio). As cores sofreram pequenas alterações em relações às originais, ganhando mais saturação.

Já chegando próximo a uma solução final, me deparei com um problema de alinhamento e centralização do símbolo em relação ao logotipo que poderia dificultar aplicações posteriores. Diante do problema fui levado a realizar um estudo mais amplo, resolvi criar um modelo virtual a partir da forma tridimensional que o desenho do *G* sugeria (fig. 06). Pude, então, com esse modelo, mover a forma no espaço e perceber outras possibilidades. O desenho da letra *G*, como ficou desenhada no símbolo, colocada a uma certa inclinação em relação ao plano horizontal, gera uma vista frontal bastante semelhante ao desenho do *G* (plano) encontrado a partir da inspiração na arte indígena.

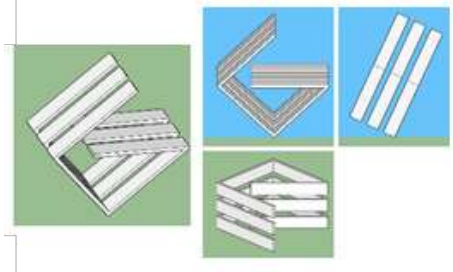


Figura 06 – Modelo virtual 3D do símbolo. Nota-se a semelhança entre a vista frontal com o desenho do símbolo.
Fonte: Autor.

As soluções foram sendo filtradas, discutidas com outras pessoas, até se chegar a uma forma final, que passa por um novo grid (fig. 07), o qual estabelece, mais precisamente, uma lógica geométrica para o movimento de abertura da “caixa” sugerida pela forma do símbolo.

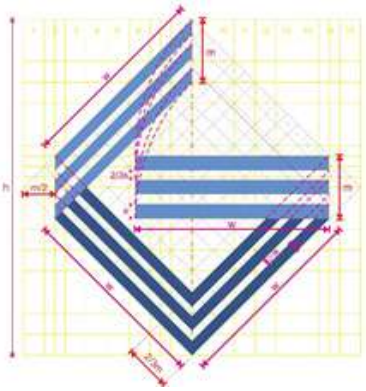


Figura 07 – Ajuste ao grid e lógica de abertura da “caixa”.
Fonte: Autor.

Notei que havia outros modos de perceber o desenho do símbolo, diferentes da vista frontal. Ele acabou gerando uma espécie de ilusão de ótica, de modo que permite ser compreendido também como se fosse visto do alto ou a partir de um plano inferior, o que potencializa a versatilidade da forma (fig. 08).

Outra propriedade que favoreceu a decisão sobre essa forma foi o modo como ela se modifica e gera padrões distintos ao ser rotacionada e/ou espelhada e repetida lado a lado (fig. 09). Além do modo como funcionou em fundos coloridos, ganhando as cores branca e cinza, substituindo os dois tons de azul (fig. 10).

Cheguei então ao símbolo e ao logotipo (fig. 11), que podem ser usados individualmente e que formam o desenho final da marca (fig. 12). A partir de tal forma e dos padrões de repetição encontrados, foram geradas as aplicações posteriores: cartazes, website, postagens nas redes sociais, brindes para o evento, camisetas e demais visualidades (fig. 13).

Figura 08 – distintas perspectivas sobre o símbolo, vista frontal, a partir de um plano inferior e visão aérea. Fonte: Autor.

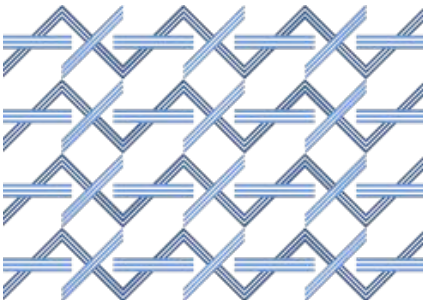


Figura 09 – padrão gerado pela repetição e rotação do símbolo, mostrado os seus encaixes e versatilidade. Fonte: Autor.

Figura 10 – recorte de postagem para rede social, mostra aplicação da marca em branco e cinza sobre fundo colorido.
Fonte: Autor.

Figura 11 – logotipo em destaque em aplicação horizontalizada da marca.
Fonte: Autor.

Figura 12 – Desenho final da marca. Uma característica fundamental resultante desta composição é a sua verticalidade e como se relaciona com um eixo central.
Fonte: Autor.

4 Conclusão

O projeto da marca *Graphica 2019* se tornou uma valorosa oportunidade de exercitar uma práxis em design gráfico. Primeiro por estar relacionado a um evento consagrado no campo da representação gráfica, que promove conhecimento, ciência e tecnologia. Segundo por poder desenvolver um projeto, aliado a uma produção acadêmica, discutindo questões sobre o contexto social e de produção de cultura. Questões interdisciplinares que estão diretamente relacionadas à produção de design visual.

Referências

ANDRADE, Gabriela Rabelo. **Biomimética no Design: Abordagens, Limitações e Contribuições para o Desenvolvimento de Produtos e Tecnologias**. Dissertação Mestrado em design) – Universidade do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2014.

BARTHES, Roland. **Mitologias**. Bartrand Brasil. Rio de Janeiro. 1993.

CHAUÍ, Marilena**. Brasil: mito fundador e sociedade autoritária**. Fundação Perseu Abramo. 2000.

EVES, Howard. **História da geometria**. Atual. São Paulo. 1992.

FORTY, Adrian. **Objetos de Desejo**. Cosac Naify. São Paulo. 2013.

FREIRE, José Ribamar Bessa. **Cinco Ideias Equivocadas Sobre os Índios.** Palestra proferida no dia 22 de abril de 2002 no curso de extensão de gestores de cultura dos municípios do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/cinco_ideias_equivocadas_jose_ribamar.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2019.

GRUPPI, Luciano. **O conceito de Hegemonia em Gramsci**. Graal. Rio de Janeiro. 1978.

LUPTON, Ellen. MILLER, Abbott. **Design, Escrita, Pesquisa: a escrita no design gráfico**. Bookman. 2011.

LUPTON, Ellen**. Intuição, Ação, Criação**. G. Gili. São Paulo. 2013.

VIDAL, Lux (organizadora). **Grafismo Indígena: estudos de antropologia estética**. Estúdio Nobel; EDUSP. São Paulo. 2000.

VILLAS-BOAS, André. **Identidade e Cultura**. 2AB. Rio de Janeiro. 2009.

_____. **O que é e o que nunca foi design gráfico**. 2AB. Rio de Janeiro. 2007.

RIO 2019
GRAPHICA

ARTIGOS

APLICAÇÃO:

Conexões entre o pensamento gráfico e as tecnologias

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

RÉPLICA DE OBJETOS DE ARTE POR MEIO DE FOTOGRAMETRIA E PROTOTIPAGEM RÁPIDA

FERREIRA, Cristiano Corrêa[1],
LUCAS, Francisco Carlos Rodrigues[2],
TRANJAN, Cristina Grafanassi[3].

Resumo

O presente trabalho consiste no desenvolvimento de uma réplica em escala reduzida da estatueta de Sileno com Dionisio, que é fundamentada em uma escultura grega antiga, do século IV a.C, feita em bronze, por Lisipo. Atualmente a tecnologia é uma ferramenta necessária para se manter viva a memória de monumentos que marcaram uma época. Além disso, é possível divulgar a história mediante a apresentação do modelo virtual e/ou protótipo em escolas e museus, sendo possível não somente visualizar, mas também manusear e manipular por pessoas com algum tipo de deficiência, como por exemplo, deficientes visuais. Para viabilizar o desenvolvimento da réplica foram utilizadas técnicas de modelagem 3D através de fotogrametria e da prototipagem rápida por meio de impressora 3D. O resultado foi um modelo virtual 3D da estátua e um modelo do protótipo na escala de 1/200.

Palavras-chave: fotogrametria; prototipagem rápida; estátua.

Abstract

The present work consists in the development of a small scale replica of the statuette of Sileno with Dionisio, which is based on an ancient greek sculpture, from the 4th century bC, made in bronze, by Lisipo. The technology is currently a necessary tool to keep alive the memory of monuments that marked an era. In addition, it is possible to spread the story by presenting the virtual model and/or prototype in schools and museums, where it will be possible not only to visualize, but also to manipulate and even handle by people with some kind of disability, such as the visually impaired. To make feasible the development of the replica was used 3D modeling techniques through photogrammetry and rapid prototyping through a 3D printer. The result was a virtual 3D model of the statue and a model of the prototype in the scale of 1/200.

Keywords: photogrammetry; rapid prototyping; statue.

[1] Universidade Federal do Pampa / cristiano.unipampa@gmail.com
[2] Universidade Federal do Pampa / f_luks@msn.com
[3] Universidade Federal do Rio de Janeiro / crisgtranjan@globo.com

1 Introdução

Esse trabalho tem por objetivo reproduzir em impressão 3D a Estatueta de Selênio com Dionísio Criança (Arte Grega), que pertenceu à Academia Imperial de Belas Artes e foi encomendada no século XIX na Europa. Para tal foram utilizados os métodos de fotogrametria e prototipagem rápida em impressora 3D.

Essa proposta justifica-se por acreditar que as cidades abrigam em seu espaço urbano, estátuas, bustos e outros monumentos que representam o passado, de acordo com o artigo do Portal Educação (2019). Na concepção do autor, uma das ideias que levam à construção e preservação dos monumentos é eternizar a memória bem como "garantir a lembrança da vida da cidade em outros tempos, comemorar personagens e acontecimentos, celebrar o passado." (PORTAL EDUCAÇÃO, 2019)

Para entender a escolha da peça utilizada como modelo no presente trabalho, é necessário fazer um resgate histórico do ensino das artes no país. Com a vinda da Corte de Portugal para o Brasil, em 1808, o país passa a ocupar lugar de destaque no cenário internacional, e como consequência, o Rio de Janeiro passa por um processo de crescimento acelerado e desordenado.

Para adequar a cidade a seu novo status de sede da Corte, diversas medidas foram implantadas, tais como construções nos padrões europeus, fugindo dos padrões manuelinos da época (estilo arquitetônico no Brasil de então, em alusão ao rei D. Manoel de Portugal), abertura de ruas e implantação de infraestrutura.

Foram elaborados diversos projetos para "embelezar" e urbanizar a então sede da Corte de Portugal, residência da Família Real, e um deles, consequência da influência da vida cultural europeia, foi a iniciativa de D. João de formar uma missão artística para inserir o país nesse contexto.

Era necessário adequar o país aos padrões culturais europeus, difundir a arte e a cultura europeias na cidade, e D. João resolveu trazer profissionais de diversos setores das artes para estimular e reproduzir o estilo europeu nas terras brasileiras. Assim, em 26 de março de 1816 chegou ao Brasil a Missão Artística Francesa, composta por artistas franceses, como arquitetos, escultores e pintores, entre esses, artistas de renome tais como Jean-Baptiste Debret e Nicolas-Antoine Taunay e liderada por Joachin Lebreton, secretário da seção de Belas Artes do *Institut de France*, a quem coube a tarefa de selecionar o grupo.

Já em 12 de agosto do mesmo ano, D. João fundou a Escola Real de Ciências, Artes e Ofício, que posteriormente se tornou Academia Imperial de Belas Artes. A finalidade da Escola Real de Ciências, Artes e Ofício seria a de transmitir e ensinar arte, e se justificava porque:

> Uma escola desta feição se tornava cada vez mais necessária para a formação de profissionais especializados para servirem ao Estado e às indústrias nascentes, quando no país até então praticamente nada existia em termos de ensino regular e a tradição artística se transmitia através do antigo sistema das corporações. (ACADEMIA IMPERIAL DE BELAS ARTES, 2019)

Com isso, dava-se início, no Brasil, ao ensino sistemático das artes e da arquitetura civil. Entretanto, passaram-se dez anos antes que a Academia efetivamente existisse, por motivos tais como a resistência cultural dos brasileiros com as artes, e principalmente com

os franceses. Para vencer tais entraves, alguns artistas da Missão tomaram a iniciativa e começaram a ministrar aulas no centro da cidade, em imóvel alugado por eles.

Em 1826, foi inaugurado o prédio da Academia Imperial de Belas Artes, também no centro da cidade, uma das expressões arquitetônicas de estilo neoclássico mais marcantes no país. Infelizmente do prédio resta apenas o frontão, de autoria de Grandjean de Montigny, após a demolição em 1938, hoje instalado no Jardim Botânico.

Com a Instauração do sistema republicano no Brasil em novembro de 1889, a Academia Imperial de Belas Artes passou a se chamar Escola Nacional de Belas Artes, sendo incorporada em 1931 à Universidade do Rio de Janeiro, posteriormente Universidade do Brasil.

Em 1937, todo o seu o acervo foi desmembrado e dividido entre o Museu Nacional de Belas Artes, na Cinelândia, e a Escola Nacional de Belas Artes, que ficou com a parte voltada ao ensino.

Até 1975 a Escola estava instalada no prédio do Museu, quando foi transferida para o prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, na Cidade Universitária, Ilha do Fundão, tendo o nome alterado para Escola de Belas Artes (EBA) em 1971. Seu acervo foi dividido pelas salas e ateliês do prédio. Para poder cuidar melhor das obras, a Escola criou o Museu D. João VI, que foi instalado no segundo andar do prédio. Em 2006, o Museu foi transferido para o sétimo andar do prédio, nas dependências da EBA.

> Sua finalidade era a de preservar a memória do ensino artístico oficial e de fomentar o estudo e a pesquisa da História da Arte Brasileira. Ele veio responder à necessidade da criação de um espaço institucional de preservação do patrimônio e memória do ensino de arte, reunindo obras da produção da Academia Imperial de Belas Artes, da ENBA e parte da história recente da EBA/UFRJ. (ESCOLA DE BELAS ARTES, 2019).

O Museu D. João VI pode ser descrito em números: seu acervo tem 800 gravuras, 837 desenhos, 65 desenhos arquitetônicos, 480 pinturas, 560 esculturas, 595 diplomas de premiação, 253 porcelanas, 167 fotografias, 47 obras têxteis, 22 móveis, 9 vitrais e 4.928 moedas/medalhas, compreendendo duas coleções distintas: a Coleção Didática e a Coleção Ferreira das Neves. O acervo é formado por obras de alunos e docentes, feitas para concursos diversos ou para provas de acesso ao corpo docente da instituição, e material didático de diversas disciplinas da Escola. É usado como laboratório nas disciplinas de restauração, sendo ainda uma fonte de pesquisa de valor inestimável para alunos de graduação e de pós-graduação, do Brasil e do exterior, para a compreensão da arte brasileira nos séculos XIX e XX. (ESCOLA DE BELAS ARTES, 2019).

A cópia de moldagens era etapa essencial no processo de aprendizagem do desenho no sistema acadêmico. O primeiro passo era a cópia de gravuras, o segundo, a cópia de moldagens de gesso e o terceiro e último, o exercício de modelo vivo.

Na coleção da Academia, a maioria das moldagens de gesso refere-se à estatuária antiga, e em escala menor, ao Renascimento italiano.

A peça escolhida como protótipo para a impressão 3D, objeto do presente trabalho, faz parte de uma coleção de moldagens do Museu D. João VI (assim como do MNBA), e está catalogada no acervo do Museu como Moldagem Nº 2177, de dimensões de 62,0 x 21,0 x 23,0 cm. Pertenceu à Academia Imperial de Belas Artes e foi encomendada no século XIX na Europa, especialmente a dois museus: do Louvre e do Vaticano.

O prédio da Reitoria da UFRJ sofreu um incêndio em outubro de 2016, ainda hoje estando interditado do quinto ao oitavo andar. O Museu D. João VI está com acesso restrito por causa das condições do prédio, e a criação de um acervo virtual, com a reprodução em 3D das peças do museu, se torna de relevante importância para pesquisadores, estudantes e professores.

2 Revisão bibliográfica

Segundo Céron et al. (2017) o avanço da tecnologia nos últimos anos beneficia diversas áreas. Nesse sentido, novos sistemas e equipamentos proporcionam diversas possibilidades como, por exemplo, no contexto cultural, onde é possível perceber cada vez mais o uso de tecnologias para apresentar espaços, produtos e equipamentos para visitação, lazer e entretenimento. Através dessas técnicas é possível conhecer lugares, objetos e monumentos de forma interessante e dinâmica, estimulando a descoberta e, ao mesmo tempo, despertando a curiosidade. Um exemplo concreto pode ser verificado através das técnicas de modelagem 3D por meios de scanners e/ou fotos através da fotogrametria. A partir desse ponto é possível construir e projetar protótipos de ambientes virtuais, que no futuro apresentam-se como uma ferramenta de aprendizagem para estudantes, o que permite melhorar e/ou reforçar o conhecimento histórico.

Em relação a fotogrametria, Muller Filho (2015) destaca que a vantagem de utilizar a técnica é que ela é bem mais barata do que outras como, por exemplo, a digitalização a laser através do uso de scanners 3D. No entanto, as desvantagens estão relacionadas ao fato de necessitar de um operador com experiência para que se consiga um melhor nível de detalhamento, bem como, é necessário realizar a calibragem de imagens.

O trabalho de Batistela et al. (2017) teve como objetivo comparar cinco sistemas de digitalização (Photoscan®, 123dCatch®, ReCap360®, PPT-GUI® e OpenMVG® +MVS®) quanto à operabilidade e qualidade das malhas 3D geradas a partir de 42 fotografias de um crânio seco, tomadas com um smartphone. Ao final observaram que cada ferramenta obteve resultados satisfatórios dentro de suas particularidades. Photoscan® teve operabilidade e resultados bons, porém seu custo pode ser um obstáculo. ReCap360® e 123dCatch® são fáceis de operar, mas dependem de Internet e possuem funcionalidade limitada.

Para Ceron et al. (2017), as representações em 3D permitem gerar na mente do indivíduo a motivação para visitar locais e explorar objetos, servindo como um eficiente instrumento de aprendizagem. Conforme relato de Ferreira (2004):

> A digitalização tridimensional tem operado uma revolução, às vezes bastante visível, mas às vezes ainda silenciosa, nos últimos anos na nossa vida quotidiana. A necessidade imperiosa de adicionar uma dimensão a uma visualização do mundo que nos rodeia tem tornado essencial o papel das tecnologias que suportam esta revolução, nomeadamente a mais onipresente visão por computador. Resumindo, a inspeção de objetos e cenas tridimensionais, seja na ciência, na indústria, ou qualquer outro campo de aplicação, deixou de se basear na detecção de apenas algumas das suas características particulares e passou a significar a recuperação completa da geometria visível desses objetos e dessas cenas.

Flores (2012) desenvolveu um trabalho análogo onde foi realizada a requalificação da estatueta do Laçador, que é um símbolo do povo gaúcho, com uso de tecnologia 3D por

meio de scanner 3D e prototipagem rápida. Vale destacar dessa investigação que um dos objetivos foi contribuir com a preservação da memória coletiva de um monumento que é patrimônio histórico e cultural do Rio Grande do Sul.

Para Macedo (2011) a prototipagem auxilia no processo de desenvolvimento de produtos, uma vez que possibilita a simulação em escala real, permitindo a identificação de erros de projeto. No trabalho apresentado pelo autor foi feita a comparação de dois processos de Prototipagem Rápida: Estereolitografia e FDM (Modelagem por Deposição de Material Fundido), utilizando para tal duas peças de mesma geometria, fabricadas por duas instituições tecnológicas distintas. Ao final detectou que o ganho de tempo é o ponto estratégico do projeto, a tecnologia mais adequada seria a estereolitografia, mas quando o fator estratégico for o custo deve-se adotar a tecnologia FDM. Já no que se refere à flexibilidade e qualidade dos protótipos rápidos, é possível afirmar que ambas as tecnologias possuem alta qualidade e flexibilidade, com sutis diferenças entre si, que também deverão ser consideradas no momento da escolha.

A motivação para a realização desse trabalho está no crescente potencial de reproduzir, construir e projetar protótipos a partir de modelos reais como forma de perpetuar a geometria dessas obras de arte que depois de sofrerem desgaste e/ou deformações como fissuras, são difíceis de restaurar novamente.

3 Metodologia do trabalho

Essa pesquisa se caracteriza por ser um estudo de caso que fundamentou-se nas seguintes etapas: primeiramente o objeto foi colocada em um suporte a um metro do chão de modo que fosse possível realizar diferentes fotos em diversos ângulos e posições, e foram coletadas inúmeras fotos da Estatueta de Selênio com Dionísio Criança (Arte Grega), de forma sucessiva, até completar todo o entorno do objeto; a segunda etapa representou o momento em que essas imagens foram levadas para o *software* de fotogrametria denominado *RECAP* da *Autodesk* que modelou a estatueta em 3D. A terceira etapa significou o momento em que o modelo 3D representado na etapa anterior foi salvo em arquivo do tipo “STL” e enviado para o software CAM de prototipagem *REPETIER HOST,* que fez a leitura e a prototipagem da peça em uma escala inferior ao tamanho original. A Figura 1 mostra o fluxograma das etapas de desenvolvimento do modelo.

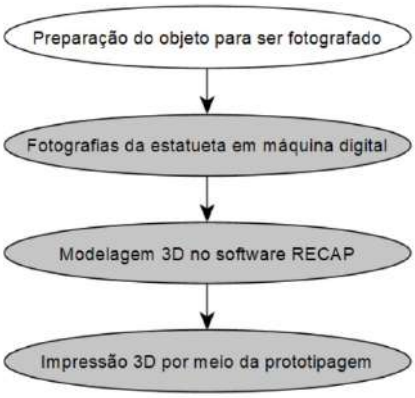


Figura 1 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento do modelo.
Fonte: Autores, 2019.

A seguir nos itens 3.1 e 3.2 serão apresentadas as principais etapas da modelagem e prototipagem de maneira mais detalhada.

3.1 Fotogrametria

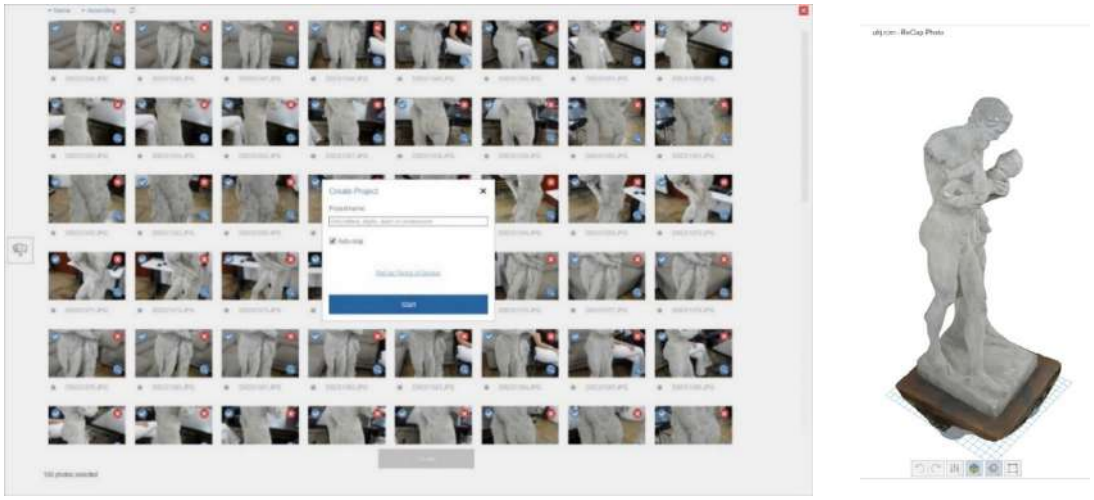
De acordo com Luiz Coelho e Jorge Nunes (2007), etimologicamente, a palavra fotogrametria (cujos radicais vêm do grego: *photon* [luz], *graphos* [escrita] e *metron* [medições]) significa medições executadas através de fotografias. Entretanto, o consenso geral define tal termo, grosso modo, como a ciência e tecnologia de se obter informação confiável por meio de imagens adquiridas por sensores, seja ela sob a forma de um mapa, lista de coordenadas, modelo tridimensional ou qualquer outro modo de representação geometricamente classificado dentro de tolerâncias de precisão ou exatidão desejáveis.

A primeira etapa representou o momento em que a imagem foi fotografada através de uma máquina fotográfica digital modelo Cyber Shot Sony no interior do gabinete da Decania do Centro de Letras e Artes, localizado no prédio da Reitoria, no campus Cidade Universitária, da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ). A Figura 2 (A, B e C) ilustra as imagens da Estatueta sendo fotografada, quando foram tiradas aproximadamente 100 fotos de maneira sucessiva ao redor da imagem, no sentido anti-horário, com o intuito de ilustrar o máximo de detalhes do modelo.

(A) (B) (C)

Figura 2 – Representação fotográfica do modelo
(A) Modelo na vista de Frente (B) Modelo visto de lado (C) Modelo visto na posição posterior.
Fonte: Autores, 2019.

A Figura 3 (A e B) marca uma síntese do que foi realizado na Fotogrametria. Nessa etapa as imagens obtidas na etapa anterior em formato “JPG” foram encaminhadas para o *software* da *Autodesk RECAP*, cuja versão se encontra localizada no computador de IP 192.168.0.8, obtida para fins educacionais.



(A) (B)

Figura 3 – Etapas de Modelagem 3D do RECAP – (A) Carregamento das Fotos; (B) Tela do *Recapphoto* com o modelo.
Fonte: autores, 2019.

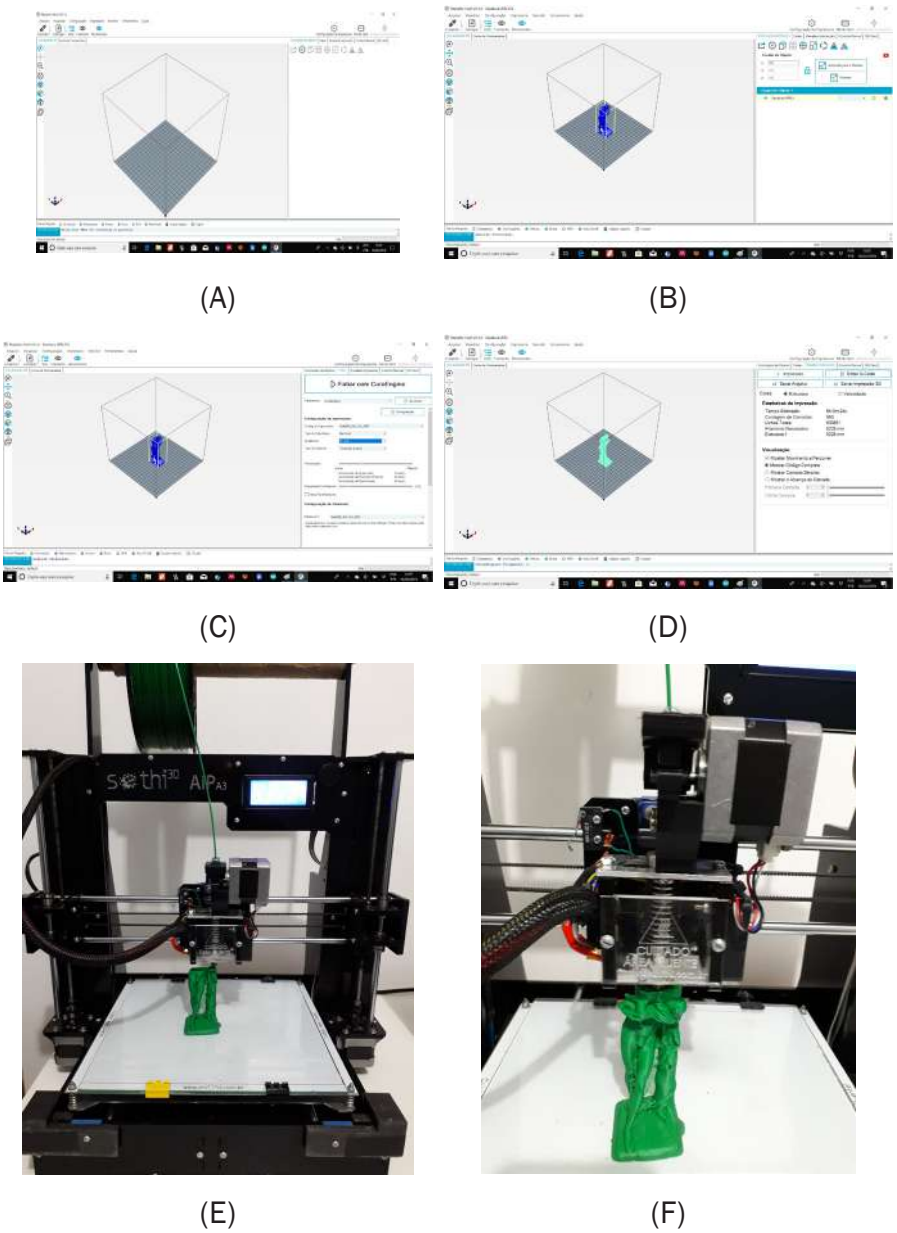
A fotogrametria ocorre da seguinte forma: no RECAP é necessário selecionar a opção: "escolha da forma de adição das imagens JPG". A Figura 3 (A) mostra a imagem com a opção "carregamento das fotos" e na sequência é necessário selecionar a opção "criação de um novo projeto de modelagem", que caracteriza o momento em que foi feito o *upload* do projeto para a nuvem pessoal. As próximas etapas são referentes ao *download* do modelo e tela do *RECAPPHOTO,* de acordo com Figura 3 (B) do modelo.

3.2 Prototipagem

De acordo com Coser (2010) o processo de prototipagem rápida corresponde a um sistema de produção e saída da peça física gerada via CAD. Segundo o autor a prototipagem corresponde a dois estágios, onde o primeiro é denominado de virtual (modelo CAD) e o segundo corresponde a fase em que o modelo é gerado, ou seja, inicialmente o modelo 3D (virtual) é decomposto em camadas e cada um destes seguimentos é confeccionado por adição de material.

A tecnologia de impressão 3D utilizada foi a FDM que constrói o modelo por extrusão de filamentos de polímeros, aquecidos num cabeçote com movimentação nas coordenadas x e y, além de uma plataforma movimentando-se no sentido vertical do eixo z. Além disso, possuem um cabeçote onde o fio do material termoplástico é direcionado por guias rotativas, a atravessar o bico extrusor aquecido, construindo por sua vez, camada a camada, o modelo e os suportes de sustentação.

As Figuras 4 (A, B, C e D) ilustram as etapas que foram seguidas no Repetier Host e Cura Engine para realizar a etapa da prototipagem. Já as Figuras 4 (E e F) mostram uma peça sendo impressa na Impressora de marca AIP3 da empresa Sethi- 3D.



(A) (B)

(C) (D)

(E) (F)

Figura 4 – Etapas da prototipagem rápida – (A) Tela inicial do *Repetier Host*; (B) Carregamento da imagem STL e escala do objeto; (C) Fatiamento no *CuraEngine;* (D) Características de impressão do modelo; (E e F) Peça durante impressão.
Fonte: Autores, 2019.

A Figura 4 (A) mostra o momento em que a peça está sendo carregada no *software Repetier Host*. Nesse sentido, foi necessário clicar no ícone "carregar" e procurar o arquivo do tipo STL da respectiva peça que irá abrir na tela. A imagem da Figura 4 (B) mostra a projeção 3D da peça no programa, no entanto, é necessário clicar no ícone localizado no canto superior direito para ajustar a escala para (100x100x100), que indicam a altura, largura e profundidade, onde diminuiu-se 100 vezes o objeto em relação ao tamanho original. Na Figura 4 (C) foi realizado o fatiamento, que significa a preparação da peça para a impressão pelo dispositivo *CuraEngine,* com configuração de 0,15mm de preenchimento, polímero ABS de coloração verde e com material *suporte tocando a base.*

Na barra do lado direito mostrada na Figura 4 (D), após clicar na opção “fatiar com *CuraEngine*” da Figura 4 (C), nota-se que o tempo de impressão da peça foi de 6 horas 24 minutos e 30 segundos, com um total de 963 camadas. As Figuras 4 (E e F) mostram a peça sendo impressa na impressora 3D durante o período de 6 horas.

A Figura 5 (A, B e C) a seguir mostra a peça em diferentes posições já impressa.

(A)

(C)

(B)

Figura 5 – Estatueta Impressa - (A) Imagem vista de frente; (B) Imagem vista pela posterior; (C) Imagem vista pela lateral.
Fonte: Autores, 2019.

A Figura 5 mostra a estatueta já impressa, lembrando que a imagem foi impressa em uma escala 100 vezes menor em relação ao tamanho original, e que pelo fato de já termos o modelo original obtido por fotogrametria e salvo em arquivo STL, é possível reproduzi-la em diferentes escalas e consequentemente em distintos tamanhos.

4 Conclusão

A experiência obtida no desenvolvimento do protótipo da estatueta de Selênio com Dionísio Criança (Arte Grega) mostrou-se extremamente eficaz, haja vista a precisão das informações disponibilizadas por meio do método obtido na fotogrametria e na impressão 3D. Com a metodologia e os softwares utilizados, foram obtidos resultados satisfatórios, e o protótipo impresso foi bem fiel ao objeto real. Além disso, vale lembrar que a partir dessa experiência será possível construir um banco de dados com modelos diversos. Os modelos projetados em 3D podem ser também projetados e modelados em ambiente de realidade virtual, o que permite ampliar o acesso de mais pessoas em prol de reforçar o conhecimento da história.

Pretendemos com esta pesquisa, dar continuidade ao trabalho, selecionando outras peças para realizar a fotogrametria e posterior impressão 3 D por prototipagem rápida, perpetuando um acervo com obras de valor inestimável para a preservação da história das artes no Brasil.

A próxima etapa do presente trabalho será reconstruir o acervo escultórico do Museu D. João VI da Escola de Belas Artes, construindo assim, um Museu Virtual, com peças que não podem ser manipuladas fisicamente por medida de proteção ao acervo, se tornando acessíveis para pesquisa e estudo. Assim, este trabalho mostra-se possível em função do aprimoramento da tecnologia disponível.

Agradecimentos

Agradecemos à professora Benvinda de Jesus Ribeiro, da Escola de Belas Artes, que selecionou e intermediou o empréstimo da peça a ser fotografada. Agradecemos ainda à equipe do Museu D. João VI que autorizou o empréstimo.

Referências

Academia Imperial de Belas Artes. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Academia_Imperial_de_Belas_Artes. Acessado em janeiro de 2019.

Escola de Belas Artes. Disponível em: http://www.eba.ufrj.br/index.php/eba/museu-d-joao-vi. Acessado em janeiro de 2019.

BATISTELA, Giulia Cristina; DA COSTA MORAES, Cícero André; MIAMOTO, Paulo. **Comparação entre cinco sistemas de digitalização 3D por fotogrametria aplicados à antropologia forense e odontologia legal**. RBOL-Revista Brasileira de Odontologia Legal, v. 4, n. 3, 2017.

Portal Educação. **Monumento Histórico, Bustos, Estátuas: o que eles representam?.** Disponível em: https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/monumento-historico-bustos-estatuas-o-que-eles-representam/24231. Acessado em fevereiro de 2019.

CERÓN, Marla Alejandra López et. al. **Conhecendo regiões da Colômbia através de um ambiente 3D**. In: Nuevas Ideas em Informática Educativa, v. 13, p. 500 – 505. Santiago do Chile, 2017.

COELHO, Luiz; BRITO, Jorge Nunes. **Fotogrametria digital**. EdUERJ, Rio de Janeiro, 2007.

CÓSER, Thiago José et al. **Possibilidades da produção artística via prototipagem rápida= processos CAD/CAM na elaboração e confecção de obras de arte e o vislumbre de um percurso poético individualizado neste ensaio**. Dissertação de mestrado. Instituto de Artes. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010.

FERREIRA, Joao Filipe. **TELE-3D um scanner para registo tridimensional de objectos. Dissertação de Mestrado**. Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores da Fac. de Ciências e Tecnologia da Univ. de Coimbra. Portugal, 2004.

FLORES, A. B. H. **Design, território e tecnologia 3D na preservação cultural em suporte material sustentável: estudo de caso do monumento "O Laçador"**. Dissertação de mestrado. PGDesign. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

MACEDO, Graciele Marcela Almeida. **A Utilização de Tecnologias de Prototipagem Rápida no Processo de Desenvolvimento de Produto: um estudo de caso**. In: VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro, 2011. Anais. Disponível em: http://www.inovarse. org/filebrowser/download/8673. Acessado em janeiro de 2019.

MULLER FILHO, Alexandre Victor et al. **Captura da realidade por laser scanner e fotogrametria para a geração de BIMs**. TCC Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENHO, GEOMETRIA E BIOINFORMÁTICA: A IMPORTÂNCIA DE CONHECIMENTOS DE GEOMETRIA PARA INTERPRETAÇÃO DE DADOS BIOLÓGICOS

PIRES, Vicente Salgado,
DE MESQUITA, Joelma Freire

Resumo

Este artigo tem o propósito de destacar a importância do conhecimento de geometria plana e espacial desenvolvidos na disciplina desenho na educação básica para a melhor compreensão e análise de dados biológicos, particularmente no estudo de bioinformática estrutural. A vasta quantidade de dados biológicos disponível requer ferramentas computacionais capazes de extrair informações significativas. A linguagem geométrica é a forma mais objetiva para comunicação de vários desses dados. O entendimento de noções de geometria, além disso, permite a visualização de formas mais simplificadas de processos abstratos, podendo ajudar a gerar informações a partir de uma grande quantidade de dados e, portanto, essa interconexão é central para o desenvolvimento da pesquisa em biologia estrutural.

Palavras-chave: Geometria, Bioinformática, Biologia Estrutural

Abstract

The purpose of this paper is to highlight the importance of knowledge of planar and spatial geometry, developed in geometry classes, for a better understanding of biological data, particularly of structural biology. The ample amounts of biological data available require computational tools to extract signifying information from them. Geometric language is the most objective form to report a lot of those types of data. Moreover, the understanding of notions of geometry allows the visualization of simplified versions of abstract processes, therefore this communication is central to the development of researches in structural biology.

Keywords: Geometry, Bioinformatics, Structural Biology

[1]visalpi1@hotmail.com
[2]UNIRIO, jomesquita@gmail.com

1 Introdução

A Bioinformática se propõe a compreender as funções biológicas. Possui caráter multidisciplinar agregando áreas distintas do conhecimento como a biologia molecular, a matemática, a física, a química, a estatística, a engenharia de softwares, a ciência da computação, necessitando de métodos computacionais e algoritmos matemáticos para armazenar e relacionar dados biológicos. Os modelos moleculares são importantes na pesquisa da origem de doenças e na busca por fármacos que as combatam. Nesse contexto, o conhecimento geométrico é fundamental para a visualização e entendimento dos modelos moleculares pesquisados na Bioinformática. Araujo et al (2016) destacam que a "união entre a informatização e a moderna biologia molecular contribuiu contundentemente para o surgimento dessa nova área do conhecimento" (ARAUJO et al, 2016, p.3): a Bioinformática.

Os conceitos da geometria permeiam as ciências, tanto em formalismos matemáticos quanto em representações gráficas para o entendimento de conceitos abstratos. A geometria também auxilia na extrapolação de conceitos matemáticos visualizáveis para espaços vetoriais abstratos, por exemplo, no entendimento por analogia uma transformação pontual no espaço quadridimensional, que não é visualizável por si só, tendo como base as de espaços tridimensionais.

Análises de bioinformática são recursos insubstituíveis para a obtenção de dados biológicos, sobretudo os que lidam com grande quantidade de dados ou cálculos. No estudo de proteínas e peptídeos, programas de bioinformática podem gerar e analisar dados sobre patogenicidade (DE BAETS et al., 2012)together with copy number variation, the primary source of variation in the human genome and are associated with phenotypic variation such as altered response to drug treatment and susceptibility to disease. Linking structural effects of non-synonymous SNVs to functional outcomes is a major issue in structural bioinformatics. The SNPeffect database (http://snpeffect.switchlab.org, estrutura tridimensional (FISER; ŠALI, 2003), dentre outras, podendo fornecer subsídios para novas terapêuticas, como o desenho racional de fármacos e a medicina de precisão.

A discussão do papel da geometria na compreensão de dados biológicos, ainda que clara, não é muito explorada na literatura. Portanto, esse trabalho objetiva alertar para a importância do ensino de desenho para a melhor compreensão de dados biológicos, particularmente no estudo de bioinformática estrutural. Para tanto, se utilizará a revisão bibliográfica, tanto para conceituação básica quanto para exemplificação de aplicações mais avançadas desses conceitos.

2 Revisão bibliográfica

As representações gráficas bi e tridimensionais são utilizadas em diferentes áreas do conhecimento como objetivo de melhorar a visualização e consequentemente a comunicação. Soares (2005) ressalta a importância do desenho, acompanhando a evolução do ser humano desde idade da pedra até a era dos projetos e maquetes digitais.

> O desenho, como linguagem visual e forma de expressão, é ancestral e localizar sua origem no tempo só é possível aproximadamente. De qualquer forma, as imagens desenhadas, ainda que eventualmente distantes da realidade, sempre foram um dos meios mais eficazes de transmissão de informações,

> conhecimentos, emoções e ideias, desde as pinturas rupestres até a arte digital ou aos modernos projetos de engenharia e design. (SOARES, 2005, p.1).

Corroborando com Soares (2015), Massironi (2015) destaca a característica multidisciplinar do desenho.

> De facto, esta técnica essencial e primária, baseada nos processos da visão, encontra meios e matizes para se adaptar às mais variadas exigências. Ela vai desde a ilustração das funções taxonômicas das ciências da natureza, às descrições expressivas da ilustração artística; da coordenação dos traçados na elaboração de um projeto técnico, à explicação num diagrama do complexo conjunto de dados interrelacionados entre si; (...) ao contribuir para tornar compreensível, porque traçada com um sinal, a hipótese teórica da interligação das partículas da matéria; até exprimir, talvez com uma garatuja, a projeção do mundo afectivo da criança. (MASSIRONI, 2015, p.2).

Kopke (2006) evidencia o aspecto transdisciplinar da geometria, destacando "como várias áreas e saberes se unem e se interconectam através da geometria, necessitando do desenho ou da imagem para representá-los" (KOPKE, 2006, p.79).

Tal interconexão fica evidenciada em alguns artigos publicados nos anais do *International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design* – Graphica, que destacam a importância da expressão gráfica em diversas áreas do conhecimento. Santos et al (2001) divulga o estado da arte de pesquisas na área da computação gráfica que incluem o processamento de imagens tridimensionais. Santos, Tavares, Izar (2015) destacam a necessidade da inclusão da disciplina desenho na educação básica, objetivando "estimular e desenvolver habilidades e competências que incluam a visualização e interpretação bi e tridimensionais" (SANTOS, TAVARES, IZAR; 2015, p.173).

Verli (2014) ressalta a questão da representação tridimensional utilizada na Bioinformática Estrutural "aborda questões biológicas de um ponto de vista tridimensional, abrangendo a maior parte das técnicas compreendidas pela química computacional ou modelagem molecular" (VERLI, 2014, p.3).

3 Discussão

A discussão de geometria em ciências biológicas é particularmente importante para a bioquímica teórica. As coordenadas cartesianas [x; y; z] situam um objeto em relação a um referencial. Verli (2014) mostra a que a representação tridimensional de uma molécula via posição geométrica prescinde do conhecimento sobre coordenadas cartesianas, ângulos, conceitos desenvolvidos na geometria espacial e plana.

> A representação tridimensional de uma molécula pode ser dada pela posição geométrica de seus átomos em um sistema de coordenadas cartesianas (x, y, z) ou pelas chamadas coordenadas internas. Nesta última, para cada átomo são fornecidas informações relativas ao comprimento de ligação, ângulo de ligação e ângulo de torção (ou ângulo diedral). (VERLI, 2014, p. 153).

Conceitos fundamentais como os de coordenadas cartesianas e coordenadas internas (Figura 1) baseiam o formato mais comum para arquivos com as coordenadas atômicas de estruturas mo-

leculares resolvidas por difração de raio-X ou RMN (com extensão .pdb, como visto quando aberto no bloco de notas). Esse mesmo arquivo, quando aberto por um programa de visualização de estruturas, como o UCSF Chimera (PETTERSEN et al., 2004) permite a compreensão visual da estrutura.

(A) Sistema de coordenadas cartesianas

NOME	NATM	ATM	RES	CAD	NRES	COORDX	COORDY	COORDZ	OCUP	BETA	ELEM
HETATM	1	C1	ETH	A	1	3.108	0.653	-8.526	1.00	0.00	C2H6
HETATM	2	C2	ETH	A	1	4.597	0.674	-8.132	1.00	0.00	C2H6
HETATM	3	1H1	ETH	A	1	2.815	-0.349	-8.761	1.00	0.00	C2H6
HETATM	4	2H1	ETH	A	1	2.517	1.015	-7.711	1.00	0.00	C2H6
HETATM	5	3H1	ETH	A	1	2.956	1.278	-9.381	1.00	0.00	C2H6
HETATM	6	1H2	ETH	A	1	4.748	0.049	-7.277	1.00	0.00	C2H6
HETATM	7	2H2	ETH	A	1	5.187	0.312	-8.947	1.00	0.00	C2H6
HETATM	8	3H2	ETH	A	1	4.890	1.676	-7.897	1.00	0.00	C2H6

(B) Sistema de coordenadas internas

NATM	ATM	BOND	REF1	ANG	REF2	TORC	REF3
1	C						
2	C	1.54	1				
3	H	1.00	1	109.5	2		
4	H	1.00	2	109.5	1	180.0	3
5	H	1.00	1	109.5	2	60.0	4
6	H	1.00	2	109.5	1	-60.0	5
7	H	1.00	1	109.5	2	180.0	6
8	H	1.00	2	109.5	1	60.0	7

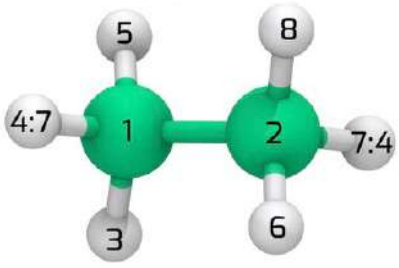


Figura 1 - Exemplo de arquivos .pdb para a molécula de etano observados no bloco de notas
Fonte: VERLI, 2014, p.155.

A figura 1A mostra o bloco de notas do sistema de coordenadas para a molécula etano, onde a coluna NOME indica o nome do átomo; a coluna NATM, o número do átomo; a coluna ATM, o tipo do átomo; a coluna RES, o nome do resíduo; a coluna CAD, o rótulo da cadeia; a coluna NRES, o número do resíduo; as colunas COORDX, COORDY e COORDZ indicam as coordenadas cartesianas e as colunas OCUP e BETA indicam espaços para informações adicionais.

Na Figura 1B, são destacadas as informações: o número do átomo (NATM), o tipo do átomo (ATM), o módulo do tamanho da ligação (BOND), o átomo que serve de referência para essa distância (REF1), o ângulo de ligação (ANG), o número do átomo com o qual há a formação do ângulo (REF2), o valor do ângulo diedral (TORC) e o átomo com o qual está definida a torção (REF3).

É notável a correlação entre estrutura proteica e sua função. "Cada proteína possui estrutura tridimensional que reflete sua função" (NELSON; COX, 2013, p. 116). Se infere que esse princípio forma-função implica que, para compreensão de processos fisiológicos e fisiopatológicos, o estudo de alterações estruturais é fundamental. A compreensão de aspectos geométricos é relevante para entendimento das características estruturais. O diagrama de Ramachandran (NELSON; COX, 2013, p.117) usa as torções φ e Ψ (Figura 2) para avaliar se existem impedimentos estéricos, ou seja, se as posições dos resíduos de aminoácidos são espacialmente compatíveis.

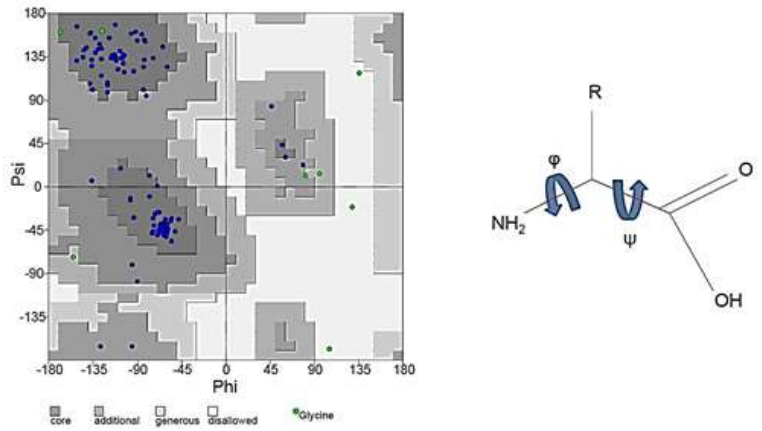


Figura 2- Exemplo de Diagrama de Ramachandran
Fonte: Acervo pessoal do autor.

Em 2A, o Diagrama de Ramachandran de uma parte do modelo 1A4Y (PAPAGEORGIOU; SHAPIRO; ACHARYA, 1997) da proteína ANG1, depositada no Protein Data Bank (BERMAN et al., 2000). Regiões escuras têm torções possíveis e as claras são impossíveis para aminoácidos (pontos azuis) exceto a glicina (pontos verdes). Em 2B, um esquema que representa as torções φ e Ψ em um aminoácido genérico.

Define-se estrutura secundária como a forma que os resíduos de aminoácidos se organizam espacialmente (NELSON; COX, 2013, p. 117), sendo as mais comuns α-hélices, folha β e voltas β (Figura 3). “Cada tipo de estrutura secundária pode ser completamente descrito pelos ângulos diedros φ e Ψ, associados a cada resíduo” (NELSON; COX, 2013, p. 121). A classificação de resíduos no gráfico de Ramanchandran como estruturalmente compatíveis ou não compatíveis é derivada da análise abrangente de parâmetros estereoquímicos em banco de dados de estruturas proteicas determinadas experimentalmente por métodos como difração de raios-X e RMN. Algoritmos de bioinformática, como o Rampage e o Procheck, estão disponíveis para análise da qualidade estereoquímica de proteínas utilizando o gráfico de Ramachandran (LASKOWSKI et al., 1993; LOVELL et al., 2003).

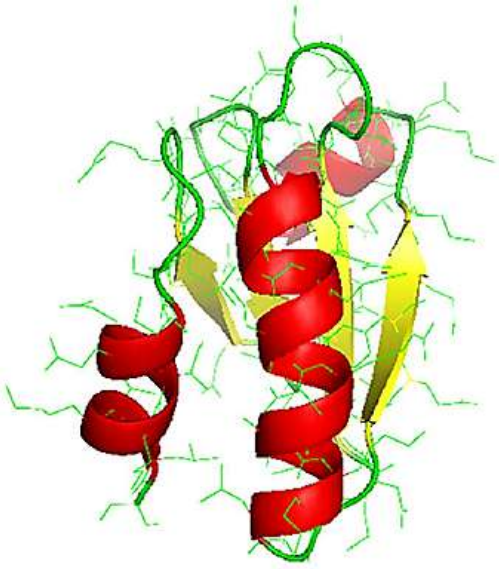


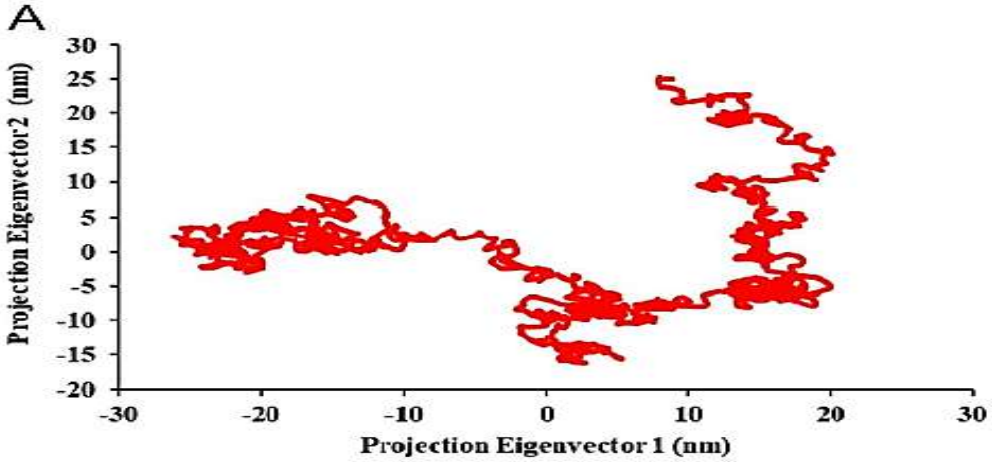
Figura 3 - Estrutura Secundária
Fonte: WANG et al. , 2019

Na figura 3, em vermelho, α-hélices, em amarelo, folhas β e em verde, as voltas β (WANG et al., 2019).

Outros métodos de bioinformática estão disponíveis para avaliar a qualidade de modelos determinados experimentalmente ou preditos computacionalmente utilizando parâmetros geométricos e bioquímicos, como por exemplo, o QMEAN e o MolProbity. O QMEAN analisa propriedades estruturais, incluindo ângulos de torção, distância interatômica, solvatação, estrutura secundária e superfície de acesso ao solvente, a partir das quais calcula um valor referente à qualidade geral do modelo (BENKERT; TOSATTO; SCHOMBURG, 2008). O MolProbity, analisa o contato entre todos os átomos, a disposição dos ângulos Phi e Psi, os ângulos de torção dos rotâmeros e o comprimento de ligações covalentes, a partir das quais gera um valor referente à qualidade geral da estrutura (CHEN et al., 2010).

Medicamentos atuam se ligando a alvos moleculares, graças a características como carga e estrutura da região. Portanto, estudos que visem o desenho racional de fármacos, se fundamentam nesses mesmos conceitos como coordenadas em um diedro, torções e conceitos como coplanaridade. Atualmente a descoberta de fármacos é pautada pelo desenho racional de fármacos baseado em estrutura. Essa abordagem utiliza o conhecimento da estrutura tridimensional do alvo biológico no processo, permitindo, assim, a identificação e otimização de potenciais candidatos a fármaco (LIONTA et al.,2014). Além disso, esse método permite que moléculas sejam desenhadas para se ligar ao sítio ativo de uma proteína alvo ou a determinado receptor com grande afinidade e especificidade, levando em consideração aspectos químicos de ligação e parâmetros estruturais do fármaco e da proteína (receptor) (XIONG, 2006).

A noção de reorientação do diedro é usada na técnica de análise de componente principal (PCA) (VINAY KUMAR et al., 2014). Nesse método, os eixos ortogonais são reorientados de modo a ter a maior variância possível no primeiro eixo, a segunda maior no segundo e, como o espaço é tridimensional, o terceiro eixo, com menor variância, é determinado pelos outros dois. Os valores das projeções servem de entrada para uma matriz diagonalizada de covariância, das quais os dois primeiros autovalores são usados para construir o gráfico (Figura 4).



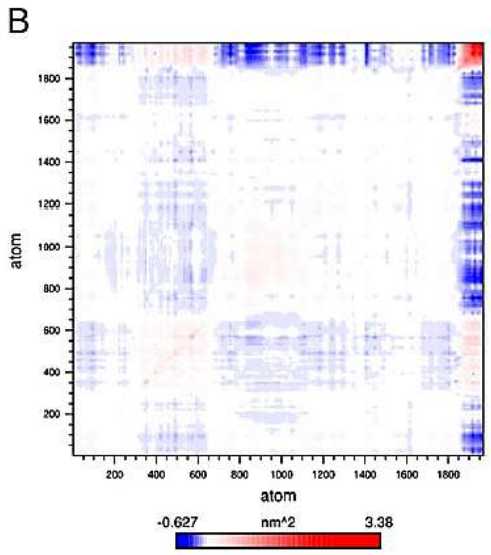


Figura 4 - Análise de Componente Principal
Fonte: IMANI et al., 2018

Na figura 4A, o gráfico do PCA para a proteína CHM e em 4B, a matriz diagonalizada de covariância dos carbonos alfa.

A geometria também ajuda a entender conceitos matemáticos abstratos. No caso de dinâmica molecular (HOSPITAL et al., 2012), que usa o conceito físico de choques em mecânica clássica (Figura 5), cada partícula tem sua posição definida por um vetor tridimensional, [x; y; z], sobre o qual se aplica uma matriz 3xn para aplicação de forças. Esse processo pode ser mais claramente compreendido quando se considera a origem um vetor como a origem de um diedro, de modo que ele pode ser totalmente definido pelo ponto [x; y; z] na notação usada por Pinheiro (1988) e a matriz como uma transformação pontual. Desse modo, a representação visual possibilita a visualização de um conceito abstrato mesmo em três dimensões, mas extrapolável para *n* dimensões.

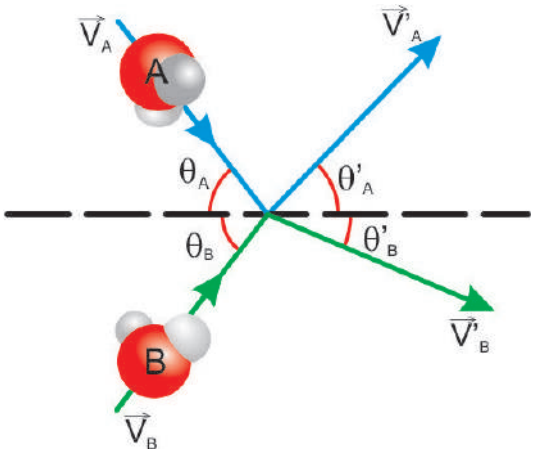


Figura 5 - Choques de Partículas Usando Forças Clássicas
Fonte: Acervo pessoal do autor

Nesse esquema, está representado um choque bidimensional das moléculas de água A e B. O cálculo das velocidades V'_A e V'_B e dos ângulos θ'_A e θ'_B dependem das velocidades V_A e V_B e dos ângulos θ_A e θ_B. Esses fatores são usados na matriz que se aplica ao vetor de posição durante a dinâmica molecular.

4 Considerações finais

Conceitos de geometria e visão espacial são fundamentais para a compreensão e desenvolvimento de dados biológicos. Como demonstrado, mesmo conhecimentos básicos como diedros, torções e coordenadas podem ser aplicados em estudos de biologia estrutural, um ramo da ciência em franca expansão e com potencialidades de racionalizar o desenho de fármacos. Deste modo, esse trabalho propõe que seria de extrema importância os conhecimentos geométricos mais disseminados para cientistas nas áreas biológicas e o diálogo mais frequente dessas duas áreas do saber.

Referências

ARAÚJO, Nilberto Dias de et al. A ERA DA BIOINFORMÁTICA: SEU POTENCIAL E SUAS IMPLICAÇÕES PARA AS CIÊNCIAS DA SAÚDE. **Estudos de Biologia**, [S.l.], v. 30, n. 70/72, nov. 2008. ISSN 1980-590X. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/estudosdebiologia/article/view/22819>. Acesso em: 10 jun. 2019. doi:http://dx.doi.org/10.7213/reb.v30i70/72.22819.

BENKERT, P.; TOSATTO, S. C. E.; SCHOMBURG, D. QMEAN: A comprehensive scoring function for model quality assessment. **Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics**, v. 71, n. 1, p. 261–277, 2008.

BERMAN, H. M. et al. The Protein Data Bank. **Nucleic acids research**, v. 28, n. 1, p. 235–242, 2000.

CHEN, V. B. et al. MolProbity: All-atom structure validation for macromolecular crystallography. **Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography**, v. 66, n. 1, p. 12–21, 2010.

DE BAETS, G. et al. SNPeffect 4.0: On-line prediction of molecular and structural effects of protein-coding variants. **Nucleic Acids Research**, v. 40, n. November 2011, p. 935–939, 2012.

FISER, A.; ŠALI, A. Modeller: Generation and Refinement of Homology-Based Protein Structure Models. **Methods in Enzymology**, v. 374, p. 461–491, 2003.

HOSPITAL, A. et al. MDWeb and MDMoby: an integrated web-based platform for molecular dynamics simulations. **Bioinformatics (Oxford, England)**, v. 28, n. 9, p. 1278–9, 1 maio 2012.

IMANI, S. et al. Data in Brief In silico data analyses of the hotspot mutations of CHM gene in choroideremia disease. **Data in Brief**, v. 18, p. 1217–1223, 2018.

KOPKE, R.C.M. **Geometria, desenho, escola e transdisciplinaridade : abordagens possíveis para a Educação**. 2006. Tese de Doutorado em Educação - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

LASKOWSKI, R. A. et al. PROCHECK: a program to check the stereochemical quality of protein structures. **Journal of Applied Crystallography**, v. 26, n. November, p. 283–291, 1 abr. 1993.

LIONTA, E. et al. Structure-based virtual screening for drug discovery: principles, applications and recent advances. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v. 14, n. 16, p. 1923–1938, 2014.

LOVELL, S. C. et al. Structure validation by Cα geometry: φ,ψ and Cβ deviation. Proteins: Structure, Function and Genetics, v. 50, n. 3, p. 437–450, 2003.

MASSIRONI, Manfredo. **Ver pelo Desenho**: Aspectos Técnicos, Cognitivos, Comunicativos. Tradução: Cidália de Brito. Lisboa: Edições 70, 2015. 204 p.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Edição Com ed. [s.l.] ARTMED, 2013.

PAPAGEORGIOU, A. C.; SHAPIRO, R.; ACHARYA, K. R. Molecular recognition of human angiogenin by placental ribonuclease inhibitor — an X-ray crystallographic study at 2 . 0 Å resolution. v. 16, n. 17, p. 5162–5177, 1997.

PETTERSEN, E. F. et al. UCSF Chimera--a visualization system for exploratory research and analysis. **Journal of Computational Chemistry**, v. 25, n. 13, p. 1605–12, 2004.

PINHEIRO, V. A. **Noções de Geometria Descritiva**. 5. ed. [s.l.] Ao Livro Técnico S/A, 1988.

VERLI, H. **Bioinformática: da Biologia à Flexibilidade Molecular**. [s.l: s.n.].

SANTOS, G. M; TAVARES, J.R.; IZAR, S. B. Quer que Desenhe? Projeto de pesquisa sobre a inclusão da disciplina Desenho no Ensino Básico Brasileiro. In: Geometrias e Graphica, 2015. Lisboa. Proceedings...Lisboa: Universidade Lusíada de Lisboa, 2015. p.173-185.

SOARES, C. C. P. **Novos paradigmas para as técnicas de representação gráfica: uma abordagem transdisciplinar entre arte e ciência.** Tese (Doutorado). Rio de Janeiro: COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

VINAY KUMAR, C. et al. Protein aggregation due to nsSNP resulting in P56S VABP protein is associated with amyotrophic lateral sclerosis. **Journal of Theoretical Biology**, v. 354, p. 72–80, 2014.

WANG, C. et al. Constructing effective energy functions for protein structure prediction through broadening attraction-basin and reverse Monte Carlo sampling. **BMC Bioinformatics**, v. 20, n. Suppl 3, 2019.

XIONG, J. **Essential Bioinformatics**. [s.l: s.n.].

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

PROTOTIPAGEM RÁPIDA E MAQUETES TÁTEIS: ORIENTAÇÃO ESPACIAL PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

BARRIONUEVO, Juliana[1],
CARBONI, Márcio Henrique de Sousa[2]

Resumo

O presente artigo apresenta o resultado de um trabalho de conclusão de curso do Curso de Bacharelado em Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O trabalho tinha o objetivo de desenvolver uma maquete tátil através do uso da prototipagem rápida para o auxílio de pessoa com deficiência visual na percepção espacial de ambientes internos. Para isso, o trabalho foi desenvolvido seguindo a metodologia *Design Science Research* (DSR), com a qual buscou-se investigar o problema, investigar aspectos importantes para o desenvolvimento de soluções viáveis, para então propor e criar um artefato, neste caso a maquete tátil. Neste artigo, inicialmente aborda-se questões associadas a autonomia, orientação e localização de usuários deficientes visuais. Na sequência faz-se uma revisão bibliográfica a respeito de conceitos importantes para o desenvolvimento do artefato, como: prototipagem rápida e modelagem tridimensional. E por fim, apresenta-se como se deu o planejamento e desenvolvimento da maquete tátil, enfatizando as tomadas de decisão a respeito dos elementos considerados mais importantes para a maquete e o processo confecção através de uma impressora 3D FDM. Com isso, conclui-se como viável a produção desse tipo de tecnologia assistiva de uma forma barata e duradoura, com um impacto altamente positivo na inclusão social de pessoas com deficiência visual.

Palavras-chave: Maquete tátil; prototipagem rápida; impressão 3D; deficiência visual.

Abstract

The present article presents the result of a work of conclusion of course of the Bachelor Course in Graphic Expression of the Federal University of Paraná (UFPR). The aim of the work was to develop a tactile model through the use of rapid prototyping to aid the visually impaired in the spatial perception of internal environments. For this, the work was developed following the methodology Design Science Research (DSR), which sought to investigate the problem, investigate important aspects for the development of feasible solutions, then propose and create an artifact, in this case the tactile model . In this article, we first address issues associated with the autonomy, orientation and location of visually impaired users. Afterwards, a bibliographical review is made regarding important concepts for the development of the artifact, such as: rapid prototyping and three-dimensional modeling. Finally, we present the planning and development of the tactile model, emphasizing the decision-making regarding the elements

[1] Universidade Federal do Paraná, julianabnuevo@gmail.com
[2] Universidade Federal do Paraná, mhcarboni@ufpr.br

considered most important for the model and the confection process through a FDM 3D printer. As a result, the production of this type of assistive technology is feasible in an inexpensive and durable way, with a highly positive impact on the social inclusion of people with visual impairment.

Keywords: Tactile model; rapid prototyping; 3D printing; Visual impairment.

1 Introdução

Das 7,3 bilhões de pessoas no mundo, 253 milhões de pessoas possuem algum tipo de deficiência visual, entre elas cegueira total, deficiência visual severa e moderada ou baixa visão, é o que apontam dados globais de 2015 da *International Agency fot the Prevention of Blindness, a IAPB .*

De acordo com a ICF, a *International Classification of Functioning, Disability and Health* (2001), há duas grandes definições para deficiência visual: A cegueira, onde há perda total da visão e a baixa visão, onde há comprometimento do funcionamento visual dos olhos, mesmo após tratamento ou correção.

A preocupação com o assunto em todo o mundo acarretou ações globais para combater a doença, como também estudos relacionados a inclusão destas pessoas na sociedade. De acordo com Nunes e Lomônaco (2008, p. 21) "a percepção do espaço pelo cego se dá pela conjunção de sensações táteis, cinestésicas e auditivas aliadas às experiências mentais passadas já construídas pelo sujeito". Kastrup (2007, p.75) também menciona sobre a capacidade de reconhecimento do ambiente pelas pessoas cegas quando diz "o reconhecimento tátil pode se tornar rápido e automático para cegos, dispensando a atenção da mesma maneira que ocorre quando um vidente realiza ações cotidianas como abotoar uma camisa, pisar nos pedais de um automóvel".

Desta forma, é possível afirmar que a percepção espacial de uma pessoa com deficiência visual está mais relacionada com estímulos, experiências e o contato direto com o mundo externo do que com a capacidade de visão propriamente dita.

A preocupação com o tema também se dá no campo da inclusão social. No Brasil há leis, decretos e normas que asseguram os direitos, deveres e acesso a acessibilidade das pessoas com deficiência. Como exemplo, a Lei nº 7.853 de 24 de outubro de 1989 (BRASIL, 1989; BRASIL 1999) trata dos diretos e deveres da pessoa portadora de deficiência. A NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) tem como objetivo estabelecer diretrizes que facilitem a acessibilidade. E ainda há a recente Lei 13.146 (BRASIL, 2015), conhecida popularmente como o Estatuto da Pessoa com Deficiência, que diz respeito aos deveres e direitos das pessoas com deficiência visual.

Diante disso, é notável a preocupação com a acessibilidade e inclusão de pessoas com deficiência visual no âmbito social como também, acadêmico. Desta forma, a maquete tátil apresentada neste artigo tem como objetivo principal auxiliar e facilitar a localização, a orientação e o entendimento do espaço para pessoas com deficiência visual, dando maior autonomia para esses indivíduos.

2 Metodologia

A metodologia utilizada para a produção da maquete tátil foi a *Design Science Researh*, conhecida também como DSR. A metodologia basicamente busca desenvolver um artefato para a solução de uma classe de problemas.

> A *Design Science Researh* se constitui em um processo rigoroso de projetar artefatos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando e comunicar os resultados obtidos. (ÇAGDAS E STUBKJAER, 2011 *apud* LACERDA DRESH, PROENÇA E JÚNIOR, 2013, p.744)

Ainda de acordo com os autores, “a classe de problemas é definida como: a organização de um conjunto de problemas, práticos ou teóricos, que contenha artefatos avaliados, ou não, úteis para a ação nas organizações”. (LACERDA DRESH, PROENÇA E JÚNIOR, 2013, p.747)

Para este trabalho, definiu-se como classe de problema a dificuldade do entendimento da percepção espacial do ambiente, a dificuldade na orientação e localização dentro do ambiente e a inclusão social de pessoas com deficiência visuais.

Seguindo essa metodologia, o trabalho foi desenvolvido em 5 etapas: Conscientização, Sugestão, Desenvolvimento, Avaliação e Conclusão. O objetivo da primeira etapa foi o de conscientizar os autores (e consequentemente o leitor) sobre o problema a ser resolvido, o objetivo do trabalho e formular a classe de problemas. Também, através da revisão bibliográfica, levantou-se informações em busca de definir quais elementos seriam mais importantes e quais normas, regras ou procedimentos, seriam mais adequados para serem seguidos na fase de sugestão do artefato.

Na etapa do desenvolvimento foi realizado a confecção do artefato em questão, e neste trabalho apresenta-se todos os passos seguidos para isto. Por fim, a avaliação do produto, ou seja, a aplicação e validação do produto por pessoas com deficiência visual ainda se encontram em etapa de desenvolvimento, ficando como sugestões de trabalhos futuros. Sendo assim, nesse trabalho avalia-se e conclui-se a respeito da viabilidade da produção do material utilizando a impressão 3D, mais especificamente do tipo FDM (*fused deposition modeling*).

3 Conceitos

3.1 Maquetes Táteis

A gama de material gráfico para material tátil tem atingido cada vez mais espaço em meios sociais, tecnológicos e acadêmicos. Em muitos artigos e trabalhos, há muito pouco falando sobre a palavra maquete tátil. O termo mais encontrado perto desta definição é mapa tátil.

O mapa tátil e a maquete tátil são produtos táteis que possuem objetivo levar informações no modo tátil. As diferenças existentes entre eles, normalmente, são a escala utilizada e os elementos representados. Enquanto no mapa tátil são reproduzidos no geral mapas e geografia no geral, a maquete tátil representa ambientes com maior riqueza de detalhes.

Esta categoria de produtos é classificada como uma Tecnologia Assistiva (TA), que possui como objetivo principal “proporcionar mais independência, qualidade de vida e inclusão social, através da amplificação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho” (BERSCH, 2017, p. 2). Em outras palavras, a TA é uma área de conhecimento que ajuda a promover a participação de pessoas com deficiência na sociedade. Segundo Bersch (2017, p. 2) menciona, pode ser classificada em 12 categorias, e as maquetes táteis podem se enquadrar em uma que engloba “auxílios para ampliação de função visual e recursos que traduzem conteúdos visuais em áudio ou informação tátil”. Esta categoria tem como exemplos os auxílios ópticos, lentes, lupas manuais e eletrônicas; softwares amplificadores de tela. Material gráfico com textura e relevo, mapas e maquetes táteis, entre outros.

3.2 Modelagem

Com a evolução da computação gráfica e o acesso a softwares e hardwares cada vez mais potentes, diversas áreas criativas se apropriaram destas ferramentas para criar modelos virtuais de suas concepções. Por exemplo, nas áreas da Arquitetura, Design e Publicidade e Propaganda, o padrão de apresentação de projetos é obtido através de perspectivas de maquetes eletrônicas, modelos virtuais de produtos e animações computadorizadas.

A modelagem digital, além de possuir uma praticidade de confecção maior do que métodos de produção físicos, permite um padrão de detalhamento e complexidade dos elementos construtivos e replicação incomparáveis (ARAUJO, 2009). Também permite facilmente experimentar e testar materiais (texturas e cores), iluminação, opções de design, além de analisar e simular características técnicas, como esforços mecânicos, etapas de fabricação, capacidades térmicas e acústicas, eficiência energética, entre outros.

Para este trabalho, a modelagem é fundamental para ser possível executar a confecção do modelo através da impressão 3D.

3.3 Prototipagem Rápida

O termo "prototipagem rápida" (PR) designa um conjunto de tecnologias usadas para se fabricar objetos físicos a partir de fontes de dados gerados por sistemas de projeto auxiliado por computador (CAD – *Computer Aided Design*). A maioria dos autores (PUPO; CELANI, 2011; SANTOS, 2000; MITCHELL; MCCULLOUGH, 1995) consideram que o termo PR inclui todas as técnicas de sobreposição de camadas, corte a laser e fresas, ou seja, qualquer método de tradução de modelos digitais tridimensionais do CAD para processos de fabricação CNC (máquina baseadas em controle numérico por computador). Entretanto, outros autores como Buswell et al. (2007) e Volpato et al. (2007) consideram a PR como sendo referente somente ao processo de adição de camadas, a técnica que nos últimos anos mais foi difundida ao mercado por meio das impressoras 3D.

Neste trabalho, a maquete tátil é confeccionada através de equipamentos de manufatura aditiva, de acordo com Barros (2011), entre as vantagens do processo destacam-se a rapidez e a precisão na geração das propriedades físicas e geométricas dos modelos virtuais.

4 Desenvolvimento

Para iniciar o processo de desenvolvimento da maquete tátil, foi de extrema importância encontrar um software que exercesse todos os requisitos de modelagem, como a ampla variação para a criação das formas e comandos necessários para a criação de modelos fechados, na qual é necessário na impressão 3D. Por conta disso, o software utilizado no processo foi o Rhinoceros.

Alguns pontos importantes da maquete tátil foram definidos antes do início da modelagem, baseada na pesquisa intitulada *Maquete Táteis: infográficos tridimensionais para a orientação espacial de deficientes visuais* de Milan (2008), enquanto outros foram definidos durante o processo de modelagem foram:

- O espaço a ser representado na maquete;
- A escala a ser utilizada;

- Os símbolos/pictogramas para a representação de elementos;
- Os caminhos de cada ambiente e/ou elemento;
- A legenda e sua disposição;
- A disposição na maquete em relação ao ambiente representado;
- O braile e suas normas;
- Material utilizado para impressão da maquete.

O ambiente escolhido para representação da maquete tátil foi o Prédio PA, localizado no Campus Centro Politécnico, na UFPR, em Curitiba/PR. A planta do prédio foi obtida pelo Setor de Ciências Exatas da UFPR, em formato DWG. Para iniciar a modelagem, a planta foi importada para o software Rhinoceros e a partir disso feita toda a modelagem do ambiente, seguida dos elementos como os caminhos, os símbolos e a legenda.

Os pontos definidos durante o processo de modelagem mencionados anteriormente, foram as dimensões da maquete, da legenda e seus elementos. As definições das medidas como espessuras e alturas foram definidas pelos autores, levando em consideração o tamanho que se adequasse a um modelo elaborado na escala 1:125. Desta forma, para as alturas das bases tanto da legenda e quanto da maquete, foram definidas em 2mm. Já para as paredes, ficou determinada uma altura de 3mm e para os símbolos e os caminhos foi estabelecida a altura de 1mm. Somente o braile não teve suas dimensões definidas pelos autores, pois seguiu-se as normas do Comitê Brasileiro de Braile, o CBB, que estabelece 2mm de raio e 0.65mm de altura.

Os pontos mais importantes para a maquete tátil são as representações dos ambientes e os caminhos para cada ambiente. Todos os ambientes da planta foram representados de alguma forma, por símbolo, escrita e numeral em braile, mas somente os ambientes considerados importantes possuem os caminhos com textura específica. Os ambientes representados na maquete tátil e considerados importantes na mobilidade da pessoa com deficiência visual foram as salas de aula, banheiros e elevadores. Cada um destes três ambientes possui uma representação diferente. As salas de aula foram representadas pelo pictograma em triângulo, com o caminho em linha contínua (Figura 1), já os banheiros foram representados pelo quadrado e o caminho em linha pontilhada (Figura 2) e, por fim, os elevadores sendo representados pelo número 1 em braile com o caminho em linha tracejada (Figura 3).

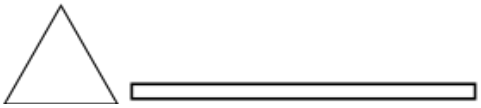


Figura 1 - Rascunho do símbolo e caminho das salas de aulas
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

Figura 2 - Rascunho do símbolo e caminho das salas de aulas
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

Figura 3 - Rascunho do símbolo e caminho das salas de aulas
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

Os caminhos com texturas diferentes foram criados para que não ocorresse do usuário se confundir entre os ambientes na hora de se localizar. Além destes símbolos, foi criado também pictogramas para a representação da entrada e saídas de emergência (Figura 4) e a indicação de onde maquete se encontra no ambiente com a legenda “você está aqui” (Figura 5). Todos os símbolos e caminhos foram representados na legenda, tanto em braile como em alfabeto tradicional.

Figura 4 - Rascunho do pictograma da representação das entrada e saídas.
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

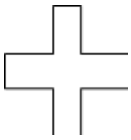


Figura 5 - Rascunho do pictograma de “você está aqui”.
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

Na escala 1:125 a maquete ficou com as dimensões 60,5cm x 37cm e a legenda com 48,2cm x 11,5cm. Devido a área de impressão da máquina utilizada (25cm x 25cm), na modelagem, a maquete e a legenda precisaram ser divididas. A maquete e a legenda foram divididas em 4 partes, conforme ilustram as Figuras 7 e 8. Para a posição da divisão, levou-se em consideração áreas que não comprometessem o entendimento da maquete mesmo com o encaixe das peças.

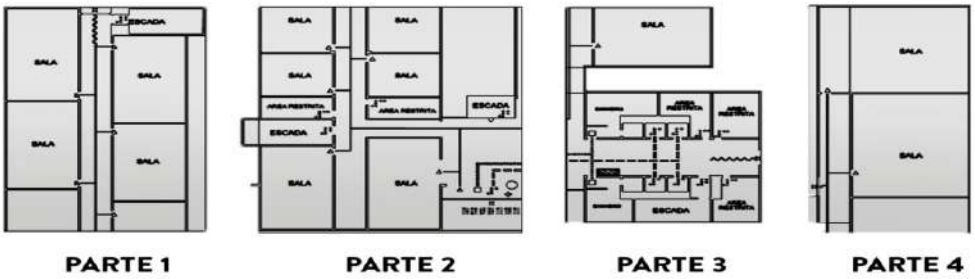


Figura 7 - Partes 1, 2, 3 e 4 da maquete em modelo 3D.
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

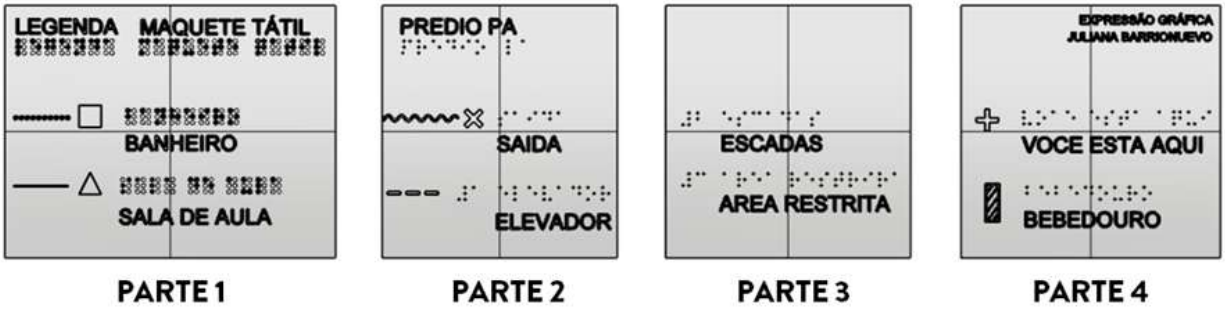


Figura 8 - Partes 1, 2, 3 e 4 da legenda em modelo 3D
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

Para a posição da legenda em relação a maquete seguiu-se a proposta feita pelos próprios usuários avaliados na pesquisa de Milan (2008), na qual sugere-se que a legenda se encontre na parte inferior da maquete. Isto para que se adotasse a lógica de leitura de uma maquete por um cego, que diferente de uma leitura de livro, começa no sentido baixo para cima.

Para a impressão, foi utilizada a impressora Zmorph, disponibilizada pelo Laboratório de Modelagem e Prototipagem - LAMP do curso de Expressão Gráfica da UFPR. O material utilizado foi o PLA na cor amarela. O tempo total de impressão de cada parte da maquete foi em média de 8 horas. Na legenda, o tempo médio gasto foi de 3 horas e 30 minutos. Nos quadros 1 e 2, é possível observar o tempo que cada parte levou para ser impressa e suas dimensões. No total, as impressões levaram 2 semanas para serem finalizadas. Para união das partes, optou-se por fazê-la sobre uma base de MDF, na qual colou-se cada peça da maquete. A base possui 63cm x 52cm x 6mm. A colagem foi feita com cola epóxi. As Figuras 9 e 10, mostram a impressão da maquete finalizada.

TEMPO DE IMPRESSÃO DA MAQUETE		
PARTES	DIMENSÃO (mm)	TEMPO (h)
parte 1	156mm x 243mm	7h16min
parte 2	220mm x 243mm	9h40min
parte 3	151mm x 235mm	6h23min
parte 4	12mm x 250mm	7h04min

Quadro 1 – Tempo de impressão das partes da maquete
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

TEMPO DE IMPRESSÃO DA LEGENDA		
PARTES	DIMENSÃO (mm)	TEMPO (h)
parte 1	148mm x 115mm	4h12min
parte 2	105mm x 115mm	3h02min
parte 3	105mm x 115mm	3h10min
parte 4	105mm x 115mm	3h05min

Quadro 2 – Tempo de impressão das partes da legenda
Fonte: BARRIONUEVO (2018)

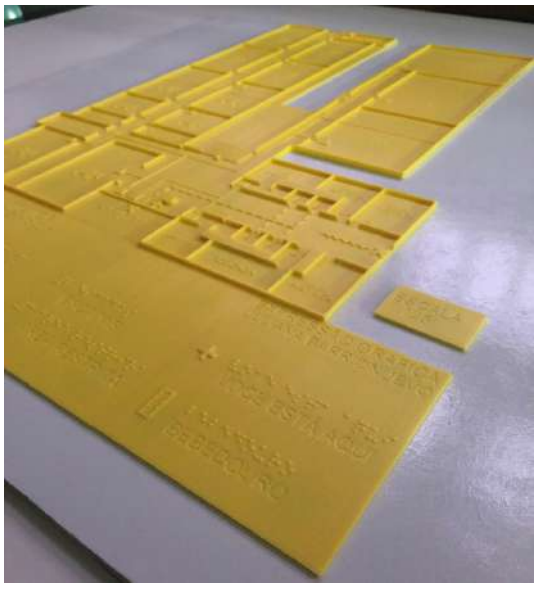


Figura 9 – Maquete impressa em perspectiva
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

Figura 10 – Maquete tátil
Fonte: BARRIONUEVO, 2018

5 Considerações Finais

O presente trabalho buscou mostrar como a tecnologia de impressão 3D pode favorecer questões sociais como acessibilidade e a inclusão social. Também, mostrou-se como a maquete tátil é de extrema importância para o desenvolvimento social das pessoas com deficiência visual.

A confecção da maquete tátil em PLA, utilizando uma impressora 3D, obteve resultados excelentes em questão de qualidade, durabilidade e precisão do material. Apesar de alguns contratempos, como os erros cometidos durante a modelagem e problemas enfrentados na hora da impressão como falta de energia e erros da impressora, a utilização da impressora 3D para a criação e produção de materiais táteis é muito viável e trouxe ótimos resultados.

A previsão é a realização de uma avaliação com pessoas com deficiência visual para avaliar os aspectos positivos e negativos de todos os elementos da maquete e legenda, de forma que, a partir da avaliação os pontos a serem modificados, possam ser estudados e melhorados em trabalhos futuros, buscando melhorar cada vez mais a maquete tátil para ambientes.

Agradecimentos

Agradecemos ao Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná e a todos os colaboradores do Laboratório de Modelagem e Prototipagem – LAMP pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

ARAUJO, Nieri Soares de. **A materialização do modelo digital no processo de ensino.** SIGRADI: s.p, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços.** Rio de Janeiro. 2015

BARRIONUEVO, **Juliana. O uso da Fabricação Digital na confecção de maquete tátil para pessoas com deficiência visual.** 2018. Curitiba, PR.

BARROS, Alexandre Monteiro de. **Fabricação Digital: sistematização metodológica para o desenvolvimento de artefatos de ênfase em sustentabilidade ambiental.** 2011. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36350/000795305.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 mar. 2018.

BERSCH, Rita**. Introdução à Tecnologia Assistiva. Tecnologia e Educação.** 2017. Porto Alegre, RS.

BRASIL. **Lei nº 7.853**, de 24 de outubro de 1989. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - Corde, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7853compilado.htm>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL**. Decreto Federal 3.298**, de 20 dezembro de 1999. Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.146**, de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm>. Acesso em: 19 mar. 2018

BUSWELL, R.; SOAR R.; GIBB A.; THORPE A. **Freeform Construction: Mega-scale Rapid Manufacturing for construction**. In: Automation in Construction 16, 2007, p.224–231.

DA SILVEIRA NUNES, Sylvia; BITENCOURT LOMONÂCO, José Fernando. **Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos para aquisição do conhecimento.** Psicologia Escolar e Educacional, vol. 12 núm. 1, enero-junio, 2008. p. 119-138. Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional. Paraná, Brasil. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa.?id=282321824009>. Acesso em: 22 mar. 2018.

International Classificatuin Of Functioning Disability and Health (ICF). Disponível em: <app.who.int/classifications/icfbrowser/>. Acesso em: 20.mar.2018.

KASTRUP, Virgínia. **A invenção a ponta dos dedos: a reversão da atenção em pessoas com deficiência visual.** Psicologia em Revista, Belo Horizonte, v.13 n.1, p. 69-90, jun. 2007.

LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; JÚNIOR, José Antonio Valle Antunes. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção.**

Gest.Prod., São Carlos, v.20, n.4, p. 741-761, 2013.

LISBOA. **CIF - Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde**. Tradução e revisão de Amélia Leitão, 2004. Disponível em: <http://www.inr.pt/uploads/docs/cif/CIF_port_%202004.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2018

MILAN, Luis Fernando. **Maquetes táteis: infográficos tridimensionais para a orientação espacial de deficientes visuais.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 1, n. 2, p. 99-124, jun. 2008. ISSN 1980-6809.

MITCHELL, W.; McCULLOUGH M. **Digital Design Media.** N. York: Van Nostrand Reinhold, 1995.

PUPO, Regina; CELANI, Gabriela. **Implementando a fabricação digital e a prototipagem rápida em cursos de arquitetura: dificuldades e realidades.** XIV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, 2008.

VOLPATO, Neri. **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

REPRESENTAÇÃO DA FORMA: CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESENHO CRIATIVO

BARIZÃO, Othávio Vieira[1].
SOUZA, Rafael Ferreira de[2],

Resumo

Neste artigo buscamos elaborar reflexões e pensamentos críticos acerca da representação da forma e do processo do desenho criativo, ambos envolvidos na concepção inicial de projetos de arquitetura. Partimos da premissa de que as ideias serão representadas em formatos distintos e que atuarão como suporte de comunicação entre o arquiteto e seu interlocutor. Consideramos assim, a fase inicial de importância fundamental para o futuro projeto de arquitetura. Livre de normativas mais rígidas, o pensamento se desdobra por meio de desenhos criativos em forma de croquis, repletos de referências contidas em nossa psique e, portanto, reflexo de nosso poder emancipatório de criação. A estética contida nessas representações gráficas possui um caráter subjetivo que traduz signos em significados, permitindo ao receptor fazer uma leitura das intenções do autor no seu mais puro intuito comunicativo. Por fim, consideramos as ferramentas da representação gráfica como processo de pesquisa que leva ao amadurecimento de ideias que se concretizarão na arquitetura. Entendendo o panorama do atual século XXI e sua difusa palheta tecnológica, pressupomos que as necessárias especializações que compõem o ferramental talvez possam interferir no processo criativo do profissional de arquitetura, implicando positiva ou negativamente no resultado final.

Palavras-chave: arquitetura; desenho; croqui; representação gráfica; processo criativo.

Abstract

In this article we seek to elaborate reflections and critical thoughts about the representation of the form and the process of the creative drawing, both involved in the initial design of architectural projects. We start from the premise that the ideas will be represented in different formats and that will act as communication support between the architect and his interlocutor. We consider, therefore, the initial phase of fundamental importance for the future architecture project. Free from rigid norms, thought unfolds through creative drawings in the form of sketches, replete with references contained in our psyche and, therefore, a reflection of our emancipatory power of creation. The aesthetics contained in these graphic representations has a subjective character that translates signs into meanings, allowing the recipient to make a reading of the intentions of the

[1] Mestrando em Arquitetura e Urbanismo, PPGAU/UFF. E-mail: othaviovieira@id.uff.br
[2] Mestrando em Arquitetura e Urbanismo, PPGAU/UFF. E-mail: rafaeldeferreira@gmail.com

author in his pure communicative intention. Finally, we consider the tools of graphic representation as a research process that leads to the maturation of ideas that will materialize in architecture. Understanding the panorama of the current 21st century and its diffuse technological palette, we presuppose that the necessary specializations that make up the tooling may interfere in the creative process of the architectural professional, implying positively or negatively in the final result.

Keywords: architecture; drawing; sketch; graphic representation; creative process.

1 Introdução

Para ingressar em um Curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, o candidato precisa antes realizar um Teste de Habilidade Específica - THE. Esse teste tem como objetivo avaliar aptidões e detectar capacidades potenciais dos candidatos, e de forma clara, demonstra aos interessados no curso que a representação gráfica é uma premissa para que se possa atuar na área de arquitetura. Logo, é avaliada a capacidade que o indivíduo tem de traduzir no papel noções de espacialidade, de proporção, entre outros, percebidas e idealizadas por ele.

Ao longo dos anos, porém, começa-se a se perceber mudanças geracionais de profundo impacto, sobretudo, no processo criativo que leva o arquiteto ao seu trabalho maior, o projeto de arquitetura. Não só o hábito de desenhar no papel, bem como a maneira como se concebe as representações gráficas, passam por transformações de caráter explícito. Essa mudança de cunho tecnológico engendrou o arquiteto ao ferramental disponível nos softwares mais distintos de representação gráfica, e junto a um aumento de possibilidade de criação, trouxe transformações na habilidade exigida do profissional ao início de sua carreira: a capacidade de desenhar.

A arquitetura, diferente de outras artes, carrega consigo um espectro distinto de criação, pois o arquiteto cria sua obra para se tornar pública e, por conseguinte, para compor a cidade (COLIN, 2002). Naturalmente, as exigências assumem um papel menos lúdico, como encontrado no campo das artes plásticas, e desta forma, o projeto de arquitetura se conforma com certas limitações criativas.

Segundo o autor Silvio Colin:

> Ora, uma arte que impõe sua presença tem limitações e responsabilidades quanto a forma e conteúdo. O arquiteto não pode se colocar diante de sua prancheta com a mesma liberdade que o pintor diante de sua tela; a pintura, a escultura, as músicas têm, se comparadas à arquitetura, uma gama ilimitada de possibilidades de expressão. O arquiteto sofrerá restrições não somente quanto às disponibilidades técnicas ou quanto ao pretexto funcional, mas também verá seu tema limitado ao que convém a uma exibição pública e permanente (COLIN, 2002, p. 28).

No entanto, por mais concreto que venha a se tornar o projeto de arquitetura, quando enfim for edificado, o projeto é fruto também de um processo de abstração em que se pesam os atributos e conjugações apresentadas no desenho revelado. A subjetividade apreendida na experiência da arquitetura é antes, uma subjetividade alcançada pela imagética contida nas representações. O arquiteto é o condutor das propositivas da forma arquitetônica, que se tornam traduzidas. Ele atua através de suas técnicas de desenho como canal de comunicação fundamental na transmissão de ideias que se pretendem compor em elementos rígidos, mas ainda sim, de enorme potencial comunicativo.

Mas afinal qual seria a função do processo criativo e da expressão gráfica no *modus operandi* da elaboração da arquitetura? Poderiam as ferramentas de representação nos emancipar do ato criativo e de suas correntes simbióticas tão argutas na formatação desta técnica construtiva?

Nesse contexto, iniciamos agora nosso estudo, que seguirá composto por três partes, a saber: (i) processos criativos; (ii) desenho e arquitetura; (iii) ferramentas para a representação gráfica.

2 Processos criativos

Um ato criativo é uma intencionalidade transmutada em prática, já em seu impulso direcionado ao exterior. Um processo criativo se difere, pela própria natureza de suas palavras que indicam um movimento, um caminho. Por processo, entende-se uma amálgama de estímulos, pulsações e referências, que de alguma forma nos conduzem e se tornam fios condutores da trama cognitiva que compõe a criação.

A observação do exterior nos revela motivações interiores, e através do processo, podemos compor um método que expressa a continuidade de nossas percepções e aspirações.

Ao pensar no processo criativo que envolve o desenvolvimento de um projeto de arquitetura, temos o desenho como o veículo comunicacional que conduz a retórica adotada pelo arquiteto. Através de seus desenhos e croquis, procura levar os significados e intuitos de seu ato criativo por intermédio da representação gráfica e, portanto, adquirindo conceitos e partidos que possam "explicar" a outros suas intenções projetivas, desde o seu estudo inicial de concepção até a forma volumétrica final, ou projeto executivo, sua versão mais completa.

Segundo Paulo Horn Regal:

> O desenho sempre escolhe, entre as possibilidades representativas que compõe o universo, aquela que assumirá por si um significado particular; trata-se de um ato de interpretação que acompanha a comunicação gráfica. Ao fazê-lo, veremos que o significado (o desenho) não é puro e simples desempacotamento operado no significante (o objeto ou ideia), e sim um novo significante. O desenho de um objeto ou ideia é sempre um novo objeto e, como tal, também exigirá interpretação. Assim, se todo desenho carrega em si novas possibilidades de significação, evadindo-se do referente primeiro e adquirindo autonomia, então a produção gráfica é depositária de forças de ressignificação. Se essa, no entanto, não for a descrição do ato criativo plasmado pela atitude gráfica, estará muito próxima disso (REGAL, 2007, p. 323).

Seria fácil perceber que a representação adotada pelo arquiteto em seu processo criativo está imbuída de um sujeito – o arquiteto – e também de uma subjetividade ilustrada em seu desenho. Este desenho, mesmo que esteja finalizado, não é seu produto final e, portanto, entende-se o desenho como um processo criativo em si. Não somente por sua capacidade de comunicação, mas sim por angariar aspectos subjetivos de seu criador.

Esse sujeito que se circunscreve em sua representação, é carregado de simbolismo, fato este que impõe uma peculiaridade específica não somente ao desenho como ao objeto final, no caso, a concretude edificada através do projeto arquitetônico. Mas seria esse esboço, ou o croqui em si, apenas um alusivo representante das subjetividades contidas no processo criativo de seus autores?

Novamente faz-se necessário o aporte do autor Paulo Horn Regal:

> Se a prática do croqui, como pretendemos, está disponível ao sujeito da significação e este, como tal, pode dispor dele na plenitude que suas possibilidades autorizam, então se deve ao menos tangenciar as disciplinas que o justificam como produção humana comunicativa, quem sabe criativa, e docilmente a postos para a solução gráfica de problemas, inclusive de problemas não gráficos (ibid, p. 323).

Contudo o processo criativo não é um mero condensador de estímulos arremessados em um papel em branco. Existe nos meandros um ato consciente que se esforça para dar coerência à proposta, esforço esse, que ordena a representação e transforma os impulsos em linguagem inteligível para os demais. Ainda distante de uma normativa mais dura que acompanha o projeto final de arquitetura, essa etapa se distingue por permitir maior liberdade ao arquiteto, que pode inclusive se prover de referenciais pouco explorados *a priori* em seu campo de atuação.

Alguns arquitetos tornaram o processo criativo, o cerne do projeto de arquitetura. O arquiteto estadunidense Peter Einsenman foi além ao potencializar os trâmites do processo, muito bem ressaltado pelo autor Rafael Moneo, quando diz:

> Naturalmente, a ideia de arquitetura como processo nos leva de imediato a perguntar onde reside a realidade da arquitetura. Na obra construída? Na maquete? No desenho? No entendimento do processo? É por isso que para Eisenman, sendo o processo a substância da arquitetura, a obra concluída é irrelevante (MONEO, 2008, p. 143)

Tem-se assim, que reflexões sobre aspectos psicológicos de extrema importância na experiência vivida de seu produto final - a arquitetura - já são detectados ao longo do processo criativo. Não obstante, o sujeito criador atua neste processo com distintas diretrizes. Nem sempre corroboradas por uma aferição mais pragmática, são de suma importância no caminho traçado e desenvolvido na ilustração de seu desenho.

Livres de amarras que certamente irão se apresentar em novas etapas inseridas no projeto de arquitetura, o processo induz a uma criatividade por intermédio da ressignificação (REGAL, 2007) e, neste sentido, reaproxima o sujeito – o arquiteto - de seu objeto. Eliminando desta forma, dicotomias inerentes ao distanciamento da prática projetiva contemporânea - contexto de “afogamento da criatividade” -, em prol de um imediatismo capacitado pelos *softwares* de representação gráfica.

3 Desenho e Arquitetura

Como já mencionado anteriormente, todo o aprendizado da arquitetura passa pelo desenho, logo, a prática do mesmo neste campo se faz necessária.

Muitos profissionais da área acadêmica defendem o uso do desenho no ensino de arquitetura como uma ferramenta de processo e não de fim, isto porque, é durante o desenho que temos a oportunidade de testar e cometer erros que servirão como forma de amadurecimento da ideia para o aperfeiçoamento das técnicas, sejam elas de desenho ou projetuais. Os desenhos das fases iniciais de projeto (estudo preliminar) em forma de croquis são livres das normativas técnicas, é o momento em que o indivíduo deve liberar a criatividade e promover experimentações, sem grandes preocupações com o produto final. Esta é a fase de esquematizar e ensaiar soluções primárias que serão aprimoradas ao longo de todo o desenvolvimento do projeto. O desenho tratado aqui é um meio para autoavaliação, aperfeiçoamento, e descoberta de ideias.

> Desenhar, neste sentido, dispensa, e talvez mesmo possa excluir, o sentido do objeto formal, da obra acabada, sendo esta ausência de formalismo

> importante para se entender que o sentido do desenho, aquilo que lhe dá razão de ser, não se encontra tanto nos seus valores formais, nas suas qualidades estéticas, mas na relação que estabelece com o próprio pensamento. (BISMARK, 2000, p. 01)

Tendo o desenho como uma ferramenta de processo, a primeira ideia da mente é externalizada por meio de uma ilustração, que passa por um processo de apuração, aonde um desenho sofre alterações e serve de inspiração para outros desenhos. É um meio de aperfeiçoamento, descobertas sucessivas e não programadas, ou seja, trata-se o desenho neste caso como um instrumento de pensamento. A primeira ideia é alterada dando origem a outros desenhos, e as inspirações surgem a partir do desenho anterior, em uma nova forma de se pensar o objeto.

O desenho é a materialização da ideia, por meio do qual a espacialidade é organizada. A representação feita por meio do desenho diz muito sobre o seu autor: a grafia visível faz parte da linguagem própria do arquiteto, que por sua vez pode expressar seus sentimentos no papel. As imagens desenhadas podem transmitir todo o envolvimento de seu autor com o tema, mostrando o seu lado emocional e lúdico. O desenhista pode também evidenciar ou esconder/camuflar algum objeto da cena retratada. Cada traço é intencional.

A grande força do desenho livre é justamente esse descompromisso com as normas técnicas, onde os erros são incorporados no processo de evolução. Funciona como se fosse um “parque de diversões”, aonde a imaginação flui no processo de criatividade.

Podemos citar também, o desenho como um objeto de investigação, formando deste modo um repertório visual próprio do indivíduo. Um exemplo seria a observação de um objeto arquitetônico, ou até mesmo outro objeto qualquer, e o registro do mesmo, de suas características particulares, tais como sistemas construtivos, detalhes de marcenaria, e *et cetera*, para consulta posterior quando demandando. O desenho de observação tem um papel investigativo, e ele é importante para a construção da coletânea de referências que o profissional de arquitetura precisa adquirir ao longo de sua carreira, pois o indivíduo está retratando o que vê, de modo que depois possa ter fácil entendimento. A análise visual também potencializa a capacidade criativa de analisar um próximo objeto e criar um novo a partir dele. Além de tudo já citado, a vivência e as experiências adquiridas servem de embasamento para a sugestão de soluções providas de sentidos.

Grandes arquitetos da história possuem croquis de arquiteturas consagradas pela sua genialidade, projetos estes que surgiram do esboço de uma ideia e consequente aprimoramento da mesma até que fosse possível a sua execução. A seguir, as figuras 1 e 2 mostram dois croquis do arquiteto Oscar Niemeyer para a Catedral de Brasília, no Distrito Federal. Neste projeto, os primeiros traços (na figura à esquerda) do arquiteto, mostram apenas a ideia inicial da forma volumétrica do que viria a ser a instituição religiosa. Na figura à direita, já percebemos um estudo mais avançado, porém ainda não compatibilizado com as soluções da engenharia, que viriam trazer viabilidade para o projeto.

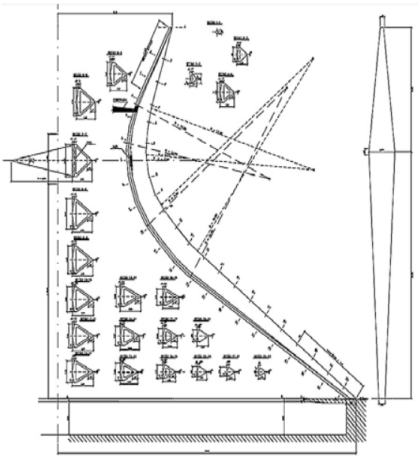
Figuras 1 e 2: Croquis feitos por Oscar Niemeyer para a Catedral de Brasília/DF.

Fonte: Croqui. Clássicos da Arquitetura: Catedral de Brasília / Oscar Niemeyer. ARCHDAILY: 22 junho, 2013. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-14553/classicos-da-arquitetura-catedral-de-brasilia-oscar-niemeyer/niemeyer_-_catedral_brasilia/>. Acesso em: 10 dez. 2018

Passando da fase de estudo preliminar, os desenhos que até então eram livres de qualquer compromisso técnico passam a evoluir. A adoção de técnicas e o rebuscamento do desenho dos sistemas construtivos fazem frente para que o objeto seja plausível de ser executado. A fase de anteprojeto já apresenta todo esse arcabouço do formalismo das normas técnicas, e todo o desenho será inteiramente detalhado na fase de projeto executivo.

Baseados na NBR 6492 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), a etapa de anteprojeto é o momento onde as soluções são organizadas e as decisões efetivas do projeto são tomadas. Nesta fase são despendidos muito tempo de trabalho para o desenho das soluções técnicas do projeto, e em conjunto a este projeto de arquitetura, já devem ser iniciados os projetos complementares (projeto de estrutura e fundação, hidráulica, elétrica).

O projeto executivo é um desenho dotado de símbolos e signos de acordo com as normas técnicas de arquitetura. Essas normas visam uma padronização de apresentação dos projetos em uma linguagem mais voltada para profissionais da área. Neste estágio são feitos os desenhos de detalhamentos das soluções adotadas. Abaixo, a figura 3 apresenta parte do detalhamento da seção do pilar, contido no projeto executivo da Catedral de Brasília, onde após a compatibilização dos projetos de arquitetura e engenharias, elaborou-se o desenho técnico para a construção da edificação.



Figuras 3: Desenho técnico do detalhe do corte na seção do pilar da Catedral de Brasília/DF.
Fonte: PORTO, Cláudia Estrela. Soluções Estruturais na obra de Oscar Niemeyer. Sistemas Estruturais em Arquitetura. Paranoá, Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, nº15. 2015. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/viewFile/19743/15180>. Acesso em: 10 dez. 2018.

Se por um lado a padronização do desenho técnico favorece a leitura dos profissionais do ramo, por outro, ela se torna um pouco segregadora. O desenho rígido, cheio de símbolos técnicos, não permite a diversidade da representação e pode não ser passível de entendimento por leigos, ficando restrito ao compartilhamento com os profissionais que possuem domínio sobre sua leitura. O trecho a seguir reforça esta ideia:

> Ao reduzir cada vez mais as multiplicidades de representação das formas, buscando uma forma absolutamente precisa em suas dimensões, tal desenho se encheu de códigos, deixando de ser uma linguagem para todos e ao mesmo tempo se "uniformizando" para alguns poucos: aqueles que estudam e praticam, de alguma forma, a dimensão técnica da produção dos espaços" (AZEVEDO, 1996, p. 235-236).

Neste caso, se observa um distanciamento entre os projetos e seus usuários, no qual, ainda baseado em AZEVEDO (1996), a linguagem hermética e tecnicista adquirida pelo desenho no desenvolver do projeto pode atrapalhar o entendimento e o diálogo entre ambas as partes. Segundo o mesmo autor, o desenho enquanto linguagem deve viabilizar o diálogo e a crítica a fim de que contribua para a aproximação entre os indivíduos e os espaços em que eles vivem, e não o distanciamento observado.

Diante desta variedade de processos e técnicas, nem sempre flexíveis, como verifica-se a seguir (porém todas necessárias a elaboração de um projeto), levantamos a questão de forma rápida e superficial de como é tratado o ensino do desenho dentro da graduação.

As disciplinas de projeto demandam um domínio de técnicas do estudante, seja por meio do desenho livre em suas fases iniciais ou técnico, nas fases finais. O que vem se observando no período letivo é uma falta de tempo para elaboração do produto final, sem que haja comprometimento de cada uma das fases do projeto. Com a cobrança de um projeto executivo no fim do período, o aluno acaba por enforcar parte do tempo de seu processo criativo para começar em tempo hábil a elaboração do desenho técnico.

4 Ferramentas para a representação gráfica

Se antes, o trabalho era totalmente manual, com várias técnicas e instrumentos de desenhos - grafite, nanquim, entre outros -, hoje, dado as tecnologias do mercado, o processo é feito quase que em sua totalidade de forma digital. Isto, além dos avanços tecnológicos citados, se dá também devido a demanda do mercado que possui uma velocidade de produção e reprodução muito maior. Ele dita a forma do desenho a ser graficamente divulgado como tática para obter vantagens para o setor mercadológico.

Em uma primeira análise sobre a utilização destes novos recursos disponíveis para a elaboração de um projeto de arquitetura, devemos nos atentar para a importância de testar opções diversas, principalmente na fase inicial do projeto.

Muitos arquitetos fazem uso de um caderno de croqui. Trata-se de uma espécie de diário onde são feitos desenhos rápidos, anotações importantes para registros pessoais, e *et cetera*. Alguns escritórios de pequeno porte, ainda hoje acabam optando por impressionar seus clientes por meio de belas perspectivas feitas à mão. Contudo, outros profissionais e escritórios, frente à demanda de um mundo tecnológico, optam pela utilização de programas computacionais para desenvolvimento de ideias. O mercado oferece vários *softwares*

capazes de elaborar os mais diversos tipos de representações gráficas, tanto em 2D, quanto em 3D. Alguns são mais utilizados do que outros, e percebe-se algumas diferenças regionais quanto a utilização dos mesmos.

A partir do panorama geral apresentado neste artigo, não objetivamos dizer se o croqui ou a computação é melhor para o desenho, mas sim, mostrar a importância de deixar a criatividade fluir na concepção do projeto, e que o contexto e a capacidade profissional do arquiteto defina qual a ferramenta mais propícia para determinado caso.

Entrando no seara dos *softwares* disponíveis, estes possuem diferentes resultados finais, sendo alguns mais técnicos e outros mais artísticos. Para a elaboração de desenhos executivos o AutoCad é o mais conhecido, a sua dimensão em 2D é mais utilizada do que a 3D, devido ao fato deste último, se comparado a outros programas, não possuir resultado final com grandes potencialidades imagéticas. O AutoCad é um programa que pouco colabora com o processo criativo do arquiteto, gerando um resultado final de uma planta técnica que se apresenta um pouco mecanizado, como pode ser visto na figura 4, onde o desenho da Catedral de Brasília apresenta um perfil totalmente técnico. Porém, muitos profissionais utilizam-se do PhotoShop para dar um "mascaramento" nas plantas técnicas, concedendo um ar mais artístico por meio da humanização dos desenhos "básicos" gerados pelo AutoCad.

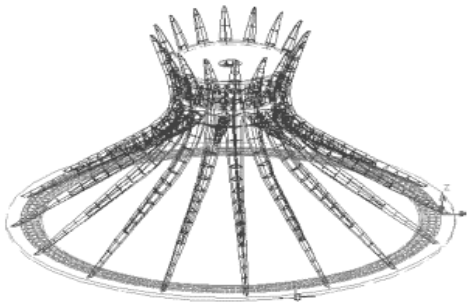


Figura 4: Desenho da Estrutura da Catedral de Brasília realizado no programa AutoCad.
Fonte: PESSOA, Diogo Fernandes; CLÍMACO, João Carlos Teatini de S. Catedral de Brasília: histórico de projeto / execução e análise de estrutura. Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Vol. 2, 2. 2002. Disponível em:< https://www.scipedia.com/wd/images/6/6b/Draft_Content_747010719Fagundes_Joao-Teatini-de.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2018.

O *software* Revit, traz a possibilidade de trabalho conjunto entre a dimensão 2D e 3D. É um programa que ao se desenhar a planta baixa, a volumetria já é construída simultaneamente, podendo o usuário do programa observar detalhes de forma instantânea e já modificá-los na planta ao notar alguma possibilidade de mudança no aspecto da edificação. Trata-se de um programa facilitador de todo o processo, pois ao trabalhar o plano bidimensional, o tridimensional é construído automaticamente, podendo-se ainda extrair vistas, cortes, e imagens renderizadas. Abaixo, nas figuras 5, 6 e 7, podemos ver o resultado da modelagem do mesmo exemplo de arquitetura, já citado anteriormente em diferentes etapas de sua construção.

Figura 5: modelagem da estrutura da Catedral.
Fonte: Projetinho Arquitetura. Catedral de Brasília Revit Tutorial. 2018. Disponível em:< https://www.youtube.com/watch?v=x2cTr8zspJ8>. Acesso em: 10 dez. 2018.

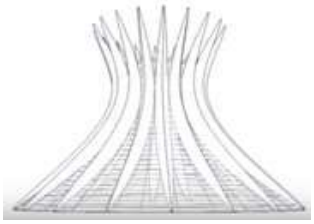


Figura 6: Aplicação de materiais dos elementos modelados.
Fonte: Projetinho Arquitetura. Catedral de Brasília Revit Tutorial. 2018. Disponível em:< https://www.youtube.com/watch?v=x2cTr8zspJ8>. Acesso em: 10 dez. 2018.

Figura 7: Imagem renderizada pelo programa Revit.
Fonte: Projetinho Arquitetura. Catedral de Brasília Revit Tutorial. 2018. Disponível em:< https://www.youtube.com/watch?v=x2cTr8zspJ8>. Acesso em: 10 dez. 2018.

Um dos programas mais utilizados para elaboração de projetos em 3D é o Sketch Up. Trata-se de um *software* bastante intuitivo, de fácil entendimento e utilização. Muitos profissionais da área principalmente os que trabalham como designer de interiores, extinguiram o desenho a mão para utilizarem este programa. Juntamente com o plug-in do V-ray, é capaz de se gerar imagens quase realistas, impressionando os usuários contratantes do projeto. De todos os *softwares* citados no presente artigo, este é o que mais abre espaço para a criatividade do arquiteto. Na figura 8, está representado o resultado da modelagem no SketchUp sem a renderização do V-ray.

Figura 8: Modelagem da Catedral de Brasília no SketchUp.
Fonte: Ezequiel M. Catedral de Brasília. 2014. Disponível em:< https://3dwarehouse.sketchup.com/model/585ea61e86bce157d8e827fcfa7241be/Catedral-de-Bras%C3%ADlia?hl=en>. Acesso em: 10 dez. 2018.

Se por um lado esses *softwares*, principalmente os de 3D, são capazes de gerar imagens realistas, apresentando pontos positivos, por outro lado, também podem apresentar o inverso, dado que a imagem gerada pode não ficar igual ao projeto posteriormente executado e assim causar certa frustração aos usuários. No desenho a mão essa nuance se ameniza, pois fica nítido visualmente para o cliente, que se trata apenas de uma ilustração que aponta indícios da realidade, porém de forma mais contida do que as perspectivas geradas pelos meios digitais.

5 Conclusão

Mediante a toda conjuntura apresentada neste artigo, mostrou-se a importância e necessidade de valorização do empenho na fluidez do processo criativo em prol de melhores soluções, optando pelo desenho manual ou com ajuda dos softwares, de modo que estes sejam escolhidos a partir de uma necessidade específica do projeto e também do profissional. O intuito é demonstrar que ambos, podem ser importantes e necessários para o processo de amadurecimento do pensamento do arquiteto e urbanista, sendo uns mais propícios do que outros em determinadas fases de projeto.

Por outro lado, neste momento, alertamos sobre a ameaça de desaparecimento que o desenho vem sofrendo nos últimos anos com os avanços tecnológicos ofertando meios mais rápidos para a elaboração gráfica de um projeto, porém, que, muitas das vezes, inibem parte do processo criativo do arquiteto e o tornam mais mecanizado.

O artigo ressaltou também a importância que se deve dar a todas as fases de um projeto e o tipo de desenho, por meio do qual são representadas as ideias do autor, sem menosprezar o tempo, atenção e dedicação para cada uma das etapas e do tipo de técnica gráfica adotada. Embora o desenho técnico apresente um rigor maior em sua representação, este não deve ser um empecilho para o tratamento de ideias mais criativas, e o profissional do campo da arquitetura e do urbanismo deve trabalhar sua representação de maneira que não distancie o entendimento do projeto de seu interlocutor.

Referências

AD Editorial Tema. **Em foco: Peter Eisenman**. (2017). Traduzido por Romullo Baratto. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/625349/em-foco-peter-eisenman>. Acesso em: 12 Out, 2018.

AZEVEDO, Jorge Baptista de. **Um Olhar sobre o Desenho na Formação de Arquitetos e Urbanistas Brasileiros**. 1996, f. 200-220. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal Fluminense. Niterói, 1996.

BISMARK, Mário. **Desenhar é o desenho**. FBAUP - Livro de Atas de Conferência Nacional. 2000. Disponível em: < https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/19089/2/470.pdf>. Acesso em: 15 Out, 2018.

COLIN, Silvio. **Uma introdução à arquitetura**. 2° edição. Rio de Janeiro: UAPE Espaço Cultural Ltda, 2002.

FARRELLY, Lorraine. **Técnicas de Representação.** 1ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2011.

KRONEMBERGER, Marie Lou Madsen. **A importância do croqui como instrumento de criação do projeto arquitetônico e o ensino de projeto.** 2012. 144 f., il. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MATEUS, Rafael Peres. **O croqui de concepção no processo criativo em arquitetura.** 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Artes. Campinas-SP, 2012.

MONEO, Rafael. **Inquietação teórica e estratégia projetual na obra de oito arquitetos contemporâneos.** Tradução por Flávio Coddou. São Paulo: Cosac Naify, 2008, p. 135-182.

RAMOS, Fernando Guillermo Vázquez. **Arquitetura: os planos de propostas. Criação, representação e informação**. In: **O lugar do projeto: no ensino e na pesquisa em arquitetura e urbanismo**. Cristiane Rose Duarte, Paulo Afonso Rheingantz, Giselle Azevedo, Lais Bronstein (Orgs). Rio de Janeiro: Contra Capa Livraria, 2007, p. 335-346.

REGAL, Paulo Horn. **Ressignificação e prática gráfica**. In: **O lugar do projeto: no ensino e na pesquisa em arquitetura e urbanismo**. Cristiane Rose Duarte, Paulo Afonso Rheingantz, Giselle Azevedo, Lais Bronstein (Orgs). Rio de Janeiro: Contra Capa Livraria, 2007, p. 323-334.

ROTH, Leland M. **Understanding architecture: its elements, history, and meaning.** 1st ed. Boulder: Westview Press, 1993, p. 44-104

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

CRESCIMENTO ORIENTADO POR REGRAS: UM ESTUDO DE CASO APLICADO NA IMPLANTAÇÃO DE EDIFÍCIOS

MARTINO, Jarryer Andrade De[1]
ROSA, Naomy Cristine Penha[2],

Resumo

Este artigo apresenta uma análise sobre as diretrizes de expansão do complexo de edifícios do Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo, criado em 1970, cujo planejamento apresenta um sistema gerador baseado em uma lógica de crescimento orientado por regras. Os sistemas generativos de projeto, em específico as teorias sobre *Mat-building* e Geometria Fractal, foram adotados como referencial, auxiliando na identificação da lógica projetiva empregada pelo arquiteto e na sistematização das regras que fundamentaram o seu planejamento. Como resultado, foi possível identificar e estruturar o algoritmo responsável pelo crescimento orientado, o que permite a expansão do Centro de Artes de diferentes maneiras e de forma automatizada sem perder a lógica projetiva proposta pelo arquiteto autor do planejamento inicial.

Palavras-chave: sistemas generativos; metodologia de projeto; processo de projeto; Marcello Vivacqua.

Abstract

This article presents an analysis of the guidelines for the expansion of the complex of buildings of the Arts Center of the Universidade Federal do Espírito Santo, created in 1970, whose planning presents a generator system based on a logic of growth oriented by rules. The generative design systems, specifically Mat-building theory and Fractal Geometry, were adopted as reference, helping in the identification of the projective logic employed by the architect and in the systematization of the rules that underpinned his planning. As a result, it was possible to identify and structure the algorithm responsible for growth oriented, which allows the expansion of the Arts Center in different ways and in an automated way without losing the projective logic proposed by the architect author of the initial planning.

Keywords: generative systems; design metodology; design process; Marcello Vivacqua.

[1] Universidade Federal do Espírito Santo - jarryer.martino@ufes.br
[2] Universidade Federal do Espírito Santo - naomycrosa@hotmail.com

1 Introdução

A utilização de tecnologias digitais no processo de projeto de arquitetura e urbanismo já é uma constante e influencia cada vez mais no seu modo de concepção e de desenvolvimento. Isto propiciou o desenvolvimento de uma área de pesquisa denominada CAAD (*computer aided architectural design*) responsável por investigar, novos métodos e técnicas que incorporam as tecnologias digitais no processo de criação e desenvolvimento do projeto de arquitetura e urbanismo. Uma delas é a adoção de métodos sistematizados no processo de projeto que, por meio de algoritmos, é possível estabelecer um diálogo com a máquina, permitindo explorar a sua potencialidade de processamento e o poder de armazenamento, tornando o computador um aliado no processo de projeto. A lógica projetual vem mudando ao longo do tempo, permitindo que o projetista utilize recursos digitais para encontrar a forma em vez de fazer a forma.

No entanto, a implementação computacional depende, primeiramente, da estruturação e sistematização das variáveis e procedimentos envolvidos na solução de um projeto. A partir disso é possível configurar um sistema gerador baseado em um conjunto de regras que seja capaz de conduzir automaticamente a geração de soluções. Este método se aproxima da lógica computacional estruturada em algoritmos, facilitando a sua aplicação no ambiente digital. Segundo Gero (1996), os algoritmos podem ser criados com a intenção de contribuir e estender o pensamento humano, ampliando o processo de solução para áreas não imaginadas. Além disso, a ideia de um sistema composto por subsistemas semi-independentes (MITCHELL, 2008) também é incorporado a este processo. A interação e relação entre as várias partes que integram os componentes do sistema e as suas relações locais resultam em um comportamento global (ALEXANDER apud MENGES; AHLQUIST, 2011).

Inserido neste contexto, o *Mat-building* ou *Mat-housing* e a Geometria Fractal são exemplos de sistema generativos utilizados para fundamentar este estudo. O primeiro, *Mat-building,* é um exemplo de sistema generativo que se destaca por possuir diversas aplicações no ramo da arquitetura e do urbanismo. Este termo foi criado no final dos anos de 1950, pelos arquitetos ingleses Alison (1928-1993) e Peter Smithson (1923-2003). Eles inserem a ideia de sistema no processo de desenvolvimento de projetos, criando espaços abertos a múltiplos usos, contínuos e não mais determinados por um funcionalismo restritivo (MOREIRA, 2016). A modulação e a repetição de formas são a base do sistema, sendo o desenvolvimento do projeto conduzido por regras idealizadas no seu desenvolvimento de projeto promovendo o espalhamento, ou seja, o crescimento de maneira orientada (Figura 1).

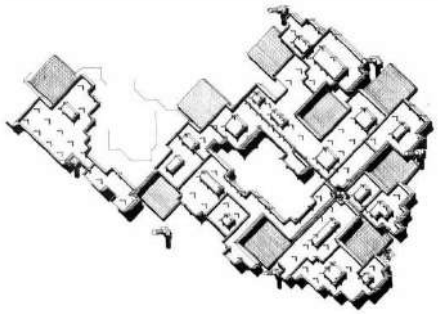


Figura 1 – Proposta de projeto *Mat-building* do Peter Smithson para o Kuwait.
Fonte: FORÉS, 2011. (Disponível em: http://dusp.mit.edu/sites/dusp.mit.edu/files/attachments/project/projections_10_b.pdf)

A Geometria Fractal, termo cunhado por Benoit Mandelbrot na década de 1970, é outro sistema generativo de formas (SEDREZ, 2009). Este sistema apresenta um padrão de formas similares que a partir de regras simples se transforma e promove um processo contínuo e infinito de crescimento.

Portanto, a partir dessa base teórica foi possível realizar este estudo de caso sobre a metodologia criada por Marcello Vivacqua para a distribuição e implantação dos edifícios do Centro de Artes, denominados CEMUNI (célula modular universitária), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) sob a perspectiva de um sistema generativo, interpretando essa metodologia como uma interface capaz de mediar o pensamento do arquiteto e a implementação computacional.

2 Desenvolvimento

O Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) possui um conjunto de edificações denominados “célula modular universitária” (CEMUNI). Os edifícios são distribuídos pelo campus respeitando um conjunto de regras que orientam o crescimento (Figura 2). O projeto apresenta diretrizes bem estruturadas para a configuração dos elementos construtivos que compõem os CEMUNIs e a expansão do complexo de edifícios. Essas diretrizes transcrevem a lógica projetiva do arquiteto, sendo possível identificar a formulação de um sistema gerador.

Figura 2 – Construção dos CEMUNIs
Fonte: Série memórias: construção e instalação da UFES, 2013. (Disponível em: http://universo.ufes.br/blog/2013/12/serie-memorias-construcao-e-instalacao-da-ufes-2/)

Sendo assim, este estudo procurou primeiramente investigar os sistemas generativos, buscando a sua conceituação, origem e variações. O *Mat-building* e a geometria fractal foram identificados como possíveis metodologias capazes de fornecerem bases para o estudo de caso. Para isso foram utilizadas bibliografias e artigos sobre o assunto, bem como pesquisa em sites e periódicos. Além disso, foram investigados os dados históricos da UFES, tendo como base livros e trabalhos acadêmicos, a fim de obter informações relacionadas ao projeto arquitetônico e à construção do Centro de Artes. A partir dessa pesquisa foram encontrados desenhos técnicos da edificação CEMUNI, além de diversos comentários e anotações do arquiteto responsável pela obra, contribuindo para a próxima etapa da pesquisa.

A segunda etapa da pesquisa objetivou encontrar a metodologia utilizada pelo arquiteto Marcello Vivacqua para a implantação das edificações no campus, para isso foi utilizada

a teoria do *Mat-building* para reconhecer a modulação das CEMUNIs do Centro de Artes e a padronização nas distâncias das circulações de pedestres. A geometria fractal contribuiu para compreender a ideia de crescimento e repetição de formas. As anotações do arquiteto nos desenhos e cortes em croquis contribuíram para a identificação das regras, dos parâmetros e dos valores que compõem o seu método projetual, permitindo iniciar a sistematização das regras e a elaboração dos desenhos esquemáticos responsáveis pela estruturação do algoritmo.

Após a definição do algoritmo, foram realizados diversos testes a fim de confirmar se a metodologia desenvolvida pelo arquiteto estava sendo mantida. No final da etapa de testes, seguiu-se com a implementação computacional simplificada utilizando a ferramenta digital Grasshoper® (*plugin* para o programa Rhinoceros®), que permite a modelagem paramétrica por meio de códigos. Por ser uma versão simplificada, a implementação considerou apenas a relação entre dois CEMUNIs.

2.1 Definição do algoritmo

O estudo realizado sobre a metodologia do arquiteto Marcello Vivacqua para a distribuição dos CEMUNIs tornou possível obter como resultado a sistematização da lógica e das regras adotadas no projeto, permitindo a transcrição em formato de algoritmo. Além disso, também foi possível experimentar a implementação simplificada do algoritmo no ambiente digital. Para isso, foi estabelecido um diagrama que representa um CEMUNI, sendo denominado Célula. Este diagrama é composto por pequenos módulos de 12x12 metros com espaçamento de 3 metros entre cada um (Figura 3).

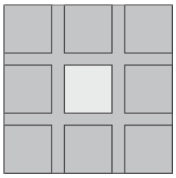


Figura 3 - Representação do CEMUNI, ou seja, a Célula.
Fonte: Autores (2019).

O módulo na região central da Célula foi chamado de Módulo Átrio (Ma). Ele apresenta como característica ser aberto, fixo no centro da Célula e está presente em todos os CEMUNIs. Os outros módulos denominados Módulo Base (Mb), circundam o Ma e estabelecem relação com os outros edifícios, ou seja, as outras células. Para a aplicação das regras de crescimentos e expansão do campus pode ser adotado qualquer um dos Mb. Dessa forma, existem oitos possibilidades de se iniciar o crescimento, cada uma apresenta uma posição diferente para o Mb de referência (Figura 4). Estas células são denominadas Célula Inicial (Ci), após escolher uma delas, as regras para definir a localização da segunda célula são aplicas, ou seja, o posicionamento da Célula Secundária (Cs). Esta célula também apresenta oito posições diferentes para o Mb de referência.

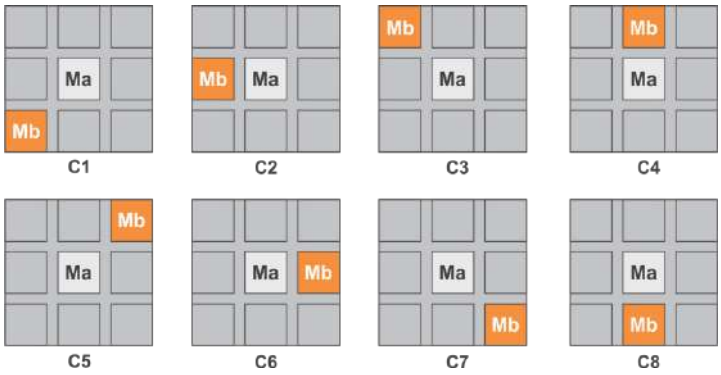


Figura 4 - Células representadas com seus Módulos Base diferentes.
Fonte: Autores (2019).

A seguir é apresentado o algoritmo repensável pela locação das células (CEMUNIs):

1º Regra: Escolher a Célula Inicial (Ci);

2º Regra: Escolher o sentido e orientação do crescimento da Célula Secundária (Cs) (horizontal ou vertical/ esquerda ou direita);

3ª Regra: Escolher a Célula Secundária (Cs);

4ª Regra: Posicionar a Célula Secundária (Cs) a 42 metros da Célula Inicial (Ci);

5ª Regra: Posicionar o Módulo base (Mb) de referência da Célula Secundária (Cs):

a) Alinhado ao Módulo Base (Mb) de referência da Célula Inicial (Ci) conforme o sentido e direção adotados na 2º Regra; ou

b) Deslocado um Módulo Base (Mb) acima ou abaixo em relação ao Módulo Base (Mb) de referência da Célula Inicial (Ci), se na 2º Regra o crescimento escolhido foi sentido horizontal; ou

c) Deslocado um Módulo Base (Mb) a direita ou esquerda em relação ao Módulo Base (Mb) de referência da Célula Inicial (Ci), se na 2º Regra o crescimento escolhido foi sentido vertical.

6ª Regra: Verificar a viabilidade da posição usando as linhas laterais do Módulo Átrio (Ma) da Célula Inicial (Ci), seguindo as condições:

a) Que ao menos uma linha intercepte simultaneamente o Módulo Base (Mb) de referência e o Módulo Átrio (Ma) da Célula Secundária (Cs);

b) Caso contrário, voltar à 5ª Regras e escolher um posicionamento diferente;

Para a comprovação do algoritmo, a seguir é apresentado um exemplo:

1º Regra: Escolher a Célula Inicial (Ci);

Nesta primeira regra, deve-se escolher uma dentre as oito opções de células existentes. A célula escolhida será denominada Célula Inicial (Ci). A célula escolhida foi a C1 (Figura 5).

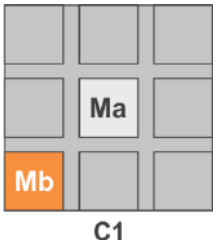


Figura 5 - Célula Inicial (Ci1) escolhida.
Fonte: Autores (2019).

A célula escolhida agora possui a nomenclatura Ci1.

2º Regra: Escolher o sentido e orientação do crescimento da Célula Secundária (Cs) (horizontal ou vertical/ esquerda ou direita);

A segunda regra diz respeito ao sentido e orientação da próxima célula a ser inserida, a escolha do sentido foi horizontal e a orientação de crescimento será à direita.

3ª Regra: Escolher a Célula Secundária (Cs);

A partir deste momento, deve-se escolher a próxima célula, que será chamada de Célula Secundária (Cs). A célula escolhida foi a C3 (Figura 6).

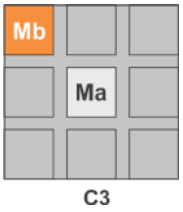


Figura 6 - Célula Secundária (Cs3) escolhida.
Fonte: Autores (2019).

Agora, a Célula Secundária escolhida possui a nomenclatura Cs3.

4ª Regra: Posicionar a Célula Secundária (Cs) à 42 metros da Célula Inicial (Ci);

Após a escolha da Célula Secundária (Cs3), de acordo com a 4ª regra, deve posicioná-la à 42 metros de distância da Célula Inicial (Ci1), tendo em vista que no projeto original do arquiteto Marcello Vivacqua é estabelecido esta distância mínima entre as CEMUNIs, criando assim, circulações padrões entre um edifício e outro. Esta distância foi mantida no estudo em questão. O sentido e a orientação já foram determinados na 2ª regra: horizontal/direita (Figura 7).

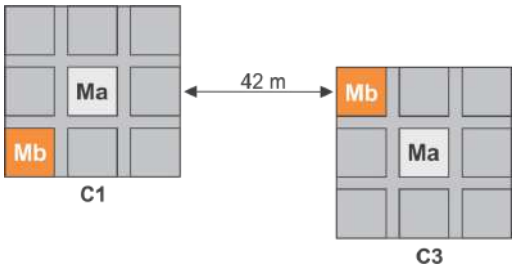


Figura 7 - Inserção da Célula Secundária Cs3 a 42 metros de distância da Célula Inicial Ci1.
Fonte: Autores (2019).

5ª Regra: Posicionar o Módulo Base (Mb) da Célula Secundária (Cs) em relação à Célula Inicial (Ci). Neste caso, foi escolhido o posicionamento: a) Alinhado ao Módulo átrio (Ma) da Célula Inicial (Ci) conforme o sentido e direção adotados na 2º Regra.

6ª Regra: Verificar a viabilidade da posição usando o prolongamento das linhas laterais do Módulo Átrio (Ma) da Célula Inicial (Ci), seguindo as condições:

a) Que ao menos uma linha intercepte o Módulo Átrio (Ma) da Célula Secundária (Cs);
b) Caso contrário, voltar à 5ª Regra e escolher um posicionamento diferente;

A 6ª e última regra, diz respeito às circulações presentes nos edifícios e a relação delas com as entradas das CEMUNIs. O módulo Base (Mb) de referência da Célula Secundária (Cs)

deve estar alinhado com o Módulo Átrio (Ma) da Célula Inicial (Ci), sendo que a condição máxima para que isto ocorra é que ao menos uma linha do Módulo Átrio (Ma) da Célula Inicial (Ci) intercepte uma das laterais do Módulo Átrio (Ma) e o Módulo Base (Mb) de referência da Célula Secundária (Cs) (Figura 8).

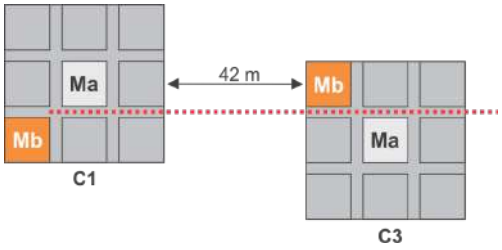


Figura 8. Interceptação por ao menos uma linha ao Módulo Base (Mb) da Cs3.
Fonte: Autores (2019).

Para verificar se o método sistematizado auxilia no processo de implementação digital, o algoritmo foi transcrito no programa Rhinoceros6®, utilizando o *plugin* Grasshoper®. A primeira etapa consistiu em dimensionar a Célula correspondente ao CEMUNI e os Módulos Base (Figura 9).

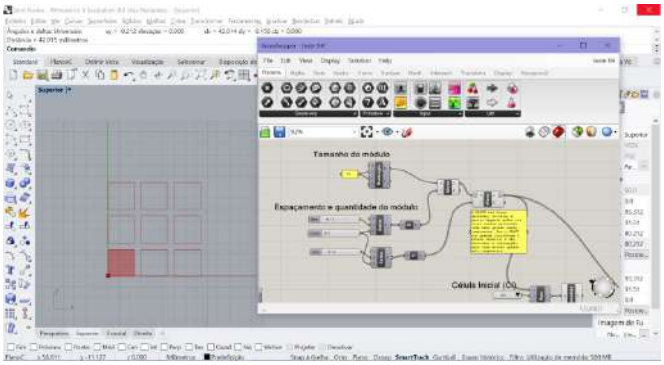


Figura 9. Criação do algoritmo para gerar as Células.
Fonte: Autores (2019).

1º Regra:

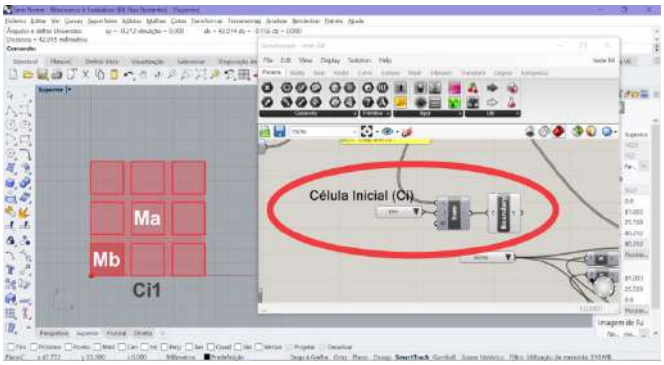


Figura 10. Geração das oito opções de Ci em função do Mb de referência.
Fonte: Autores (2019).

2º Regra e 3º Regra:

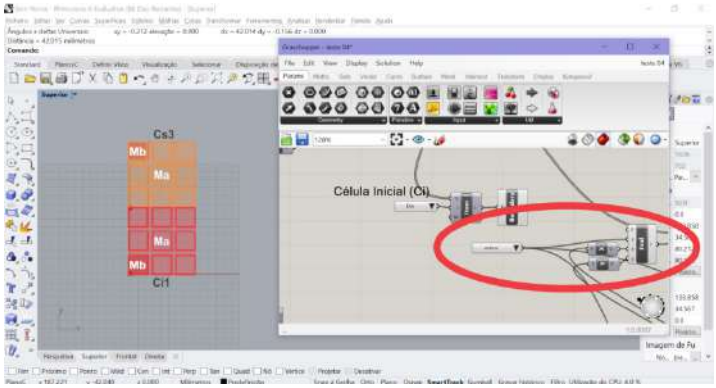


Figura 11. Escolha da orientação e sentido do crescimento da CS.
Fonte: Autores (2019).

4º Regra:

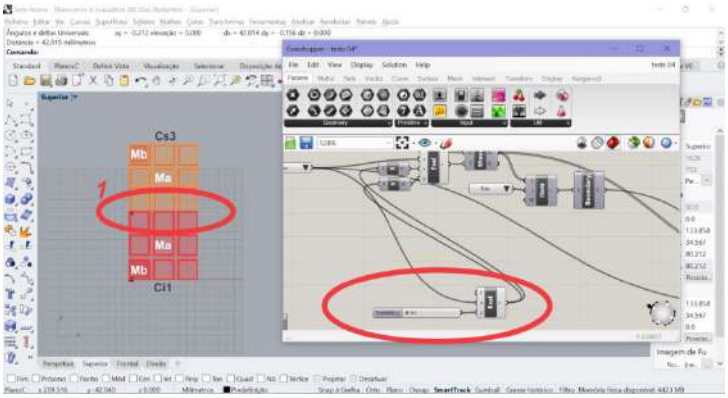


Figura 12. 1- Células justapostas devido ao programa considerar a origem como 0 (zero). 2- "*Variable*" considerando o tamanho da Célula Inicial (Ci).
Fonte: Autores (2019).

Para seguir corretamente a regra, deve-se considerar a dimensão da Célula Inicial (Ci) e acrescentar a distância de 42 metros no "Variable" para alcançar a posição e distância correta, sendo assim, a "Variable" fica com a posição "84" que é a soma da Célula Inicial (Cs1) com a distância entre as duas Células (Figura 13).

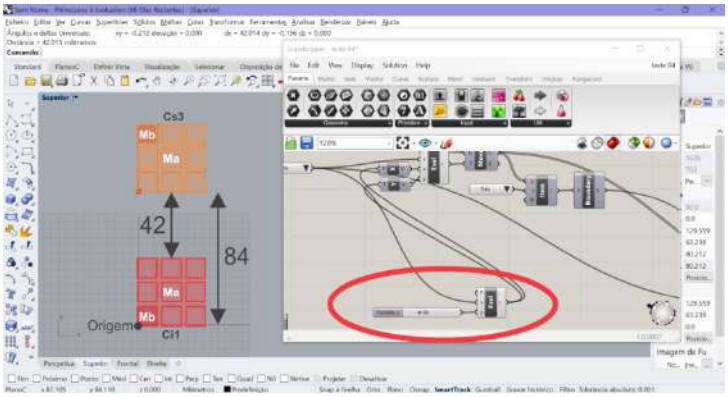


Figura 13. Adição de 42 metros na "*Variable*" para atingir a posição e distância correta.
Fonte: Autores (2019).

5º Regra:

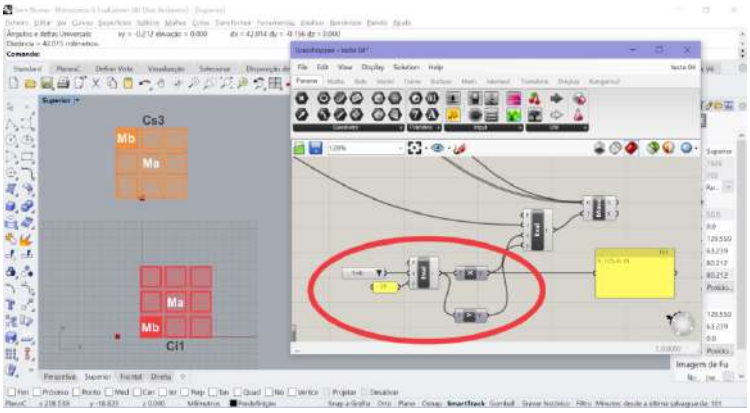


Figura 14. Escolha do posicionamento do Mb de referência da Cs em relação Ma.
Fonte: Autores (2019).

6º Regra:

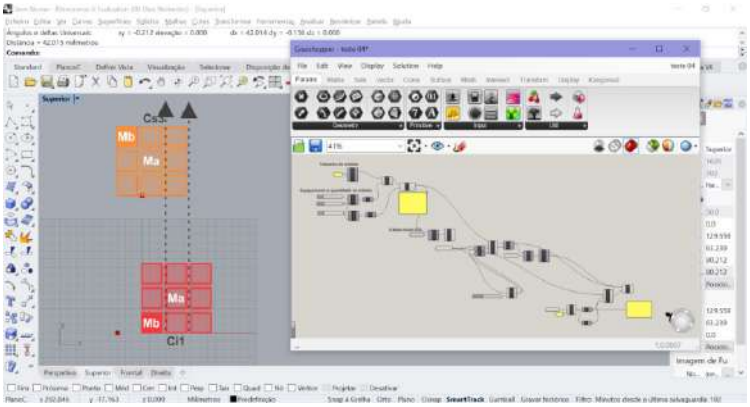


Figura 15. A posição da Cs3 não satisfaz as condições. À direita código do algoritmo.
Fonte: Autores (2019).

Como visto na Figura 15, o Mb da Cs3 não foi interceptado pelas linhas de prolongamento do Ma. Neste caso, deve-se voltar à 5ª Regra e escolher outra posição.

A nova escolha foi “Alinhada” com a Ci (Figura 16).

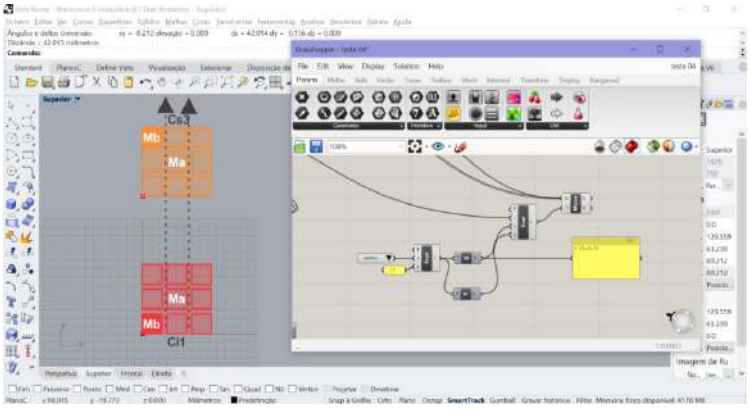


Figura 16. Cs3 alinhada com a Ci1.
Fonte: Autores (2019).

A posição mudou para “Neutro” no programa, alinhando as Células. Com isso, de acordo como mostrado na Figura 16, a condição da 6ª regra é satisfeita.

3 Conclusão

A análise sobre as diretrizes de expansão do complexo de edifícios do Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo, projeto do arquiteto Marcello Vivacqua, permitiu compreender como um método sistematizado e orientado por regras pode funcionar como interface entre o arquiteto e a ferramenta computacional. Embora o método desenvolvido pelo arquiteto não se destinasse a implementação computacional, a sua lógica computacional viabiliza a aplicação no ambiente digital. As decisões estratégicas do arquiteto assumidas como um conjunto de procedimentos bem definidos tornou capaz a transcrição do método em um algoritmo. Além disso, definiu um mecanismo gerador que mantem e automatiza as suas intenções projetivas, dando continuidade a lógica contida no projeto original. O método funciona como um sistema generativo capaz de ser explorado criativamente, uma vez que, o uso de regras não limita as diferentes possibilidades de realizar permutações entre as variáveis que envolvem o sistema, definindo um amplo espaço de soluções.

Referências

FORÉS, Jaime J. Ferrer. Mat urbanismo: growth and change. In: **PROJECTION: MIT student journal of planning**, n. 10, p. 73-84, 2011. Disponível em: < http://dusp.mit.edu/sites/dusp.mit.edu/files/attachments/project/projections_10_b.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2019.

GERO, J. S. Creativity, emergence and Evolution in design. In: **Knowledge-Based Systems**, v.9, n.7, p.435-448, Elsevier, 1996. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 10 mar. 2011.

MENGES, Achim; AHLQUIST, Sean (Ed.). **Computational Design Thinking: Computation Design Thinking**. John Wiley & Sons, 2011.

MITCHELL, William J. (1990). **A lógica da arquitetura: projeto computação e cognição**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008.

MOREIRA, Pedro. Debate no IAB-RJ sobre o Mat-building proposto pelo Team X na década de 60. In: BRAU. Graziano. **Arquitetura, Cidade e Projeto**. 21, abr. 2016. {online}. Disponível em: <http://arquiteturacidadeprojeto.blogspot.com/2016/04/debate-no-iab-rj-sobre-o-mat-building.html> Acessado em: 26 de nov. 2017.

SEDREZ, Maycon Ricardo. **Forma fractal no ensino de projeto arquitetônico assistido por computador.** 2009. 158 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SÉRIE memórias: construção e instalação da UFES. **Universo UFES**, Vitória, 8 dez. 2013. Disponível em: http://universo.ufes.br/blog/2013/12/serie-memorias-construcao-e-instalacao-da-ufes-2/. Acesso em: 15 mar. 2017.

VIVACQUA, Marcello Duarte. **A Vida e a Arquitetura de Marcello Vivacqua**. 2000. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2000.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

VISUALIZAÇÃO EM AMBIENTES DINÂMICOS COMO FACILITADOR NO ENSINO DE SIMETRIAS E PAVIMENTAÇÕES

ALVES, Daniele Simas Pereira[1],
COSTA, Liliana Manuela Gaspar Cerveira da[2],
GOMES, João Domingos da Silva Junior[3]

Resumo

Neste trabalho é apresentado um relato de atividades propostas para alunos do sexto ano do Ensino Fundamental, onde se introduz e se aplica o conceito de simetria axial. Ao todo são sugeridas vinte tarefas que valorizam a visualização e representações que foram executadas em sala de aula com o auxílio dos professores e que são de correção/verificação automática. Na sequência desse estudo são desenvolvidas as ideias de simetria em eixos não paralelos, tendo em vista a obtenção de pavimentações e de bases geradoras das mesmas, finalizando a ação dos alunos com a construção de um caleidoscópio, sempre valorizando as representações visuais. Os conceitos, atividades e ideias foram introduzidos e explorados usando o software de Geometria Dinâmica (GeoGebra) de maneira sequencial e com dificuldade gradativa.

Palavras-chave: Visualização; Simetria; Bases geradoras; Pavimentação; GeoGebra.

Abstract

This paper presents a description of an activity performed by students of the 6th grade of elementary school, where the concept of axial symmetry is introduced and applied. All the tasks proposed value visualizations and representations and were executed in the classroom under the supervision of teachers. The ideas of symmetry in non-parallel axes, tessellation and generated bases, were developed. The action ended with construction by the students of a kaleidoscope Concepts, activities and ideas were introduced and exploited with the Dynamic Geometry (GeoGebra) software, the tasks were sequentially and with a gradual difficulty.

Keywords: Visualization; Simmetry; Generated bases; Tessellation; GeoGebra.

[1] Prefeitura Municipal de São Gonçalo – daniele.simas@gmail.com
[2] Colégio Pedro II/NEPEM (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Ensino de matemática – lmgccosta@gmail.com
[3] Colégio Pedro II/NEPEM – joao.dgomes@gmail.com

1 Introdução

O papel da visualização no processo de ensino de matemática tem sido discutido e estudado por diversos educadores. As propostas metodológicas presentes nos textos de referência da educação brasileira, Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugerem o uso de ferramentas tecnológicas e visuais, aproximando, assim, os estudantes da sua realidade cotidiana e levando-os a desenvolver diferentes competências presentes nesses documentos.

> A visualização e a leitura de informações gráficas em Matemática são aspectos importantes, pois auxiliam a compreensão de modernos recursos para produzir imagens, impõe a necessidade de atualização das imagens matemáticas, de acordo com as tendências tecnológicas e artísticas, incorporando a cor, os gráficos, a fotografia, assim como a importância de ensinar os alunos a fazer uso desses recursos. (BRASIL, 1998, p. 46).

A visualização em matemática é um processo de formar imagens, sejam elas mentais, com lápis e papel ou até mesmo com auxílio de tecnologias para que tais imagens sejam efetivamente usadas na descoberta e compreensões de conceitos matemáticos. A inserção desses recursos visuais passa pela transformação da sala de aula num ambiente atrativo e dinâmico para os alunos, onde esses devem ser provocados e deste modo desafiar e estimular o raciocínio e a criatividade, através do uso de novas tecnologias principalmente voltadas para a visualização.

O ensino da Matemática está inserido nesse contexto, sendo assim torna-se necessário buscar sempre diferentes maneiras de atrair o aluno para o que é ensinado e usar, na prática da sala de aula, a sua experiência anterior.

> Os tipos de visualização que os alunos precisam, tanto em contextos matemáticos como noutros, dizem respeito à capacidade de criar, manipular e “ler” imagens mentais de aspectos comuns a realidade; visualizar informação espacial e quantitativa, e interpretar visualmente a informação que lhe seja apresentada; rever e analisar passos anteriormente dados como objetos que podiam tocar e desenhar; e interpretar ou fazer aparecer, como por magia imagens de objetos ou ideias que nunca foram vistos. (GOLDENBERG, 1998, p. 37).

Em seus estudos, o psicólogo Raymond Duval (2003) buscou analisar a influência das representações dos objetos matemáticos no processo de ensino-aprendizagem. Nesses trabalhos, evidenciou a importância e a necessidade do uso de representações nos estudos de objetos matemáticos, uma vez que todo pensamento matemático é expresso através registros que devem ser explorados a fim de possibilitar a construção do conhecimento. Ou seja, Duval propõe que a efetiva aprendizagem das propriedades de um objeto ocorre justamente na passagem de um registro para outro, pois as diferentes representações apresentam conteúdos e atributos diferentes sobre um mesmo objeto.

> Descartar a importância da pluralidade dos registros de representação leva a crer que todas as representações de um mesmo objeto matemático têm o mesmo conteúdo ou que seus conteúdos respectivos se deixam perceber uns nos outros como por transparência. (DUVAL, 2003, p. 14)

Seguindo o raciocínio de Duval, no presente artigo descreve-se um conjunto de atividades para efetuar o estudo de simetrias e sua aplicação a pavimentações, recorrendo à utilização de um software de geometria dinâmica (GeoGebra), valorizando a visualização e representações em todos os processos de construção do conhecimento. Utilizou-se tal software, pois o mesmo é livre e permite realizar facilmente construções geométricas, proporcionando uma melhor compreensão dos objetos geométricos.

O recurso ao computador, em detrimento de materiais manipuláveis, tem duas justificativas: o rigor das construções, e a rapidez para se obter uma pavimentação do plano, confirmando ou não conjeturas que se possam colocar sobre simetrias e possíveis bases geradoras das pavimentações.

> Por um lado, tem-se a inserção dessa tecnologia no dia-a-dia da sociedade, a exigir indivíduos com capacitação para bem usá-la; por outro lado, tem-se nessa mesma tecnologia um recurso que pode subsidiar o processo de aprendizagem da Matemática. É importante contemplar uma formação escolar nesses dois sentidos, ou seja, a Matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática. (BRASIL, 2006, p. 87).

Os estudos sobre a utilização de caleidoscópios no ensino de geometria tem sido objeto de interesse de diversos pesquisadores no Brasil. Em Batistela e Santos (2013) podemos ver uma cronologia sobre a utilização desse tema nos processos de ensino aprendizagem.

Educadores matemáticos reconhecem o grande potencial que tem a visualização, porém falta efetividade na sua implementação. Isso se deve principalmente ao fato de ser uma habilidade de difícil desenvolvimento, necessitando de um trabalho refletido e árduo para seu aperfeiçoamento e para seu ensino. Além disso, para a maioria dos alunos é como se existisse uma deficiência heurística visual de interpretação geométrica.

> Estamos aqui diante de um importante campo de pesquisa. Mas parece ainda muitas vezes negligenciada porque a maioria dos estudos didáticos é centrado principalmente em um lado da atividade matemática, como se os processos matemáticos fossem naturais e cognitivamente transparentes. (DUVAL, 1999, p. 24)

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: na seção 2 refere-se à metodologia utilizada. Na seção 3, são apresentados alguns conceitos geométricos básicos para o desenvolvimento do trabalho. Já na seção 4, descrevem-se as atividades aplicadas e os resultados obtidos. Para finalizar, na seção 5, mencionam-se as conclusões sobre o processo de aplicação das atividades elaboradas.

2 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, já que o processo é mais importante que o produto. Nela, procura-se unir a pesquisa à ação ou prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática, daí se enquadrar no registro da pesquisa-ação.

Essa metodologia exige uma estrutura de relação entre os pesquisadores e as pessoas envolvidas no estudo da realidade do tipo participativo/coletivo. Assim, de acordo com BALDISSERA (2001, p. 6), “uma pesquisa pode ser qualificada de pesquisa-ação quando houver

realmente uma ação por parte das pessoas implicadas no processo investigativo e estar centrada no agir participativo e na ideologia de ação coletiva". Ela agrega várias técnicas de pesquisa, recorre a técnicas de coleta e interpretação de dados, intervenção e solução de problemas, bem como técnicas de dinâmica de grupos.

Aplicando essas ideias ao ensino, a pesquisa-ação revelou-se como um instrumento eficiente para o desenvolvimento profissional do professor, além de ser um instrumento valioso, a que os professores podem recorrer, para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, segundo ENGEL (2000, p. 190), "considerando as limitações atuais da teoria educacional, a pesquisa-ação leva a soluções imediatas para problemas educacionais urgentes, que não podem esperar por soluções teóricas".

Por ser investigativa e participativa supõe um conjunto de procedimentos técnicos e operativos para o conhecimento da realidade ou um aspecto desta, com o objetivo de transformá-la pela ação coletiva, como também, supõe uma co-implicação no trabalho dos pesquisadores e das pessoas envolvidas no projeto onde se faz intercâmbio, socialização das experiências e conhecimentos teóricos e metodológicos da pesquisa.

3 Conceitos geométricos necessários

Um dos objetivos presentes no PCN para o segundo ciclo do Ensino Fundamental é "[...] identificar características das figuras geométricas, percebendo semelhanças e diferenças entre elas, por meio de composição e decomposição, simetrias, ampliações e reduções." (BRASIL, 1998, p.56)

> Ao utilizarmos um material didático é absolutamente necessário ter cuidado de analisar se o mesmo satisfaz e proporciona a obtenção de um dos objetivos precípuos do processo de ensino e aprendizagem, que é a compressão dos conceitos estudados. (MUNARI, 2011, p. 193)

Como ação preparatória da atividade foi apresentado aos alunos vários exemplos de figuras simétricas, levando-os a intuir o conceito de simetria axial ou reflexão.

Simetria Axial: Dados uma reta *r* e um ponto *P*. Se *P* não pertence a *r*, a imagem de *P* em relação à *r* é o ponto *P'* tal que a reta *r* é a mediatriz do segmento *PP'* . Se *P* pertence a *r*, a imagem de *P* em relação à *r* é o próprio *P, s(P) = P*.

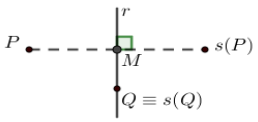


Figura 1: Simetria axial
Fonte: Acervo dos autores (2019)

Então, dizemos que *s(P)* é o **simétrico** de *P* em relação à *r* que é considerada o **eixo de simetria** ou espelho de reflexão. Decorre da definição que *PP'* é perpendicular a *r* e M é ponto médio do segmento.

Pavimentação: Uma pavimentação do plano euclidiano pode ser definida como sendo uma família enumerável de conjuntos fechados que (re)cobrem o plano sem lacunas ou sobreposições.

As pavimentações podem ser obtidas utilizando-se um conjunto de 3 ou 4 espelhos e uma imagem no interior deles. À imagem mínima[4] (ou minimal) que dá origem a uma pavimentação através das reflexões nos espelhos, dá-se o nome de **base geradora** e às sucessivas imagens refletidas pela base geradora, dá-se o nome de **base transformada**.

Caleidoscópio: "Caleidoscópio é qualquer conjunto de espelhos planos, perpendiculares a um mesmo plano, que possibilite a reflexão perfeita de imagens. Existem caleidoscópios com dois, três e quatro espelhos." (MARTINS, 2003, p. 55)

É imediato ver a conexão entre o estudo de caleidoscópios e de pavimentações do plano, que quando feitas por polígonos regulares permitem a exploração de vários conceitos como simetrias, ângulos, construção de polígonos, paralelismo e perpendicularismo.

4 Atividade

A seguir, descreve-se uma atividade desenvolvida com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental do Rio de Janeiro que teve como objetivo principal a determinação de bases geradoras de pavimentações do plano, recorrendo a espelhos, e que iria culminar com a construção de um caleidoscópio.

A execução da atividade teve dois momentos distintos: a manipulação de modelos e o uso do GeoGebra. Vamos deter-nos sobre o segundo. Uma vez que as reflexões em caleidoscópios resultam de simetrias axiais, e como os alunos não estavam familiarizados com este conceito, houve a necessidade de se iniciar por algumas tarefas introdutórias do mesmo. Em seguida, os alunos em duplas realizaram as tarefas no laboratório de informática do colégio.

A apresentação das tarefas foi dividida em três fases. Na primeira, foram apresentadas várias imagens para intuir o conceito de simetria axial, e, em seguida, foi efetuada a formalização do mesmo. Como momento de fixação, foram apresentadas aos alunos algumas questões em que se recorre apenas a um eixo de simetria. Na segunda fase, os alunos continuaram o estudo sobre simetrias axiais, utilizando, agora, dois eixos concorrentes. Neste estudo foi utilizada a ideia de que os eixos são dois espelhos não paralelos, de modo que seja possível estudar as reflexões por eles originadas. Na terceira fase das atividades, os alunos realizaram um estudo sobre as bases geradoras de pavimentações, utilizando ora as bases geradoras, ora as pavimentações.

4.1 Recurso ao GeoGebra para pesquisar eixos de simetria em figuras planas

Nas tarefas 1 e 2, (Figura 2) foi usada uma malha quadriculada, foram apresentados dois polígonos congruentes (triângulos e quadrados, respectivamente) e uma reta. Os alunos deveriam posicionar a reta no lugar exato entre os dois polígonos de forma a existir uma simetria axial que transforma um no outro. No primeiro caso, a reta pode ser manipulada (arrastada) apenas por meio de translações para a esquerda ou para a direita. Já no segundo caso, a reta pode ser manipulada livremente, isto é, pode se movida por meio de translações ou de rotações.

[4] Imagem mínima ou minimal é aquela que ao se lhe retirar qualquer elemento, não irá gerar a pavimentação.

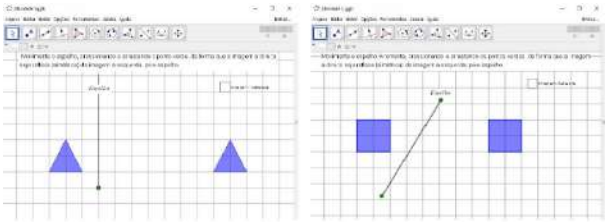


Figura 2: Visualização das tarefas 1 e 2 propostas aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

As tarefas 3, 4 e 5 trabalham o conceito de simetria usando pontos (Figura 3). A primeira apresenta um conjunto de 5 pontos, um eixo fixo () e um conjunto de 5 pontos livres, a serem movimentados e posicionados de modo a obter as imagens dos pontos fixos pela simetria de eixo . As outras duas tarefas são semelhantes às anteriores, há dois conjuntos de pontos fixos e uma reta que pode ser movida e posicionada por forma a ser o eixo de simetria da figura, sendo que na tarefa 4 o eixo apenas se move segundo translações e na tarefa 5 pode efetuar rotações.

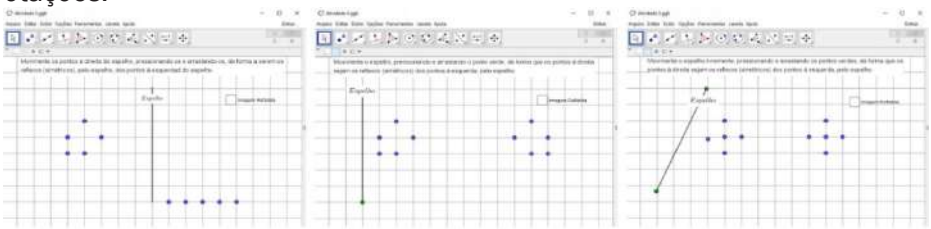


Figura 3: Visualização das tarefas 3, 4 e 5 propostas aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

Cada uma das tarefas 6 e 7 (Figura 4), apresenta dois polígonos iguais e rígidos, um deles fixo e posicionado à esquerda de um eixo também fixo. O outro polígono, manipulável deveria ser movido de forma a ser posicionado como a imagem reflexa do polígono à esquerda pela simetria associada a esse eixo.

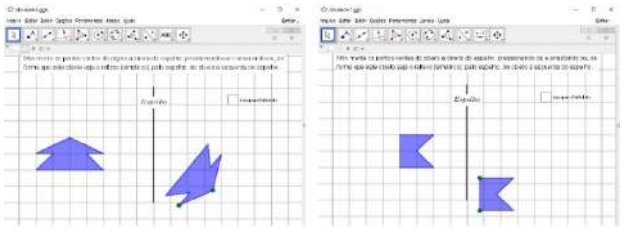


Figura 4: Visualização das tarefas 6 e 7 propostas aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

Em todas as tarefas anteriores, os alunos conferiram a resposta dada selecionando a caixa “Imagem Refletida” e, caso fosse necessário, voltariam a realizá-la.

Na tarefa 8 (Figura 5) são dados três triângulos e três quadriláteros, um eixo manipulável que pode sofrer translações e rotações. Aqui o aluno deveria manipular o eixo a fim de verificar a existência de possíveis eixos de simetria em cada um dos polígonos, indicando a quantidade de eixos de simetria encontrados em cada um deles. Os alunos foram realizando as tarefas propostas, trocando ideias com os colegas do lado e conferindo se suas soluções estavam corretas. Apenas nesse momento foi feita uma pausa para dar lugar a uma discussão sobre quais os polígonos que possuem eixos de simetria e aqueles que não possuem.

Com relação aos primeiros, foram comparadas as quantidades de eixos encontrados e o posicionamento desses mesmos eixos. A discussão foi livre entre os alunos, porém norteada pelos professores.

A tarefa 9 (Figura 5) é uma extensão da anterior, mas com outras classes de figuras. Apresenta um trapézio, um quadrilátero pipa, um pentágono regular, um pentágono côncavo em formato de bandeirinha, um hexágono regular e um círculo. Os alunos tiveram que encontrar possíveis eixos de simetria em cada uma das figuras apresentadas. Novamente os alunos anotaram suas observações e a discussão anterior foi retomada.

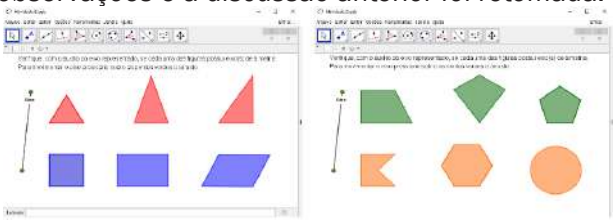


Figura 5: Visualização das tarefas 8 e 9 propostas aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

4.2 Estudo da composição de simetrias de eixos não paralelos em ambiente dinâmico

A segunda fase dessa prática é composta por um conjunto de cinco tarefas que têm como suporte a malha isométrica em que são dados dois eixos não paralelos, simulando dois espelhos. A tarefa 10 (Figura 6) possui além dos espelhos formando um ângulo de 60°, um triângulo equilátero, cuja localização e cujo tamanho podem ser alterados, posicionado entre eles. Os alunos movimentaram o triângulo por translações e rotações, também fizeram seu redimensionamento, nesse processo foram observando as reflexões geradas pelos dois espelhos. A tarefa 11 (Figura 6) apresenta dois espelhos posicionados formando um ângulo que inicialmente é de 30°, mas que está dependente de um controle deslizante variando de 30° a 120°, com um incremento de 30° e um objeto, posicionado entre eles, que vai gerando imagens por reflexões. Nesta atividade, os alunos manipularam o controle deslizante para variar o ângulo formado pelos espelhos, observaram a figura resultante nas respectivas reflexões, de acordo com cada ângulo e efetuaram o registro dos aspectos que se lhes revelaram mais importante.

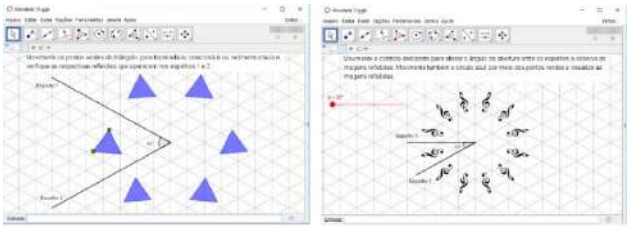


Figura 6: Visualização das tarefas 10 e 11 propostas aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

Nas tarefas 12 e 13 (Figura 7) há dois espelhos posicionados formando um ângulo de 30° e um controle deslizante para o ângulo variando de 30° a 120°, com um incremento de 30°. Na primeira há também um triângulo azul com lados sobre os espelhos e um vértice na sua interseção, gerando diferentes polígonos regulares com a variação do ângulo formado

pelos espelhos. Os alunos manipularam o controle deslizante para variar o ângulo formado entre os espelhos e observaram a figura que está sendo refletida e suas respectivas propriedades, consoante o ângulo formado pelos espelhos. Já na tarefa 13, existe um círculo entre os espelhos. Esse círculo pode ser transladado, rotacionado e redimensionado. Aqui, os alunos movimentaram livremente o círculo e observaram o efeito produzido nas imagens por tais movimentos, bem como o que decorria com a variação do ângulo produzida com a ativação do controle deslizante.

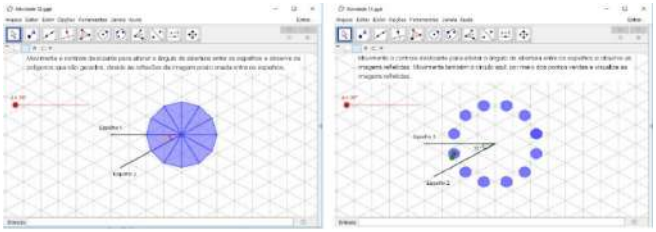


Figura 7: Visualização das tarefas 12 e 13 propostas aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

Na tarefa 14 (Figura 8) exibem-se alguns polígonos formando uma figura, posicionada entre os espelhos. Nela os alunos, com o cursor, alteraram a figura entre os espelhos e apenas observaram a pavimentação resultante.

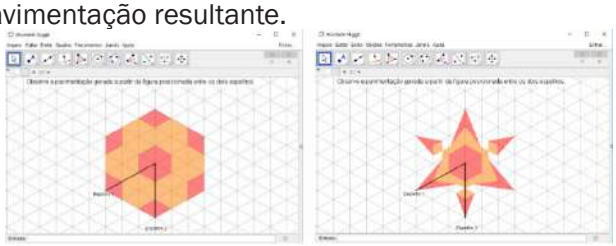


Figura 8: Visualização da tarefa 14 proposta aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

4.3 Uso do GeoGebra no estudo de pavimentações e bases geradoras

A terceira fase deste estudo é composta por um conjunto de tarefas em que se usam três espelhos, com o objetivo de que o aluno reconheça as reflexões nos mesmos, identifique e procure criar bases geradoras, bases transformadas e, finalmente, o padrão criado pelas reflexões em caleidoscópios. Em todas as tarefas os espelhos se posicionam de modo a formar um triângulo equilátero. O interior desse triângulo vai sendo preenchido por diferentes objetos. Na tarefa 15 tem-se, também, um círculo azul localizado entre os espelhos. Ao lado há três caixas de exibir/ocultar objeto. Os alunos marcaram e desmarcaram as caixas correspondentes a 1ª reflexão, 2ª reflexão e 3ª reflexão, respectivamente e, a cada marcação, observaram as reflexões ocorridas nos três espelhos (Figura 9).

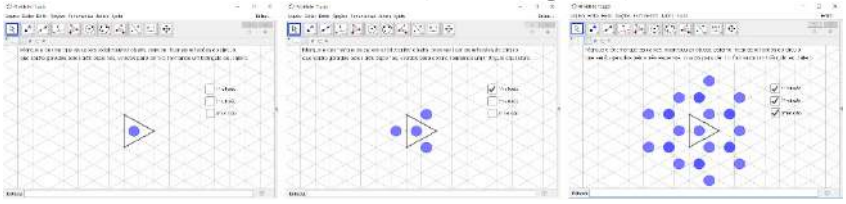


Figura 9: Visualização das etapas da tarefa 15 proposta aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

Na tarefa 16 (Figura 10) existe uma figura que preenche o triângulo formado pelos três espelhos e, ao lado, há quatro caixas de exibir/ocultar objeto. Aqui os alunos observaram a ação dos três espelhos e a figura (base geradora) entre eles, marcaram as caixas para exibir os objetos, 1ª base transformada, 2ª base transformada, 3ª base transformada e 4ª base transformada, nesta ordem, e observaram as reflexões ocorridas em um dos espelhos.

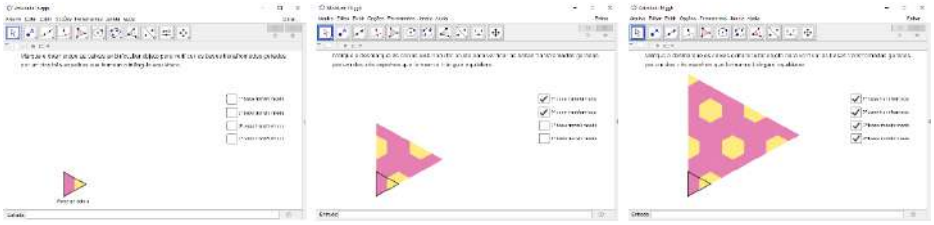


Figura 10: Visualização das etapas da tarefa 16 proposta aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

A tarefa 17 (Figura 11) é semelhante à anterior, permitindo a exibição de bases transformadas até a 3ª base transformada da reflexão de apenas um dos espelhos.

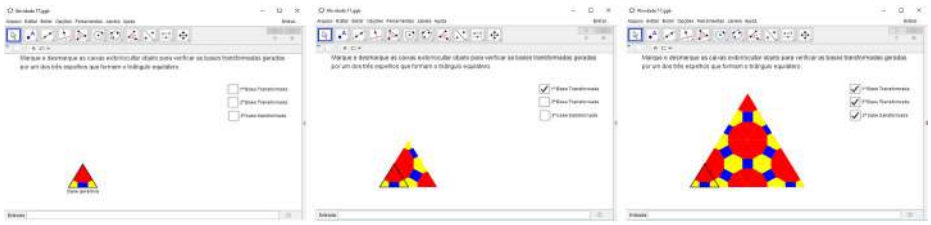


Figura 11: Visualização das etapas da tarefa 17 proposta aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

As tarefas 18 e 19 (Figura 12) exibem uma base geradora e uma caixa de exibir/ocultar o objeto chamada pavimentação gerada. Nelas os alunos observaram a base geradora posicionada no interior dos espelhos, em seguida marcaram a caixa pavimentação gerada e observaram a pavimentação gerada com a reflexão ocorrida nos três espelhos.

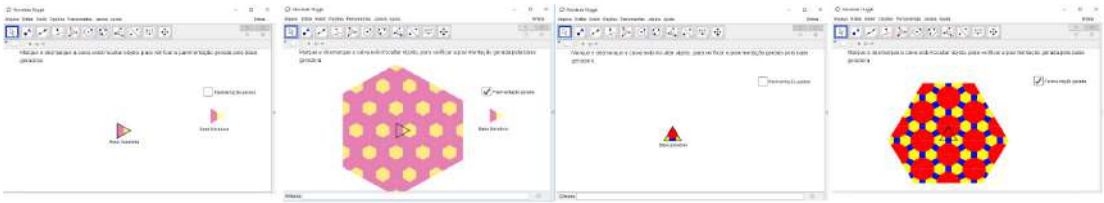


Figura 12: Visualização das tarefas 18 e 19 proposta aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

Finalmente, com uma dinâmica semelhante às anteriores, a tarefa 20 (Figura 13) permite criar pavimentações partindo de diferentes bases geradoras. Aqui os alunos observaram a base geradora, em seguida marcaram a caixa de pavimentação gerada (caleidoscópio) e observaram o que ocorreu. Eles ainda puderam movimentar os pontos no interior da base para visualizar as transformações sofridas tanto na base quanto nas reflexões. A movimentação dos pontos simula a ideia de um caleidoscópio.

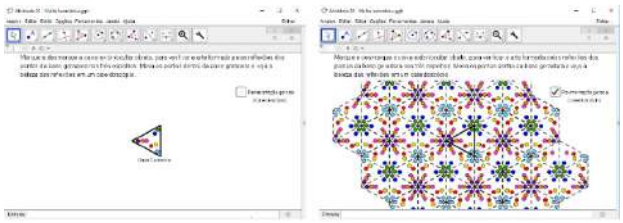


Figura 13: Visualização da tarefa 20 proposta aos alunos
Fonte: Acervo dos autores (2018)

Todas as tarefas foram realizadas em sala juntamente com os professores, tendo sido prestada toda a orientação necessária para um melhor aproveitamento dos alunos. As atividades realizadas no GeoGebra, foram também realizadas com material concreto a fim de consolidar o aprendizado.

4.4 Construção do caleidoscópio

Após o estudo dos conceitos propostos, os alunos já possuíam uma ideia do funcionamento de um caleidoscópio e de toda a geometria envolvida na construção de um objeto simples, mas que produz belas figuras.

Os alunos formaram um prisma triangular com os três espelhos planos. Cortaram dois triângulos de dimensões um pouco maiores que a base do prisma, um com o papel manteiga e outro com o papel transparente. Colaram o triângulo de papel manteiga em uma das bases do prisma, fechando totalmente uma das bases. Em seguida, colocaram as miçangas ou lantejoulas no interior do prisma e o fecharam colando o triângulo de plástico transparente, na outra base.

Feito isto, cortaram um triângulo um pouco maior que a base do prisma, com o pedaço pequeno da cartolina e fizeram um orifício no centro do triângulo. Colaram este triângulo sobre o plástico transparente e, colaram a cartolina ao redor do prisma.

5 Conclusão

Sabe-se que existem diversas propostas metodológicas para o ensino de matemática e principalmente de geometria. Sendo assim, não se pode afirmar que a aprendizagem efetiva ocorre sempre com a utilização desta ou daquela forma de ensino. É importante saber que temos à nossa disposição um leque imenso de possibilidades para trabalhar com os alunos em sala de aula, que utilizam recursos didáticos e enfoques metodológicos diferentes.

Ressalta-se a necessidade de elaborar atividades que favoreçam o desenvolvimento de estruturas lógicas de pensamento, que tenham por resultado prático o estabelecimento de condições para aquisição de outros conhecimentos, os quais podem colaborar para que os estudantes tomem decisões conscientes.

Viu-se que o desenvolvimento do pensamento visual em sala de aula fez com que os alunos tivessem uma percepção figurativa do que está sendo ensinado, atribuindo significado aos conceitos tido como puramente abstratos. Dessa forma, a utilização da visualização no processo de aprendizado cria alicerces que possibilita uma melhor compreensão de diferentes conceitos matemáticos.

Junto com os processos visuais, a utilização de tecnologias na educação tem se tornado um facilitador no processo de ensino-aprendizagem, pois dessa forma o aluno pode construir e/ou manipular determinado experimento fazendo comparações, generalizações e análises e formulando conjecturas, além de permitir o trabalho colaborativo. Assim, a promove-se a autonomia do aluno e desenvolvendo a autoconfiança estimulando o seu interesse pala Matemática. Ou seja, propõe um ensino de forma dinâmica, confrontando teoria e prática.

Ao finalizar as sucessivas etapas das tarefas propostas foi visível que em cada uma delas o aluno atingiu um grau de conhecimento efetivo e mais consistente. O conjunto de tarefas iniciais permite ao aluno uma melhor compreensão do conceito de simetria axial, o qual passa a ser por ele apropriado, uma vez que ele pode participar ativamente na construção do conhecimento, manipulando por vezes os eixos de simetria e por vezes as figuras simétricas.

Após a segunda série de tarefas o aluno terá percebido o que ocorre com as reflexões geradas por imagens posicionadas entre dois espelhos não paralelos e formando um ângulo menor do que 180°. Esta fase é crucial e prepara o terceiro momento, de maior complexidade e abstração, que consiste na construção do conceito de base geradora de uma pavimentação. Após esta atividade os alunos participaram numa feira de matemática em que explicaram o que desenvolveram aos restantes colegas.

Referências

BALDISSERA, Adelina. **Pesquisa-ação:** uma metodologia do "conhecer" e do "agir" coletivo. Sociedade em Debate, Pelotas, Vol. 7, n. 2, p.5-25, agosto/2001.

BASTITELA, Fátima e SANTOS, Marli Regina dos. **As pesquisas sobre a utilização de caleidoscópios e espelhos para o ensino de geometria no Brasil:** de onde vêm, para onde vão? , VII CIBEM, Montevideo, Uruguai, set/2013.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília. MEC/SEF, 1998.

_____ . **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2006.

_____ . **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília. MEC, 2016.

DUVAL, Raymond. **Representation, Vision and Visualization:** Cognitive Functions in athematical Thinking. Basic Issues for Learning. Proceedings of the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. México, outubro 1999.

_____ . **Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática**. In: MACHADO, S. D.A. (Org.). Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica. Campinas: Papirus, 2003, p.11-33.

GOLDENBERG; Paul. **"Hábitos de pensamento":** um princípio organizador para o currículo. Educação e Matemática nº 48, 37-44, 1998.

ENGEL, Guido Irineu. **Pesquisa-ação**: Educar, Curitiba, Editora da UFPR, n. 16, p.181 – 191, 2000.

MARTINS, Renata Aparecida. **Ensino-aprendizagem de geometria:** uma proposta fazendo uso de caleidoscópios, sólidos geométricos e softwares educacionais. UEP, Rio Claro (SP), 2003.

MURARI, Claudemir. **Pavimentações do plano por polígonos regulares e visualização em caleidoscópios.** X Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM. Salvador – Bahia. SBEM - 2010.

_____ . **Experienciando Materiais Manipulativos para o Ensino e a Aprendizagem da Matemática.** Bolema - Mathematics Education Bulletin, v. 25, n. 41, p. 187-211, 2011.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

EXPOSIÇÃO VIRTUAL INTERATIVA: UMA EXPERIÊNCIA NO NÚCLEO DE ARTE GRANDE OTELO

LIMA, Alvaro José Rodrigues de[1],
LIMA, Luciana Guimarães Rodrigues de[2],

Resumo

Neste artigo é apresentado o relato de uma experiência obtida no projeto de extensão "Participação em Exposição Virtual como Meio de Integração Social na Oficina de Desenho do Centro de Pesquisa e Formação em Ensino Escolar de Arte e Esportes – Núcleo de Arte Sebastião Bernardes de Souza Prata – Grande Otelo". No projeto desenvolvido, alunos do ciclo básico do Município do Rio de Janeiro tem a oportunidade de explorar uma exposição virtual interativa desenvolvida com a *engine* Quest3D onde os desenhos realizados por eles são exibidos. Os alunos participantes residem em uma área da cidade que não possui museus e galerias de arte, o que dificulta frequentar tais espaços culturais.

Palavras-chave: desenho; exposição virtual; ensino.

Abstract

This article presents the experience report obtained in the extension project "Participation in Virtual Exhibition for Social Integration in the Drawing Workshop of the Center for Research and Training in School and Art Teaching - Art Center Sebastião Bernardes de Souza Prata - Grande Otelo". In the project developed students of the basic cycle of the Municipality of Rio de Janeiro has the opportunity to explore a virtual exhibition developed with the engine Quest3D where the drawings made by them are displayed. Participating students living in an area of the city that does not have museums and art galleries, which makes it difficult to attend such cultural spaces.

Keywords: drawing; virtual exhibition; teaching.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro alvarogd@eba.ufrj.br
[2] Secretaria Municipal de Educação SME RJ lucianagrlima@globo.com

1 Introdução

O presente artigo consiste no desdobramento de uma pesquisa desenvolvida no curso de pós-doutorado do Programa Avançado de Cultura Contemporânea – PACC, concluída em 2015, intitulada Desenvolvimento de Exposição Virtual Interativa de Arte e Ciência.

Teve como objetivo principal levar os alunos a experimentar a visualização dos desenhos deles em uma exposição interativa e despertar o interesse nos alunos de visitar uma exposição de arte presencial.

A estratégia adotada foi o recurso da exposição virtual interativa, desenvolvida com técnicas de Realidade Virtual, onde o aluno vê seus desenhos realizados na oficina expostos num ambiente virtual que reproduz o edifício do LAMCE – Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia, localizado no Parque Tecnológico da Cidade Universitária da UFRJ.

No século XXI, estamos na chamada Era do Conhecimento, uma das conquistas da Ciência e especificamente das tecnologias da informação e da comunicação. Cada vez mais, as zonas do conhecimento se interagem, resultando numa necessidade maior da multidisciplinaridade em abordar os nossos desafios. Logo, não é possível mais separar o fazer da arte, da ciência e da tecnologia. No entanto, na sociedade brasileira, falta um projeto que estimule o gosto e o entendimento das novas gerações pela arte e pela ciência (LIMA, et al. 2016).

> O desenvolvimento de exposições virtuais *online* é um recurso atualmente muito utilizado por diversos museus que entendem que tal procedimento atrai público para suas exposições reais. A internet é uma espécie de universo paralelo onde é possível visitar uma exposição 24 horas por dia, nos sete dias da semana, sem as limitações impostas nos espaços físicos do mundo real. (LIMA, et al. 2016. p. 2)

Para Eichler & Del Pino (2007) uma exposição virtual será uma contribuição válida se respeitar dois princípios. O conteúdo deve ser exibido de forma correspondente à estrutura original da disciplina ou do tema exibido e este deve ser exibido de forma mais clara possível, facilitando a sua compreensão.

O público alvo deste projeto de extensão é composto por alunos do primeiro e segundo segmentos do Ensino Fundamental do Município do Rio de Janeiro, matriculados na Oficina de Desenho do Núcleo de Arte Grande Otelo, localizado em Parque Anchieta, bairro da zona norte da cidade do Rio de Janeiro. Eles geralmente não possuem acesso ou hábito de frequentar as atrações culturais disponíveis nos museus da cidade. Nessa área da cidade não tem galerias de arte e o único museu existente próximo é o Museu da Humanidade, destinado ao estudo de História e Arqueologia[3].

O Núcleo de Arte Sebastião Bernardes de Souza Prata – Grande Otelo foi inaugurado em março de 2009, no CIEP Zumbi dos Palmares. Atualmente encontra-se no espaço anexo à Escola Municipal Antenor Nascentes, no bairro de Anchieta, tendo como objetivo oferecer oficinas de diversas linguagens artísticas. Todas as oficinas estão estruturadas através dos seguintes módulos:

[3] O Museu da Humanidade pertence ao instituto de pesquisa Histórica Arqueologia do Rio de Janeiro – IPHARJ. Instituição privada sem fins lucrativos criada por arqueólogos e outros pesquisadores. https://museudahumanidade.ipharj.org/

- Módulo Básico: Para alunos que estão chegando pela primeira vez no Núcleo. É o módulo de alfabetização na linguagem da Arte escolhida.
- Módulo de Continuidade: Para alunos que já frequentaram alguma oficina de Arte no módulo anterior.
- Módulo de Montagem: Para alunos que têm ou já tiveram alguma experiência. Este módulo propõe uma oficina multidisciplinar em que três ou mais professores de diferentes linguagens se reúnem, com o objetivo de vivenciar com intensidade os processos criativos, apresentando um produto artístico de qualidade, desmitificando a dicotomia processo x produto.

É um espaço de educação não formal que tem como objetivo aumentar o contato com as várias formas de arte e a experiência com as diferentes etapas do trabalho, através do fazer, do conhecer e o pensar. Durante o processo de aprendizagem artístico, os alunos enriquecem seu vocabulário com as expressões pertinentes a cada atividade artística.

Por ser uma Unidade de Extensão do Município do Rio de Janeiro, está subordinada aos seguintes órgãos: 6ª Coordenadoria Regional de Educação, Secretaria Municipal de Educação e Prefeitura e Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

Após a Resolução SME nº 1222, de 16 de janeiro de 2013, a Secretaria Municipal de Educação estabeleceu novos critérios sobre o funcionamento das Unidades de Extensão Educacional.

Atualmente o Núcleo de Arte Grande Otelo oferece oficinas de Arte, Música, Animação, Dança e Teatro. Foi na oficina de Arte - modalidade Desenho, ministrada pela pesquisadora, que foram realizados os procedimentos metodológicos com alunos. (LIMA, 2015. PP. 117 e 118).

Anchieta, o bairro onde fica localizado o Núcleo de Arte Grande Otelo, possui o centésimo melhor IDH da cidade do Rio de Janeiro (0,788), logo atrás da Pavuna, que ocupa a posição nonagésima nona.

A Oficina de Desenho é uma das atividades oferecidas pelo Núcleo de Arte Grande Otelo, onde o aluno da Rede Municipal a frequenta no contraturno. Se ele tem aula regular no turno da manhã, ele faz a Oficina de Desenho a tarde e vice-versa.

As aulas são baseadas na abordagem multidimensional (LIMA, 2015). Além das aulas presenciais, os alunos participam de um grupo na rede social Facebook, criado no dia 3 de setembro de 2013.

A produção artística é apresentada em exposições presenciais na própria unidade ou em outros espaços disponíveis. Também são divulgados em várias redes sociais: blog da unidade, página e grupos no Facebook. São utilizados os seguintes recursos: papéis de diversas gramaturas, lápis grafite, lápis de cor, lápis aquarelável, carvão, giz pastel oleoso, tintas diversas, telas e matérias não convencionais.

2 Revisão bibliográfica

Foi na década de noventa que os museus aderiram ao uso da Internet. Algumas instituições restringem seu uso a divulgação do horário de funcionamento. Já outras possibilitam a realização de passeios virtuais, o que Henriques (2004) definiu como “cibervisitantes”. No entanto, Muchacho (2005) afirma que o design de interface e a usabilidade sejam condições necessárias para uma experiência positiva.

Como exemplos de passeios virtuais disponíveis na *web,* os Museus do Louvre onde permitem explorar na internet algumas de suas salas. As obras são vistas de longe para despertar o interesse do cibervisitante em conferir in loco[4]. O Vaticano, por sua vez, permite uma visão bem detalhada da Capela Sistina[5], através de fotomontagem. Nos EUA o Museu Smithsoniano de História Natural em Washington[6] possibilitava conhecer muitas das suas salas. Hoje ele adota outra estratégia: foram digitalizados em 3D vários modelos pertencentes ao seu enorme acervo e é possível explorá-los em vários ângulos diferentes no navegador da web. Por exemplo, é possível entrar na cápsula da Apollo 11 e conferir seus mínimos detalhes. A tecnologia do escaneamento 3D é mais avançada que a utilizada nos *tour* virtuais baseados em câmeras de 360° pois permitem uma navegação mais fluida, sem distorções. No Brasil o projeto Era Virtual, desde 2008 disponibiliza da internet diversos passeios virtuais baseados em fotos panorâmicas de vários museus localizados nos estados de Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Rio de Janeiro[7]. Outro exemplo nacional que também começou em 2008 foi o Projeto Dinos Virtuais que usando técnicas de modelagem digital e fotomodelagem com arquivos em *Virtual Reality Modelling Language (VRML)* tornou-se o primeiro site da América Latina a apresentar modelos virtuais online de dinossauros (ARAÚJO et al. 2012). Porém com a obsolescência do VRML o projeto sofreu descontinuidade.

A importância do registro virtual pode ser avaliada com a experiência de explorar o importantíssimo acervo do Museu Nacional perdido no trágico incêndio ocorrido em 2 de setembro de 2018. O passeio virtual foi desenvolvido pelo Google Arts & Culture.[8]

Lepoulas & Vassilakis (2004) propuseram o uso do motor de jogo (*game engine*) do The Unreal Tournament para a criação de ambientes 3D no projeto Museu Virtual numa alternativa mais viável de Realidade Virtual.

Tal abordagem traz similaridades com a metodologia aqui proposta, pois aqui o ambiente virtual não é baseado em fotomontagem em 360° e sim com o uso de um motor de jogo criar a exposição virtual. No entanto o projeto aqui proposto traz a possibilidade de acréscimo de informações complementares disponíveis durante a navegação e o motor de jogo (Quest3D) usado não cobrar *royalties* pelo projeto desenvolvido, diferente do The Unreal Tournament.

Kiourt et al. (2016) desenvolveram o DynaMus a partir do motor de jogo Unity. O programa permite o usuário e montar a própria exposição virtual personalizada acessando os diversos repositórios digitais disponíveis na web. A abordagem diverge do trabalho aqui desenvolvido pois neles não há a preocupação de reproduzir o espaço correspondente a um museu ou galeria específica.

3 Desenvolvimento da Exposição Virtual Interativa

Em 2018, a exposição virtual interativa foi desenvolvida com o motor de jogo Quest3D. Com a utilização do simulador multiusuário, é possível realizar um passeio virtual no Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia (LAMCE). Esta ferramenta permite o desenvol-

[4] https://www.louvre.fr/en/visites-en-ligne#tabs
[5] http://www.vatican.va/various/cappelle/sistina_vr/
[6] https://3d.si.edu/apollo11cm
[7] http://www.eravirtual.org/pt/
[8] https://artsandculture.google.com/project/museu-nacional-brasil

vimento de sites com conteúdo em 3D, jogos, programas e simuladores de voo, veículos terrestres e aquaviários destinados ao treinamento de equipes e entretenimento.

O Quest3D foi a ferramenta escolhida devido a familiaridade obtida com os seus recursos durante o desenvolvimento do Simulador de Contenção de Petróleo em Mar Aberto para a Tese de Doutorado (LIMA, 2013) e do Simulador do Projeto Arte e Ciência para o estágio de pós-doutorado (LIMA, 2015).

O ciclo do projeto se fecha com os alunos no Núcleo de Arte Grande Otelo tendo a experiência de ver seus trabalhos numa exposição virtual interativa.

Nesse projeto de extensão os alunos de graduação da Escola de Belas Artes da UFRJ atuaram em duas frentes. Alunos de Licenciatura em Educação Artística frequentaram a Oficina de Desenho e tiveram contato direto com os alunos do Município – público alvo da ação de extensão. Outro grupo, formado por alunos do curso de Composição de Interior,[9] desenvolveram o aplicativo da exposição virtual.

O Quest3D segue a chamada programação visual onde o usuário desenvolvedor não precisa conhecer linguagem de programação. Os elementos necessários para a criação da cena (luz, câmera, objetos e cenário) são organizados em canais *(channels*) em forma de caixas num fluxograma (Figura1). Para facilitar a prototipagem de ambientes virtuais o Quest 3D traz vários modelos de *templates* pré-configuradas para serem utilizadas. Para exposição virtual foi escolhida a *template* Networking como ponto de partida da programação, pois nela é disponibilizada uma *walk câmera e a possibilidade da simulação ser executada em rede local LAN com até 32 usuários simultâneos (Figura 2).*

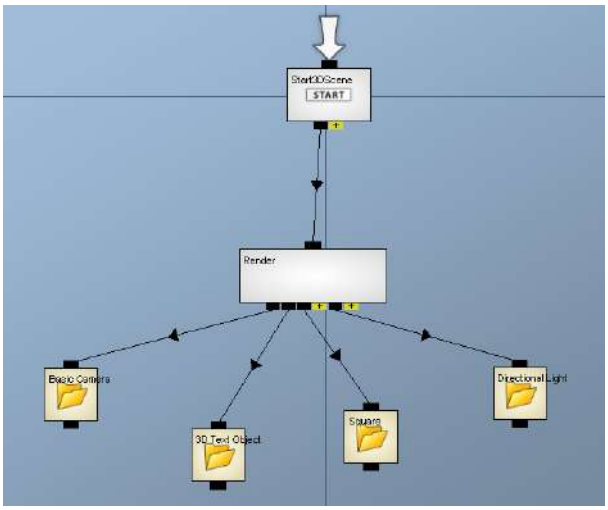


Figura 1 – Interface do Quest3D com a estrutura básica de uma cena.
Fonte: Autores.

[9] Em outras instituições o referido curso recebe o nome de Design de Interior.

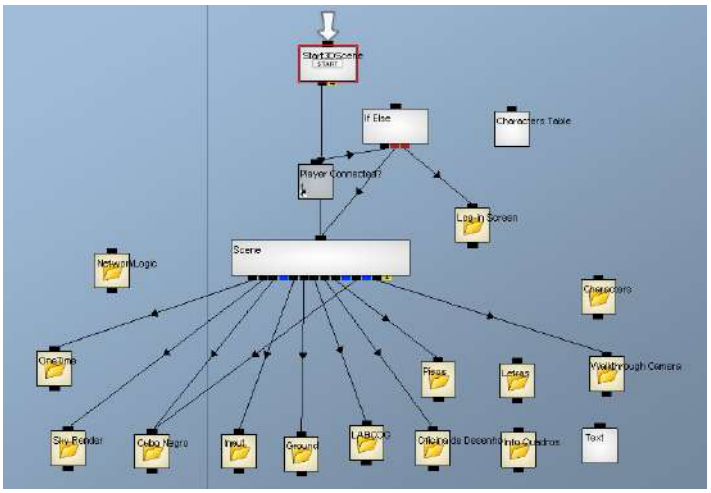


Figura 2 – Interface do Quest3D com a estrutura de canais da exposição virtual interativa.
Fonte: Autores.

Na exposição virtual interativa o aluno inicia sua experiência num ambiente imersivo que reproduz o espaço externo do edifício da LAMCE (figuras 3 e 4). Assim o usuário pode apreciar a sua arquitetura incomum. No ambiente virtual 3D o usuário entra no prédio visita a exposição composta pelos quatros realizados pelo próprio usuário anteriormente na Oficina de Desenho (figuras 5 e 6).

Figura 3 – Vista do prédio do LAMCE no Parque tecnológico da UFRJ.
Fonte: Autores.

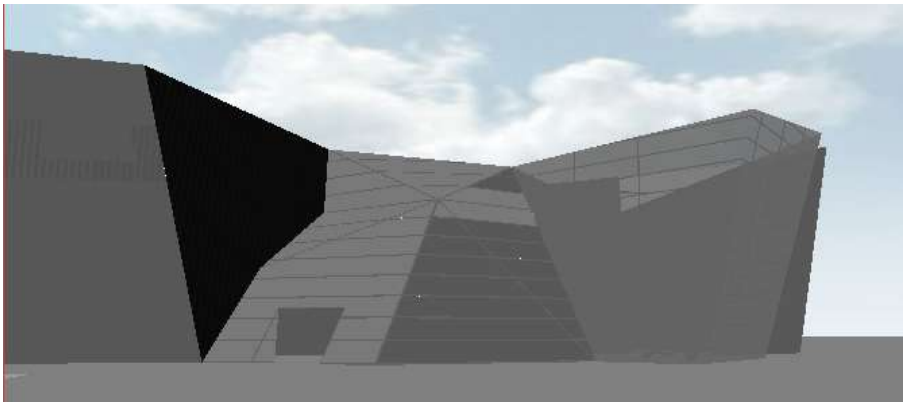


Figura 4 – Vista do prédio do LAMCE na exposição virtual.
Fonte: Autores.

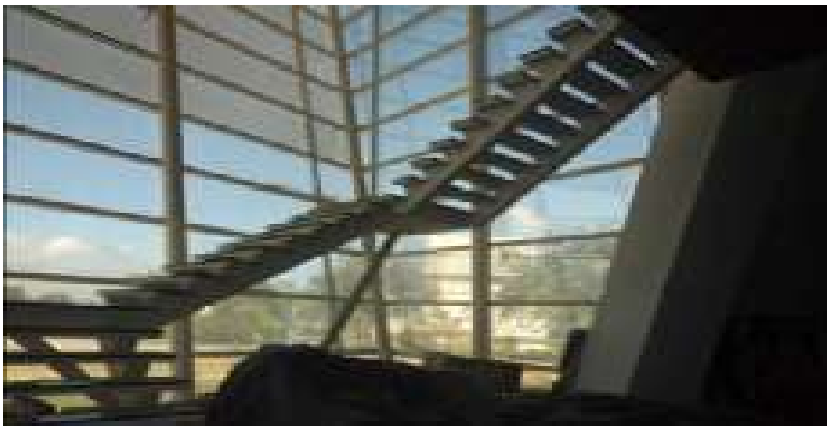


Figura 5 – Vista interna do LAMCE.
Fonte: Autores.

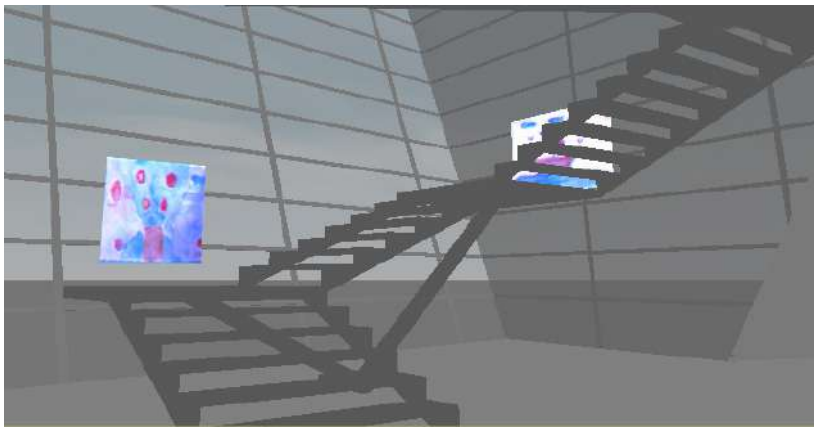


Figura 6 – Vista interna do LAMCE na exposição virtual.
Fonte: Autores.

No entanto, o laboratório de informática no Núcleo de Arte Grande Otelo não possui LAN. Seus computadores tem acesso a internet cada um isoladamente, impossibilitando que a exposição virtual interativa seja executada no modo multi usuário. Então, ela foi instalada nos computadores e os alunos do Núcleo podem explorá-la simulando a experiência de uma visita solitária a uma exposição.

Em novembro de 2018 houve uma apresentação para os alunos da Oficina de desenho, pais de alunos e professores da rede municipal. A experiência foi filmada e o recurso de entrevistas semiestruturadas foi utilizado para obter o *feedback* do público-alvo.

Na maioria das crianças e jovens participantes foi observado que a experiência foi positiva. Principalmente quando o aluno reconhecia seu desenho na exposição.

Uma das alunas entrevistadas ficou interessada pela forma arquitetônica do prédio do LAMCE (cenário da exposição virtual interativa) e sugeriu que fosse realizada uma atividade de execução de maquete para reproduzir a edificação.

Como aspecto negativo, essa foi a primeira edição do projeto de extensão e a execução do mesmo demorou mais do que inicialmente previsto então alguns dos desenhos reproduzidos pertenciam a alunos que não estavam mais na Oficina de Desenho.

Foi observado, durante as filmagens, que os alunos das faixas etárias menores apresentavam um comportamento mais disperso. No ambiente virtual saiam do edifício para ver se tinha praia no aplicativo ou se jogavam da escada para ver como cairiam no chão. Isso pode

indicar que para os alunos menores seria necessário uma preparação prévia para explorar o programa. Deixar claro que a finalidade seria visitar a exposição deles.

Também no *feedback* das entrevistas semi estruturadas foi sinalizado a necessidade do visitante virtual poder correr para o passeio não ficar entediante.

4 Conclusão

Os alunos da Oficina de Desenho do Núcleo de Arte Grande Otelo tiveram a oportunidade de explorar uma exposição virtual interativa com os desenhos realizados por eles próprios. Foi observado ao se realizar entrevistas semiestruturadas com os alunos participantes que a experiência foi positiva para a maioria do (nosso público alvo). Conforme relatado, foi observado que nas faixas etárias menores a necessidade de uma preparação maior para evitar a dispersão. Foi comentado por alguns participantes que a falta do recurso de andar depressa, correr, em determinado momento, tornava a experiência monótona. Tal observação também foi feita no experimento anterior onde fora realizada uma exposição virtual sobre Arte e Ciência o que enfatizaria a pertinência do comentário.

Como não existe a versão "real *in loco*" da exposição, logo não há com mensurar objetivamente, se a exposição virtual acrescenta valor a mesma, porém não é esse o objetivo do experimento. Os alunos já conheciam as obras expostas pois são os próprios autores. Aqui o esperado é que a exposição virtual desperte o interesse em visitar exposições reais. Também é esperado que a experiência melhore a autoestima dos jovens que moram numa das áreas mais violentas da cidade e com um dos índices de IDH mais baixos. O Núcleo de Arte Grande Otelo tem a prática de organizar visitas em museus e outros espaços culturais. Alguns alunos já comentaram que prefeririam o fator surpresa e só explorariam uma exposição virtual após terem visitado a real. Por outro lado, alguns revelaram que tal recurso seria importante para saber o que tem na *exposição in loco* antes de visitá-la.

Pretende-se levar a experiência para uma nova fase, substituindo a *engine* utilizada por outra que permita ao usuário explorar a exposição virtual via telefone celular e também ampliar para outros espaços educacionais.

Na exposição virtual da Oficina de Desenho optou-se por não haver um avatar e o usuário acompanhar em terceira pessoa a experiência. Em vez disso o movimento da câmera é em primeira pessoa, possibilitando uma visão mais próxima e detalhada dos quadros expostos virtualmente.

Como se trata de um projeto de extensão de natureza contínuo propõe-se, também, abordar temas diferentes a cada ano.

Agradecimentos

Agradecemos ao professor Luis Landau do Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia pela permissão de usar o LAMCE como cenário virtual do modelo. Ao professor Gerson Gomes Cunha pelo suporte no Quest 3D. As alunas de graduação Norma Sueli Meireles da Rosa, Isabel Cristina da Silva Francisco, Bo Fe Chen e Nátali Roberta de Souza Nuss pela participação da Oficina de Desenho ou na colaboração na programação do Quest3D para o desenvolvimento da exposição virtual. À direção do Núcleo de Arte Grande Otelo por ceder o espaço e permitir que essa experiência fosse realizada.

Referências

ARAUJO, M. C. M; ROMANO, P. S. R; GRILLO, O. N, HAGUENAUER, C. J; AZEVEDO, S. A. K; CUNHA, G; The DinosVirtuais Project: a virtual approach of a real exhibition. **Virtual Reality Journal**, v. 5, n. 1, p. 94-118, 2012. Disponível em: http: //www .latec. UFRJ .br/ revistas /index.php?journal=realidadevirtual&page=article&op=view&path%5B%5D=301&path%5B%5D=425 Acesso em outubro de 2013.

EICHLER, M. L; DEL PINO, J. C; Museus virtuais de ciências: uma revisão e indicações técnicas para o projeto de exposições virtuais. In: **Novas Tecnologias na Educação**. Vol. 5. Nº 2, dezembro de 2007. Disponível em: <http:/ /www. cinted. UFRGS .br/ ciclo 10 /artigos / 6d2MarceloLeandro.pdf >. Acesso em outubro de 2013.

HENRIQUES, Rosali. **Museus Virtuais e cibermuseus: A internet e os museus.** 2004. Disponível em: www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source= web &cd =2&ved =0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fmemoria.petrobras.com.br%2FLibraryItem%2Fdownload%3Ffilename%3D%252Fupload%252Fartigos-e-publicacoes%252Fmuseus-virtuais-e-cibermuseus%252F028_museusvirtuais_rosali.pdf%26title%3DMuseus%2520virtuais%2520e%2520cibermuseus%26page%3D11318%26part%3D11319&ei=HqhZUsjMB9LIkAfsz4HYDQ&usg=AFQjCNFNVXwDzEJkdEMqcJID_b_bfoDxSw. Acesso em outubro de 2013.

LEPOURAS, George; VASSILAKIS, Costas. Virtual museums for all: employing game technology for edutainment. **Virtual reality**, v. 8, n. 2, p. 96-106, 2004.

Lima, A. J. R; **Simulação de Contenção e Recuperação de Petróleo em Mar Aberto Utilizando Técnicas de Realidade Virtual.** Tese de doutorado –/ Programa de Engenharia Civil – Rio de Janeiro:UFRJ/COPPE, 2013.

LIMA, A. J. R.; HAGUENAUER, C. ; LIMA, L. G. R. **Exposição Virtual Interativa de Arte e Ciência**. Revista Tecnologias na Educação, v. 17, p. 1-10, 2016. Disponível em: http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2016/09/Art2-ano8-vol17-dez2016.pdf. Acesso em março de 2019.

LIMA, L. G. R. **Web 2.0 e Linguagens Digitais: uma metodologia para o ensino de arte**/ Luciana Guimarães Rodrigues de Lima. – Rio de Janeiro: UFRJ/FL, 2015. xv, 152 f.:30cm Orientador: Cristina Jasbinschek Haguenauer Tese (doutorado) – UFRJ/Faculdade de Letras/ Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Linguística Aplicada, 2015.)

MUCHACHO, Rute. Museus virtuais: A importância da usabilidade na mediação entre o público e o objecto museológico. **SOPCOM**, v. 4, p. 1540-1547, 2005.

KIOURT, Chairi; KOUTSOUDIS, Anestis; PAVLIDIS, George. DynaMus: A fully dynamic 3D virtual museum framework. **Journal of Cultural Heritage**, v. 22, p. 984-991, 2016.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

MORFOGÊNESE COMO PROCESSO DE PROJETO DIGITAL

MARTINO, Jarryer Andrade De[1],
NUNES, Caio Muniz[2],

Resumo

Este artigo apresenta a morfogênese como processo de projeto digital, que utiliza a ferramenta computacional para gerar ou encontrar formas baseadas em parâmetros e variáveis nela imputados, dando novas possibilidades ao projetista de explorar e investigar, de maneira automatizada, diferentes soluções de projeto. Para isso, os modelos de projeto digital são apresentados e comparados ao processo de auto-organização e adaptação dos seres vivos responsáveis pela morfogênese biológica. Como conclusão, verifica-se a morfogênese contribuindo para a mudança de paradigma na arquitetura e design que, atualmente é baseada em processos *form-finding*.

Palavras-chave: morfogênese; arquitetura; processo de projeto.

Abstract

This paper presents morphogenesis as a digital design process, which uses the computational tool to generate or find forms based on parameters and variables imputed in it, giving new possibilities to the designer to explore and investigate, in an automated way, different design solutions. For this, the digital design models are presented and compared to the process of self-organization and adaptation of living beings responsible for biological morphogenesis. In conclusion, morphogenesis contributes to the paradigm shift in architecture and design, which is currently based on form-finding processes.

Keywords: morphogenesis; architecture; design process.

[1]Universidade Federal do Espírito Santo - jarryer.martino@ufes.br
[2]Universidade Federal do Espírito Santo – caiomn@outlook.com

1 Introdução

1.1 A atualidade do design generativo na indústria criativa

A ferramenta computacional abriu novas possibilidades paradigmáticas para o processo de projeto ainda pouco exploradas. Nas práticas projetuais de arquitetura e design mais recorrentes, se utiliza do chamado método heurístico para a tomada de decisões sobre forma e função do projeto. Segundo Lawson (2011), as estratégias heurísticas não se apoiam diretamente em princípios teóricos ou em cálculos, mas primordialmente em regras gerais e na própria experiência do designer ou arquiteto. Através desse método, identifica-se de forma rápida relações gerais entre os elementos do problema, e propõe-se soluções genéricas através de tentativa-e-erro, que podem ser ajustadas posteriormente por métodos mais precisos. É um processo caracterizado não só pela sua aparente rapidez, como também por ser inconsciente – no sentido que o designer não se dá conta das avaliações e decisões tomadas ao longo do processo.

Em contextos tradicionais, o papel da computação gráfica é de funcionar como um método representativo para designers e arquitetos, como uma evolução dos desenhos à mão apresentados a clientes e professores. Entretanto, sabe-se que essa é uma aplicação limitada da computação ao processo de projeto, uma vez que ela nos permite gerar formas e tomar decisões não alcançáveis de outro modo. Melhor dizendo, a ferramenta computacional gera formas e toma decisões baseadas em parâmetros nela imputados, dando novas possibilidades ao designer.

Trabalhos desta natureza têm sido cada vez mais recorrentes na indústria criativa. A publicação online de Howarth (2017), *Generative design software will give designers "superpowers"* (*Software* de design generativo dará "superpoderes" a designers, tradução nossa) ilustra esse panorama contemporâneo da área. No artigo, Howarth fala sobre a emergência das ferramentas de design generativo, as quais utilizam algoritmos para gerar todas as permutações possíveis de uma solução de design. Segundo o autor, o design generativo mimetiza a forma que os organismos evoluem na natureza, e é um método que se distancia da forma como projetamos tradicionalmente. Ainda no artigo, o autor versa que o designer, ao invés de intervir diretamente sobre a forma para se atingir um resultado específico, ele passa a optar dentre diversas possibilidades geradas pelo software através de parâmetros fixos. Em vez de tomar todas as decisões projetuais, o trabalho do designer passa a se aproximar de uma curadoria.

O autor ainda afirma que o design generativo "frequentemente produz formas fluidas e reticulares, uma vez que o software imita a forma como a natureza cria as estruturas mais eficientes possíveis" (HOWARTH, 2017, tradução nossa). Como exemplos de projetos recentes que utilizam esse tipo de ferramenta, são citados os tênis da marca New Balance (Figura 1), elaborados pelo estúdio de design *Nervous System* nos quais a entressola foi gerada de acordo com as necessidades físicas e de treino de cada corredor, e produzida através de impressão 3D; e a *Elbphilharmonie* em Hamburgo (Figura 2), Alemanha, dos arquitetos Herzog & de Meuron, no qual o interior foi acusticamente otimizado através da tecnologia.

Figura 1 – Tênis da marca New Balance, elaborado através de processos generativos
Fonte: TUCKER, Emma. New Balance partners with Nervous System to design personalised 3D-printed trainer soles. Dezeen, 2015. (Disponível em: https://www.dezeen.com/2015/12/06/new-balance-nervous-system-3d-printed-personalised-soles-trainers-footwear/)

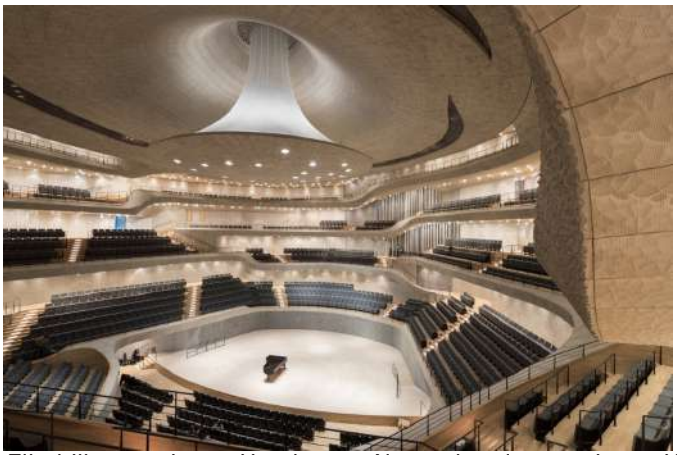


Figura 2 – Interior da Elbphilharmonie em Hamburgo, Alemanha, dos arquitetos Herzog & de Meuron
Fonte: BARI, Osman. The parametric process behind the Hamburg Elbphillarmonie´s auditorium. Archdaily, 2017. (Disponível em: https://www.archdaily.com/805567/the-parametric-process-behind-the-hamburg-elbphilharmonies-auditorium)

1.2 Justificativa e objetivos

Dada a contemporaneidade do tema, este artigo se propõe a discutir o conceito de morfogênese digital no panorama do design digital, utilizando-se de literatura recomendada. Tal discussão visa elucidar as novas possibilidades formais e metodológicas geradas a partir da morfogênese e do design generativo no projeto de arquitetura.

2 A evolução dos processos de design digital

Uma das questões centrais a respeito do design realizado com auxílio computacional – nomeado de *design digital* – é se este realmente apresenta alguma inovação tecnológica / metodológica ao projeto ou se apenas possibilita a realização de projetos convencionais com novas mídias. Mitchell (2005) argumenta que a arquitetura a emergir da era digital é caracterizada por altos níveis de complexidade, o que permite respostas mais sensíveis às exigências de aspectos contextuais como local, programa e intenção expressiva, se comparada à arquitetura produzida no âmbito do modernismo industrial. Oxman (2006, p. 238), por sua vez, afirma que academicamente o design digital é visto como um novo conjunto de tecnologias e mídias que estão transformando nossas definições e conceitos de design tradicionais.

A adoção de sistemas generativos em ambientes digitais é um exemplo disso. Segundo Fischer e Herr (2001), no design generativo o projetista não interage diretamente com o produto, mas sim no sistema que irá gera-lo. Dessa forma, um sistema generativo possibilita gerar famílias ou gerações inteiras de um projeto a partir da permutação exaustiva de seus elementos ou por meio da modificação de suas variáveis. Além disso, os sistemas generativos envolvem conhecimentos sobre sistemas emergentes como auto-organização, gramáticas generativas, geração algorítmica de crescimento e de reprodução. Sendo assim, busca-se a influência das mídias computacionais nos processos de projeto e se o design digital se constitui de fato como uma forma metodologicamente nova de projetar.

Para ilustrar os diferentes modelos de design digital, Oxman (2006, p. 241) elaborou um esquema básico (Figura 3) com o qual pode-se explicar as formas de desenvolvimento do design digital. É importante enfatizar que, no esquema, o designer sempre retém a posição simbólica central, o que implica que o controle dos processos digitais, por mais complexos que sejam, são baseados na interação e reflexão com o designer. No entanto, a natureza da interatividade e o tipo de controle dos processos de projeto são tratados como altamente significativo e necessário para se diferenciar cada modelo.

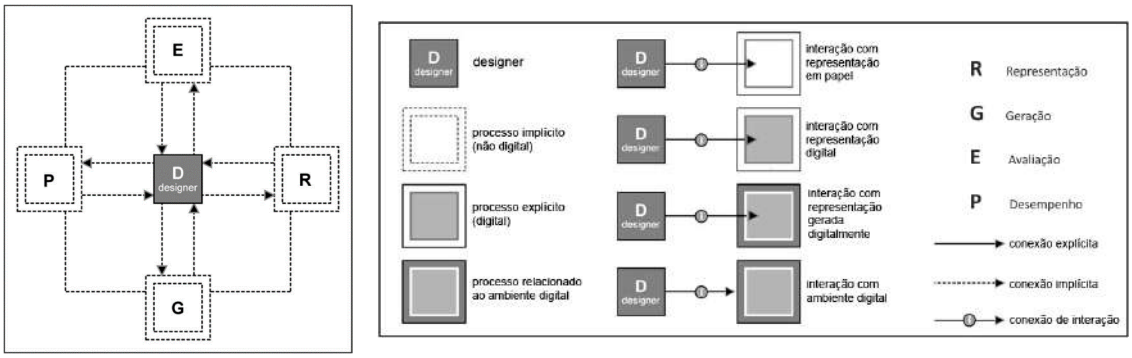


Figura 3 – Esquema genérico explicativo do design digital e legenda
Fonte: Adaptado de OXMAN (2006, p. 241)

Segundo Oxman (2006, pp. 242-243), o modelo proposto (Figura 3) inclui quatro quadrantes principais. R (Representação) aqui está fortemente relacionada com os meios de comunicação de representação. G (Geração) inclui processos generativos. Geração e interação com o formato digital é considerado fundamentalmente diferente da geração e interação com a forma livre de representação convencional, em papel. E (Avaliação) inclui processos de análise e julgamento de avaliação. Por fim, P (Desempenho) inclui processos performativos relacionados a considerações programáticas e contextuais.

A interação ou interatividade desempenha igualmente um papel chave nas distinções entre os modelos digitais. Vários tipos de conexões com os meios digitais são identificados e classificados de acordo com o tipo de associação entre o designer e os meios de representação. De um modo geral, Oxman (2006, p. 244), propõe quatro classes de interação. Elas são: (1) interação com a forma livre de representação (em papel e não digital), na qual o designer interage diretamente com a representação do objeto de design através de um esboço, desenho ou um modelo físico para criar seu design; (2) interação com construções digitais, um tipo de interação que o designer interage com um esboço, desenho ou modelo digital;

(3) interação com uma representação digital gerada por um mecanismo, em que o designer interage com uma estrutura digital constituída por um conjunto de regras ou relações pré-definidas; e finalmente, (4) interação com o ambiente digital que gera uma representação digital, onde o designer pode interagir com o mecanismo computacional responsável pela geração da representação digital.

Por fim, os limites e as setas representam o tipo de interação entre o designer e os meios de representação, e as conexões (links) são representadas por uma linha (Figura 3). As conexões implícitas e cognitivas são representadas por linhas tracejadas e as ligações computacionais são representadas por linhas cheias.

Os modelos tradicionais de processos de design foram baseados em conhecimento implícito, ao invés de explícito (Figura 4). Conhecimentos tanto generativos quanto avaliativos não são formalizados e frequentemente essa falta de formalização é associada com a intuição e criatividade. Assim, para Oxman (2006, p. 244-255) um modelo baseado em representação em papel pode ser descrito como apresentado na Figura 4. Implicitamente, integram-se requisitos de desempenho, procedimentos generativos e avaliativos ao interagir diretamente com a representação formal. E, P e G e suas ligações com os procedimentos formais ilustram a parte implícita do comportamento cognitivo do designer.

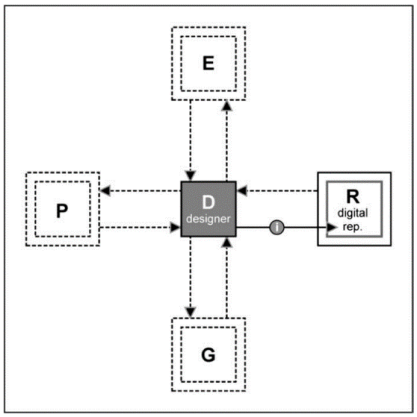


Figura 4 – Esquema do modelo com representação em papel
Fonte: OXMAN (2006, p. 245)

A partir deste esquema básico, Oxman (2006, p. 246) propõe cinco classes genéricas de modelos de design digital. São eles: (1) modelos CAD (*computer-aided design*, ou desenho assistido por computador); (2) modelos de formação; (3) modelos generativos; (4) modelos de desempenho; e (5) modelos compostos. Nestes modelos observa-se que, sucessivamente, módulos e propriedades não explícitas são tornadas explícitas de acordo com a incorporação de processos digitais.

Além disso, Oxman (2006, p.257) diz que o design baseado no desempenho do modelo advém de um processo de formação dirigido pelo desempenho desejado. O desempenho pode ser definido como uma técnica de formação ou um processo generativo, com as condicionantes do projeto definidas parametricamente. É um modelo único de concepção, que se distingue de um simples modelo de avaliação por este ser o próprio gerador da forma.

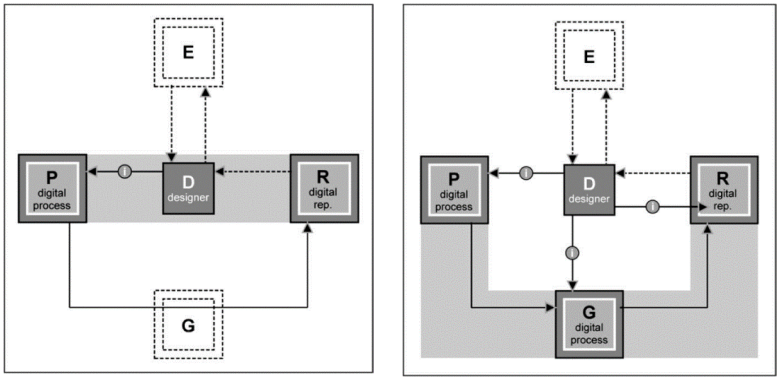


Figura 5 – Esquema dos modelos baseados no desempenho e dos modelos de geração baseados em desempenho, respectivamente
Fonte: OXMAN (2006, p. 258-259)

Na Figura 5, à esquerda tem-se o esquema dos modelos de formação baseados no desempenho. O design de formação pode ser considerado como concepção baseada no desempenho quando forças externas são aplicadas na condução de um processo de formação. Dentre os parâmetros possíveis, incluem-se: desempenho ambiental, custo financeiro, perspectivas espaciais, sociais, culturais, ecológicas e tecnológicas (OXMAN, 2006, p. 257). Este modelo de design emprega técnicas de simulação analíticas que produzem expressões paramétricas detalhadas de desempenho, que por sua vez pode produzir respostas de formação para os requisitos de desempenho.

A Figura 5 à direita, por sua vez, ilustra o modelo de geração baseado em desempenho. Este tipo de design baseia-se em processos generativos conduzidos pelo desempenho desejado e possivelmente integrados com os processos de formação. As forças em um determinado contexto são fundamentais para a realização da forma, e estas podem incluir cargas estruturais, acústicas, de transporte, de terreno, de programa, e etc. Oxman (2006, p. 259) explica que neste modelo, o designer pode interagir tanto com o módulo de desempenho, do sistema generativo e com a própria representação digital a fim de gerar a forma.

Em contraste aos modelos de desempenho, tem-se o modelo descritivo CAD (Figura 6, à esquerda), no qual o designer atua manipulando diretamente a representação gráfica de objetos digitais através softwares de modelagem, com pouco efeito qualitativo no design – de fato, a única diferença do modelo com representação em papel é mudança para a representação digital. Além disso, tem-se os modelos CAD de geração-avaliação (Figura 6, à direita), nos quais a representação digital produzida pelo designer passa por processos de avaliação, geralmente relacionados a custo, comportamento estrutural e outros, explicitando modificações necessárias no modelo de representação. Apesar deste avanço, os demais processos permanecem implícitos.

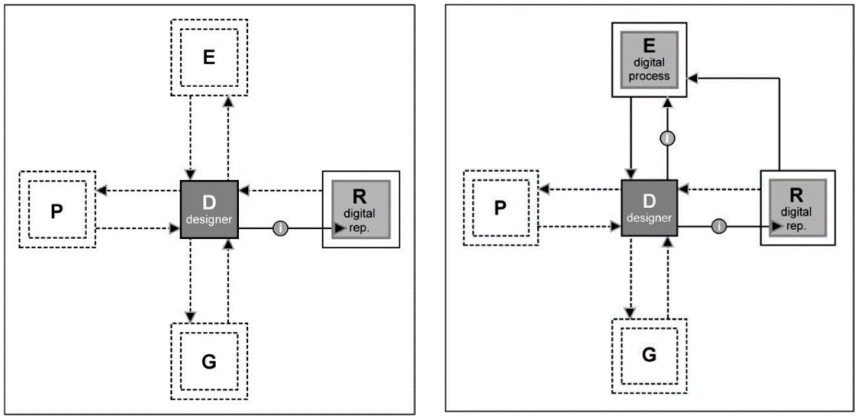


Figura 6 – Esquema dos modelos descritivo CAD e dos modelos CAD de geração-avaliação, respectivamente
Fonte: OXMAN (2006, p. 247-248)

3 Morfogênese na arquitetura

Em seu artigo *Towards Morphogenesis in Architecture* (Por uma morfogênese na arquitetura, tradução nossa), o autor Stanislav Roudavski (2009) versa extensamente sobre as possibilidades de aplicação do conceito da morfogênese ao projeto de arquitetura. O conceito, derivado da biologia, diz respeito à construção da forma e da estrutura de tecidos e órgãos nos seres vivos. Segundo Marques (2015), a morfogênese pode ser entendida da seguinte forma:

> [...] como a formação da estrutura de um organismo ou de uma parte, e como um processo de criação de formas organizadas ou organização tridimensional da diversidade celular. A disposição espacial das células durante o desenvolvimento embrionário de um organismo é regulada durante a morfogénese. Isto é alcançado através de diferentes moléculas que regulam o processo. A morfogénese tem como base a expressão génica diferencial. A regulação da expressão génica diferencial envolve moléculas da superfície das membranas, da matriz e dos fluidos extracelulares. Os novos ambientes criados durante o processo de morfogénese devido à crescente organização espacial das células influencia também a expressão gênica diferencial.

Roudavski (2009, p. 348) explica que o conceito de morfogênese na arquitetura (chamado de morfogênese digital ou morfogênese computacional) é entendido como uma série de métodos que utilizam as ferramentas computacionais não como meio de representação e visualização, mas sim como ferramentas capazes de gerar formas para expressar o contexto no qual o projeto será construído. Ademais, o autor afirma que "[...] estruturas complexas e não uniformes tornar-se-ão cada vez mais comuns na arquitetura devido à crescente utilização da modelagem paramétrica, da fabricação [digital] e da customização em massa" (ROUDAVSKI, 2009, p. 347, tradução nossa).

Essa corrente da arquitetura se relaciona a diversos conceitos ainda considerados novos nas áreas da arquitetura e do design, como a auto-organização e o *form-finding*. Oxman (2006, p. 256-257) afirma a importância de modelos biológicos no design digital contemporâneo a exemplo da morfogênese, descrito pela autora como uma forma de design generativo baseado em metáforas biológicas. Para Frazer (1995), a inspiração na natureza não fica restrita aos seus aspectos formais, mas extrapola para a incorporação no processo de projeto da lógica intrínseca presente no processo morfológico natural. Sistemas evolutivos

baseados em morfogênese produzem propriedades relacionadas com a diferenciação e heterogeneidade, propriedades importantes nos modelos digitais atuais.

Segundo Hensel e Menges (2006, apud Roudavski, 2009, p. 349), essa corrente contrasta com o tipo de arquitetura difundido pelo modernismo: ao invés de uma arquitetura homogênea e internacional, a morfogênese pode resultar em projetos sensíveis ao contexto, mais responsivos às variáveis do local, e num geral, produzir uma arquitetura mais flexível e mais adequada ao seu ambiente. Para o autor, a computação possibilita uma exploração colaborativa, capacita a avaliação dinâmica de determinadas situações e resultados, permite o desenvolvimento de ensaios não destrutivos e a manipulação não redutora da complexidade (2009, p. 351)

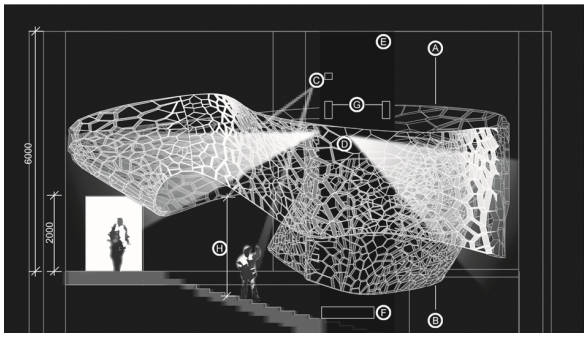


Figura 7 – Projeto The Parasite, de Stanislav Roudavski
Fonte: ROUDAVSKI (2009, p. 355).

Para exemplificar a sua abordagem, Roudavski (2009, p. 351) apresenta o projeto *The Parasite* (Figura 7), elaborado por ele e sua equipe. Apesar de ser um exemplo de forma obtida através de parâmetros imputados em um programa, ele possui suas limitações como referência projetual uma vez que, por se tratar de uma instalação artística, o projeto não teve que lidar com questões mais amplas essenciais a projetos de arquitetura. O foco foi a geração de uma estrutura escultural, sem considerar questões sociais, culturais, estruturais comuns a elaboração de uma edificação, por exemplo. As escolhas projetuais foram de natureza intuitiva (tais como em relação à forma e a proporções) e analítica (técnicas de construção, tempo, logísticas, entre outros).

A morfogênese como processo de projeto leva a procedimentos de múltiplas etapas. A exemplo do projeto The Parasite, as etapas foram as seguintes:

> [...] procedimento de múltiplas partes que envolveu 1) implementação, utilizando planos-guia; 2) exploração, utilizando curvas e superfícies dinâmicas; e 3) refinamento, usando campos e partículas de repulsão / atração. Este processo de três estágios produziu duas superfícies irregulares, topologicamente cilíndricas e continuaram por mais duas etapas que 4) distribuíram pontos ao longo das superfícies; 5) gerou células Voronoi em torno desses pontos; 6) criaram paredes celulares e peles celulares e 7) prepararam os componentes celulares para fabricação robótica. (ROUDAVSKI, 2009, p. 352, tradução nossa).

Um benefício dessa forma de projetar é a possibilidade de propagar mudanças conceituais através dos parâmetros. Mudanças no começo da sequência generativa, por exemplo, automaticamente reconfiguram toda a cadeia e ajudam a visualizar e a analisar consequências positivas e negativas de ajustes de forma não destrutiva. Outra possibilidade da morfo-

gênese, derivada da biologia, é divisão do processo em subsistemas de diferentes escalas. Roudavski (2009, p. 361) exemplifica que a hierarquia presente na estrutura de uma planta (i.e. membranas celulares, células, tecidos e órgãos) consiste em diferentes entidades pertencentes a um mesmo organismo. As relações entre elas são de uma hierarquia interconectada – uma mudança em um nível inferior tem impacto nos níveis superiores – e isso é de interesse em uma arquitetura produzida de forma generativa. Para o autor, sistemas de hierarquias densas de elementos interconectados possibilitam o desenvolvimento automatizado contínuo, a capacidade de resposta local e controle direcionado não destrutivo.

Roudavski (2009, p. 362) elucida ainda outros paralelos entre a morfogênese na biologia e na arquitetura. A emergência de novos órgãos em plantas pode ser desencadeada pela concentração hormonal em locais específicos, o que pode ser previsto através de simulação computacional. Analogamente, esse processo pode ser útil para a arquitetura, de modo que o desenvolvimento da volumetria do projeto possa ser guiado ou influenciado pelas variáveis que atuam no seu entorno. Além disso, o crescimento seletivo, um método de cultura celular no qual apenas as células com determinadas propriedades são induzidas à proliferação, sem que o tecido envolvente seja rompido, pode auxiliar também no projeto de arquitetura. Nesse caso, essa técnica pode possibilitar o ajuste de volumes arquitetônicos no projeto enquanto preserva-se a casca deste.

Uma crítica comum a projetos arquitetônicos que fazem alusões à biologia é que estes se restringem a importar uma estética inspirada na natureza, reconhecida como orgânica e fluida. Um termo comumente associado a essa corrente é o biomimetismo, de algo que imita o natural. Roudavski (2009, p. 365) defende que, um engajamento mais denso com as ciências biológicas, particularmente com as áreas que trabalham com simulações computacionais, pode fornecer novas inspirações e percepções à arquitetura. Uma ênfase nos processos que causam o crescimento e o desenvolvimento dos organismos vivos, ao invés de uma mera inspiração plástica, pode nos levar a uma nova corrente, chamada pelo autor de bioinspiração. “Bioinspiração é um termo que parece mais apropriado em relação à arquitetura, pois enfatiza as características plurais e indiretas da transferência de conhecimento entre a biologia e a arquitetura” (ROUDAVSKI, 2009, p. 366, tradução nossa). Ainda sobre isso, o autor discorre:

> Em consonância com esta posição, as estruturas celulares biologicamente informadas sugeridas neste artigo podem inspirar categorias de bioinspiração: visualmente, elas podem resultar em ornamentação rica, flexível e provocadora; conceitualmente, eles podem reaplicar os princípios de organização hierárquica e controle dinâmico encontrados nas plantas; e de forma geral, eles podem ajudar a desenvolver processos de adaptação automática que sejam melhor integrados, ininterruptos – exceto por escolha –, e mais flexivelmente controláveis. (ROUDAVSKI, 2009, p. 367, tradução nossa).

Por fim, Roudavski (2009, pp. 368-370) elenca vantagens da aplicação da morfogênese e da bioinspiração à arquitetura. Dentre elas, temos: (1) aumento da complexidade dos projetos, tanto estrutural como visual, uma vez que será necessário ir além da padronização para responder mais intrinsecamente às variáveis locais; (2) imaginação ampliada, pois leva à criação de uma estética através de algorítmos, levando potencialmente a resultados

incomuns; (3) ambiente seguro e flexível para experimentação, pois as propostas podem ser geradas, avaliadas e ajustadas como simulações digitais, podendo responder mais facilmente e com mais segurança às condições locais; (4) maior facilidade e flexibilidade para ajuste de projeto em diferentes pontos da cadeia processual, especialmente em projetos com hierarquias de níveis múltiplos, que possibilitam a mudança em níveis mais inferiores sem a necessidade de uma mudança completa das configurações de níveis superiores; (5) benefícios estruturais. A exploração e utilização seletiva de princípios biológicos promete benefícios adicionais na engenharia estrutural, uma vez que tenta-se responder a demandas formais mais complexas e busca-se abordagens inovadoras para a construção.

4 Conclusão

O design generativo e a morfogênese têm muito a contribuir para o processo de projeto. Como se pode observar, um projeto metodologicamente pautado pela morfogênese é mais consciente, uma vez que todo o processo generativo deste é sistematicamente registrado e parametrizado, possibilitando um maior domínio das variáveis envolvidas em sua concepção. Além disso, ele possibilita diversas experimentações, pois é possível gerar uma variedade de soluções de maneira automatizada e não destrutiva através da alteração dos parâmetros projetuais que compõem o mecanismo gerador. Essa facilidade permite soluções progressivamente mais refinadas, uma vez que o projetista terá em mãos um sistema retroalimentado: uma alteração nos parâmetros gerara uma nova solução, que será avaliada pelo designer ou pelo próprio computador, em um potente processo de otimização da forma.

Referências

BARI, Osman. The parametric process behind the Hamburg Elbphillarmonie´s auditorium. **Archdaily**. 19 fev. 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.com/805567/the-parametric-process-behind-the-hamburg-elbphilharmonies-auditorium>. Acesso em: 20 dez. 2017.

FISCHER, T.; HERR, C. M. Teaching Generative Design. In: SODDU, C. (ed.). **Proceedings of the 4th International Generative Art Conference. Generative Design Lab DIAP**, Politecnico di Milano, dez. 2001. Disponível em: <http://www.generativeart.com>. Acesso em: 10 abr. 2019.

FRAZER, J. **An evolutionary architecture**. London: Architectural Association, 1995.

HOWARTH, Dan. Generative design software will give designers “superpowers”. **Dezeen**. 6 fev. 2017. Disponível em: < https://www.dezeen.com/2017/02/06/generative-design-software-will-give-designers-superpowers-autodesk-university/>. Acesso em: 20 dez. 2017.

LAWSON, Bryan. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo: oficina de talentos, 2011.

MARQUES, Mara. **Morfogénese**. 2015. Disponível em: <http://www.old.knoow.net/ciencterravida/biologia/morfogenese.htm>. Acesso em: 20 dez. 2017.

MITCHELL, William J. **Constructing Complexity**. 2005. Disponível em:<https://cumincad.architexturez.net/system/files/pdf/cf2005_1_13_236.content.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

OXMAN, Rivka. **Theory and Design in the First Digital Age**. Design Studies, Londres, Reino Unido, v. 27, p. 229-247, maio. 2006. Disponivel em: <http://arq510002.paginas.ufsc.br/files/2011/04/Design-Studies-Theory-and designin-the-first-digital-age-Rivka-Oxman-1.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

ROUDAVSKI, Stanislav. Towards Morphogenesis in Architecture. **International Journal of Architectural Computing**, v. 7 (3), pp. 345-374, 2009. Disponivel em: < https://www.researchgate.net/publication/37853382_Towards_Morphogenesis_in_Architecture>. Acesso em: 20 dez. 2017.

TUCKER, Emma. Newm Balance partners with Nervous System to design personalised 3D-printed trainer soles. **Dezeen**. 6 dez. 2015. Disponível em: < https://www.dezeen.com/2015/12/06/new-balance-nervous-system-3d-printed-personalised-soles-trainers-footwear/>. Acesso em: 20 dez. 2017.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

O USO DA MANUFATURA ADITIVA E SUA APLICAÇÃO EM PROJETOS ARQUITETÔNICOS E APRENDIZAGEM

SACCHELLI, Carlos Maurício[1],
SILVA, Amanda Izabel Dutra[2].

Resumo

A Manufatura Aditiva (MA) inova a produção protótipos físicos, permitindo uma confecção mais rápida de todos os tipos de projetos. Os vários sistemas de MA disponíveis no mercado podem ser classificados como baseados em pó, líquido e sólido. Suas aplicações são as mais diversas em vários campos da ciência, desde a tradicional produção de protótipos para auxiliar o desenvolvimento de produtos, até a produção de peças fundamentais que estruturam navios, aeronaves e edifícios. A utilização de maquetes arquitetônicas na apresentação para clientes facilita o entendimento do projeto, diminuindo o risco de insatisfação e de alterações repentinas que geram custos elevados. Já para os estudantes, a experiência de analisar tatilmente várias concepções de projeto acelera o reconhecimento da geometria espacial e as relações de todos os elementos do espaço. Assim, este artigo tem por objetivo apresentar a manufatura aditiva, discutindo as suas aplicações no campo de arquitetura, verificando as suas vantagens nos projetos como também propor uma forma de utilização no meio acadêmico.

Palavras-chave: manufatura aditiva; projeto arquitetônico; maquetes arquitetônicas.

Abstract

Additive Manufacturing (MA) innovates the production of physical prototypes, enabling faster fabrication of all kind of design. The various commercially available MA systems can be classified as powder, liquid and solid. Its applications are diverse in various fields of science, from the traditional production of rapid prototypes to help the development of products, to the production of key parts that structure ships, aircraft and buildings. The use of models in the presentation for clients summarizes the understanding of the project, reducing the risk of dissatisfaction and sudden changes that generate high costs. Already for the students, the experience of analyzing various project conceptions quickly accelerates the recognition of spatial geometry and the relationships of all elements of space. Thus, this article aims to present the additive manufacturing and discuss its applications in the field of architecture, verifying its advantages in the architectural projects as well as to propose a way of use in the academic environment.

Keywords: additive manufacturing; arquitectural project; architectural mockup.

[1] Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC carlos.sacchelli@gmail.com
[2] Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC amandaizaremor@gmail.com

1 Introdução

Nos últimos anos, segundo Volpato (2007), a intensificação da concorrência aliada à crescente complexidade das estruturas, exigem que as empresas busquem alterações e novos recursos que aprimorem a elaboração de seus projetos, visando facilitar a sua leitura e a compreensão. Os novos recursos envolvem o emprego de técnicas e ferramentas computacionais para a análise e simulação que antecipem o resultado final, para isso, a utilização de um protótipo físico é interessante para melhorar a comunicação entre os envolvidos, desde clientes à executores.

A Prototipagem Rápida é um termo conhecido que abrange um conjunto de tecnologias que criam materializam os elementos físicos. O termo Manufatura Aditiva (MA) é dado para a obtenção de peças a partir de materiais fabricados camada a camada em uma máquina. Segundo Borille (2016), em relação aos equipamentos utilizados, a MA divide-se em dois grupos: máquinas compactas de baixo custo, comercialmente conhecidas como impressoras 3D, e máquinas industriais, que por sua vez, produzem componentes com elevado desempenho e mais resistentes. Esta inovação tem sido empregada em diversas áreas da indústria, especialmente nas engenharias e design.

O uso das novas tecnologias são fundamentais na automação de projetos construtivos, a MA também é aplicável na construção civil como um princípio de solução para reduzir custos elevados, falhas nos processos construtivos e para identificar as necessidades dos clientes. Segundo Pupo (2008), entre 2006 e 2007, houve um impulso na aplicação da MA na arquitetura, mas em comparação com outros campos da indústria, ainda é pequena.

A produção de elementos construtivos e a percepção das características arquitetônicas é potencializada com a aplicação da MA, o que vem chamando a atenção de arquitetos, engenheiros e estudantes. O ambiente acadêmico tem como desafio dar os primeiros passos com atividades que estimulem experiências de aprendizado que ofereçam a possibilidade de conectar as disciplinas com a pesquisa e práticas profissionais. Segundo Pupo (2008), no Brasil as tecnologias têm sido introduzidas isoladamente, porém, países europeus vêm tentando integrar os computadores com atelier de projeto, sendo a MA e fabricação digital, consideradas relevantes dentro dos cursos de arquitetura por vincular o projeto à obra. Para isto, há necessidade de atualizar as práticas pedagógicas e até mesmo a grade curricular em relação as novas tecnologias.

A pesquisa em Vieira *et al.* (2011) teve o objetivo de verificar a eficiência da utilização de maquetes físicas no ensino e aprendizagem da disciplina de desenho técnico e expressão gráfica na Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR) - Campus Pato Branco, cerca de 96,39% dos alunos acreditaram que o uso das maquetes físicas tridimensionais beneficiou o aprendizado da disciplina, além disso, segundo os professores participantes, houve grande melhoria no desempenho das turmas, aumentando consideravelmente o rendimento das aulas.

Contudo algumas perguntas surgem para a realização desta prática na aulas de engenharia, tais como: de que maneira os professores podem utilizar esta tecnologia com mais frequência em suas aulas? Como a estrutura de um laboratório deve ser para suportar estas atividades? Os equipamentos são de fácil aquisição?

Visando abordar estas questões, a proposta desse artigo tem como objetivo investigar a MA e demonstrar uma aplicação em um curso de Engenharia Civil de Infraestrutura na Universidade Federal de Santa Catarina.

2 Manufatura Aditiva

Como já discutido anteriormente, a MA é um processo de fabricação de peças produzido a partir de um modelo CAD tridimensional, através da adição de material de camada a camada. (VOLPATO *et al*., 2007)

A MA é originada de duas áreas técnicas: Topografia e a Fotoescultura. Na área de Topografia, Blanther, em 1890, desenvolveu o primeiro método consistindo na construção de diversos discos de cera contendo as curvas de nível, voltado a confecção de mapas de relevo. Na década de 70, Matsubara (Mitsubishi Motors) propôs a construção a partir da resina fotopolimerizável, como pó de grafite ou areia. Verificou-se que essa técnica poderia ter utilidade na fabricação de superfícies de geometria complexa. (VOLPATO *et al*., 2007)

Segundo Kai *et al.* (2003) há mais de 20 sistemas de MA, porém baseados no mesmo princípio de manufatura por camadas. Pode-se classificar esses sistemas como baseados em **Líquido, Sólido e Pó**, dentre os vários processos de MA, têm-se:

Baseadas em Líquido: a matéria prima é utilizada no estado líquido, antes de ser processada. Como exemplos dessa categoria, encontram-se a Estereolitografia, que constrói camada após camada usando Laser UV para solidificar resinas de fotopolímero, bastante utilizada para construir modelos conceituais e protótipos grandes, e o Jateamento de resina líquida (PolyJet), onde são jateadas camadas de fotopolímero líquido curável, semelhante à impressão de jatos de tinta, oferecendo a vantagem de criar protótipos realistas de alta resolução.

Baseadas em Sólido: a matéria-prima é utilizada no estado sólido, na forma de filamento, lâmina, entre outras. Nesta categoria há, por exemplo, a Modelagem por Fusão e Deposição (FDM), usada para construir geometrias complexas, que de acordo com Raulino (2011), consiste na deposição, em camadas, de filamentos termoplásticos aquecidos até o ponto semilíquido ou pastoso que são suportados por outros fios, afim de oferecer sustentação.

Baseadas em Pó: matéria-prima em forma de pó antes do processamento, podendo utilizar laser, como a Sinterização Seletiva a Laser – SLS, que usa laser de CO2 para aquecer e fundir polímero em pó durável para criar peças versáteis. (PIMENTEL, 2017)

2.1 Atuais aplicações

"A aplicação da MA que se iniciou no projeto, foi estendida primeiramente para a engenharia, análise e planejamento e depois para etapas de manufatura e ferramental." (VOLPATO *et al.*, 2007). Atualmente, esta tecnologia já é bastante difundida na indústria naval, aeroespacial, automobilística, design, e utilizada em alguns setores da arquitetura.

Cada vez mais novos campos de aplicação estão surgindo. A impressão 3D é o nome mais popular para a MA pelo processo FDM e utiliza máquinas de baixo custo direcionadas à produção de protótipos. Como o ramo mais promissor da indústria, representa grande parte do total de máquinas de prototipagem instaladas no mundo. (RAULINO, 2011)

Segundo Wohlers (2007), a inclusão da arquitetura como um campo de aplicação da MA começou lentamente em 2005. Na Figura 1, como os dados contidos no guia do Wohlers referem-se ao ano anterior à sua publicação, é possível observar que em 2006 a utilização da manufatura aditiva nesta área se tornou presente, atribuindo-se maior detalhamento sobre a sua contribuição no gráfico. Este índice pode ser considerado grande avanço, haja vista que até esta publicação feita em 2007, as aplicações na área da arquitetura ainda se inseriam na fatia "Outros", onde se incluem demais utilizações.

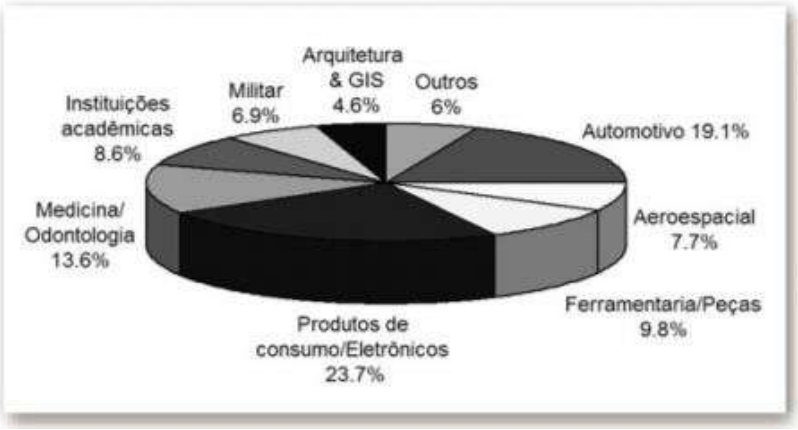


Figura 1 – Distribuição da utilização da impressão 3D em cada área no cenário mundial em 2007.
Fonte: Wohlers Associates (2007).

A Marinha, por exemplo, vem empregando, segundo Vergakis (2015), a manufatura aditiva em soluções em alto mar, tornando navios mais autônomos. O porta-aviões americano USS Harry S. Truman e o navio de assalto USS Kearsarge adotaram-na para produzir peças que substituem componentes quebrados.

Outro exemplo é da Boeing, que também em 2015, já havia impresso 300 peças diferentes de aeronaves, abrangendo 10 programas distintos de produção, de acordo com Krassenstein (2015).

Os engenheiros da Ford recorrem ao processo FDM, SLS e impressão em areia 3D, para fabricar seus protótipos e produzir peças complexas jamais pensadas anteriormente. Nas últimas décadas, a Ford já imprimiu mais de 500 mil partes de protótipos de forma rápida e sem manuseio de ferramentas. (FORD, 2016)

A primeira casa impressa habitável com 38 metros quadrados está localizada em Stupino, na Rússia, custando apenas US$275,00 por metro quadrado. Segundo o ArchDaily (2017), os responsáveis pela obra, com o notável custo-benefício, foram a startup Apis Color de San Francisco e a incorporadora imobiliária russa PIK.

Já a China, conta com a WinSun New Materials, que afirma para a Revista EXAME (2016), ser capaz de construir até dez casas em apenas 24 horas com a impressora 3D. A empresa, utilizando como tinta uma mistura de cimento e fibra de vidro, já construiu 10 casas de 200 metros quadrados com a técnica.

Segundo Archidaily (2018), Dubai anunciou que 25% dos seus edifícios serão feitos com impressoras 3D até 2025. Em 2016, a utilização da manufatura já havia sido difundida pelo Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum. A mudança será gradual e terá início em 2019, com impacto na redução de custos de construção e no emprego de mão-de-obra.

3 Uso da manufatura aditiva aplicada em projetos arquitetônicos

A tecnologia já intervém no processo de elaboração de um projeto através dos programas CAD. De acordo com Florio (2007) apesar dos desenhos bidimensionais serem imprescindíveis para a representar diferentes aspectos de um projeto, os modelos físicos são insubstituíveis para a tangibilidade de conceitos. Eles ajudam a entender as implicações de desenhos bidimensionais na construção dos elementos que compõe um espaço. Por isso, demonstram-se fundamentais não só para arquitetos e seus clientes, mas também no processo de

ensino e aprendizagem, através do desenvolvimento do raciocínio espacial e da percepção de geometrias espaciais intrínsecas.

Os protótipos rápidos, dentre muitas outras funcionalidades, têm o papel de traduzir arquivos CAD em modelos físicos, garantindo maior liberdade criativa, pois possibilita a fabricação de objetos com geometrias complexas. Além do mais, a manipulação física do modelo pode ser desfrutada por todos os envolvidos, possuindo a vantagem básica que, de acordo com Jacobs (1992) "[...] Não existe maneira melhor de se certificar que uma peça complexa, possui todas as características desejadas, do que segurá-la na mão, girá-la algumas vezes e olhá-la de todos os lados".

Segundo Kai *et al.* (2003) os protótipos rápidos podem contribuir na experimentação e aprendizado, em testes durante a fase de concepção de um projeto, na comunicação através da compreensão tátil, na integração de componentes e nas fases de planejamento da execução. Tudo porque oferecem aos projetistas melhor clareza de proporções e relações espaciais, apesar de não tornarem possível o senso de espaço em real magnitude.

"Engana-se quem pensa que a impressão tridimensional é uma ferramenta ainda distante da nossa realidade." Alegou o Correio Braziliense (2014), em seu portal online, após publicar que uma microempresa de arquitetura em São Paulo aderiu a impressão 3D para fabricar maquetes de seus projetos. O arquiteto afirmou ao ser entrevistado pelo G1 (2015), que as maquetes produzidas fazem parte do processo de amadurecimento para o entendimento de um projeto. "Com o projeto em tamanho reduzido é possível observar as etapas, cômodos, ambientes e fachadas."

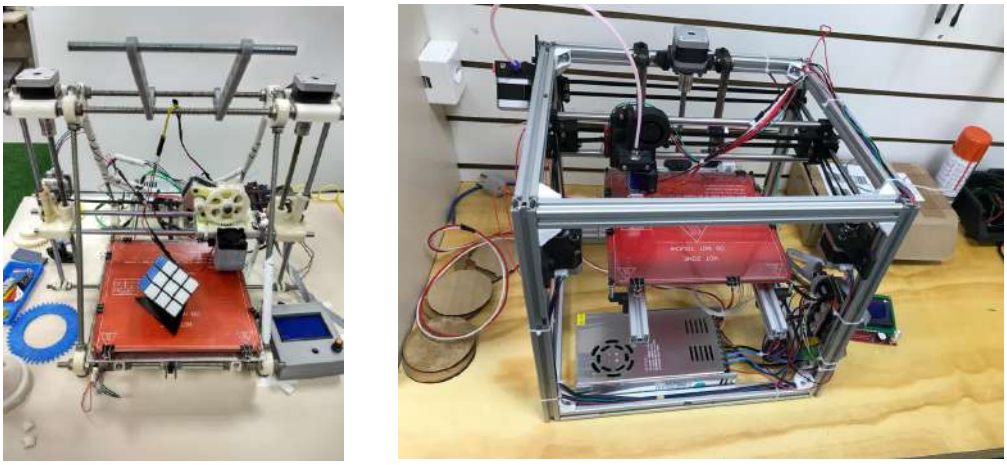
3.1 Proposta de elaboração de protótipo de edificação residencial unifamiliar

Para demonstrar o uso da impressão 3D na aprendizagem de disciplinas relacionadas à projetos arquitetônicos, foi elaborado na Universidade Federal de Santa Catarina um modelo de edificação 3D correspondente a uma residência familiar. Este foi impresso através da máquina de manufatura da instituição disponibilizada pelo LID - Laboratório de Inovação de Produtos e Processos, que é um laboratório de ensino, pesquisa e extensão, contando com máquinas de MA pelo processo FDM, computadores com softwares de CAD, CAE e CAM, maquinas de corte a laser e digitalização 3D.

Em relação as máquinas de MA do laboratório, uma é profissional fabricada pela Stratasys de custo aproximado de R$ 200 mil, duas de médio custo adquiridas da empresa 3D Cloner (uma no valor de R$ 6 mil e outra de 4 mil) e duas montadas no próprio laboratório com projeto disponível na internet, sendo o custo das peças de R$ 2 mil reais.

Em relação a precisão das máquinas, a de baixo custo para trabalhos que não exigem um tolerância extrema é de boa utilização, pois a relação custo benefício é elevado. Na Figura 2, pode-se observar dois modelos da impressora RepRap (projeto de impressora 3D aberto desenvolvido por pesquisados britânicos). Sendo o da Figura 2 a) um projeto mais antigo e o da Figura 2 b) um mais atual e o que foi montado no laboratório.

O material utilizado na impressora de baixo custo pode ser o PLA de custo em média de R$ 80,00 reais o quilo. Para a sua utilização há necessidade de apenas um computador para enviar o código gerado, ou seja, os custos envolvidos nesta tecnologia são relativamente baixos.



a) b)

Figura 2 – a) Modelo 1, b) Modelo 2.
Fonte: Autores.

Com o apoio destes equipamentos, o projeto que foi desenvolvido foi de um sobrado com 41 metros quadrados, contendo uma suíte, banheiro social, sala e cozinha, na Figura 3 pode-se observar planta baixa produzida através do software AutoCAD da Autodesk.

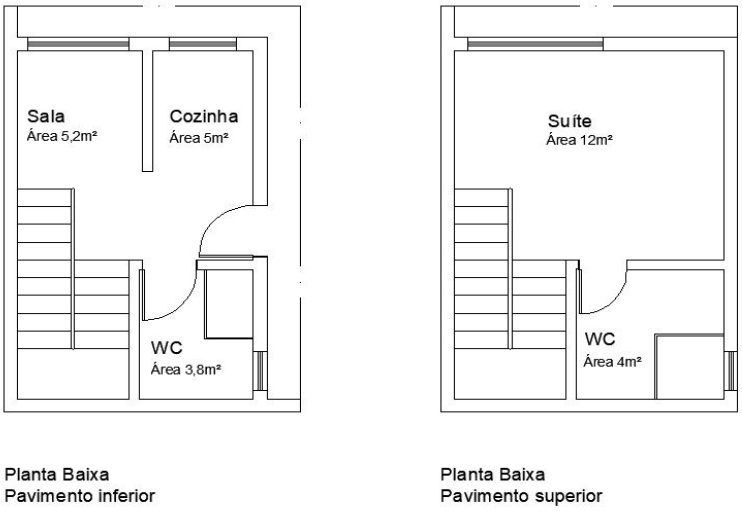


Figura 3 – Planta Baixa da Residência.
Fonte: Autores.

Após a elaboração da planta baixa, iniciou-se a construção do modelo virtual, utilizando-se as ferramentas 3D também do software AutoCAD. O modelo teve sua versão virtual feita em etapas, simulando o processo de corte de uma planta, elaborado a 1,50m de altura, como é considerando para representar uma planta baixa. A elaboração foi feita através do software AutoCAD – 3D Basics, na Figura 4 tem-se a ilustração virtual do protótipo do pavimento inferior segmentado em parte inferior e parte superior do modo que foi impresso.

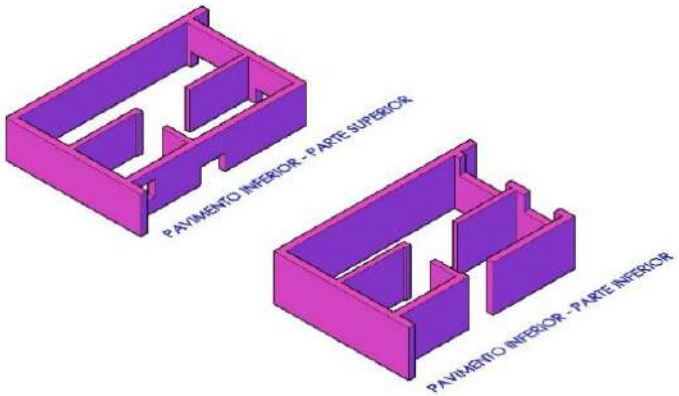


Figura 4 – Modelo 3D virtual do Projeto de edificação – Pavimento INFERIOR.
Fonte: Autores.

Foram elaborados um pavimento único em duas peças, nomeadas em parte superior e parte inferior representando um corte a 1,50 metros. O objetivo é que ao ser impresso, as duas partes possam funcionar como um quebra-cabeça, que unem-se para visualizar o modelo como um todo, porém, separam-se caso seja necessário ter uma visão mais realista do que se trata uma planta baixa, utilizando apenas a parte inferior. A intenção se repetiu para o pavimento superior, que também foi construído em partes, contendo uma extra, sendo a laje, nomeada com piso superior, que separa os dois pavimentos tendo um recorte onde foi considerado ter uma escada para acesso (Figura 5).

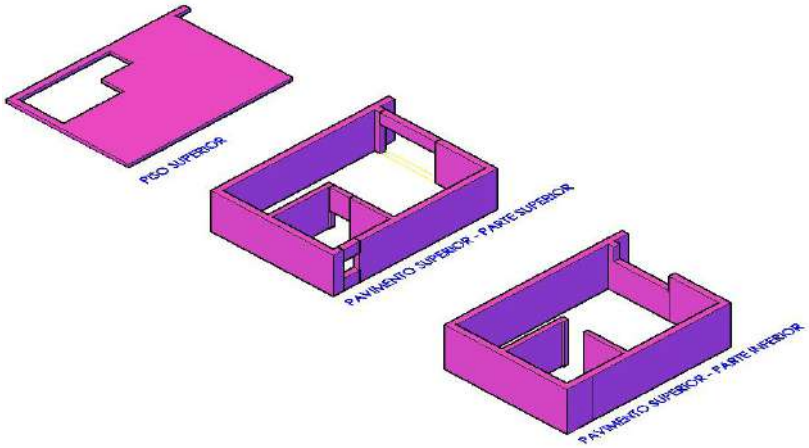


Figura 5 – Modelo 3D virtual do Projeto de edificação – Pavimento SUPERIOR.
Fonte: Autores.

A maquete produzida (Figura 6) tem como intuito de explorar as potencialidades da MA nos cursos de engenharia civil utilizando as impressoras que a universidade possui, sendo utilizada em disciplinas relacionadas a desenhos técnicos e projetos arquitetônicos.

Com a maquete física, pode-se verificar e avaliar o projeto realizado pelos estudantes. Através do resultado obtido pelo processo de impressão 3D são identificadas algumas incompatibilidades de projeto, que podem ser corrigidas na sequência. Assim, foi observado como a tecnologia auxilia na averiguação e correção de possíveis equívocos que poderiam passar despercebidos.

A maquete após finalizada, foi utilizada nas aulas de projeto arquitetônico, onde foi possível que os estudantes da disciplina conseguissem visualizar os detalhes e manusear as peças impressas. Facilitando desta maneira o entendimento por parte dos estudantes em relação a conceitos discutidos em sala e mostrados anteriormente visualmente no computador.

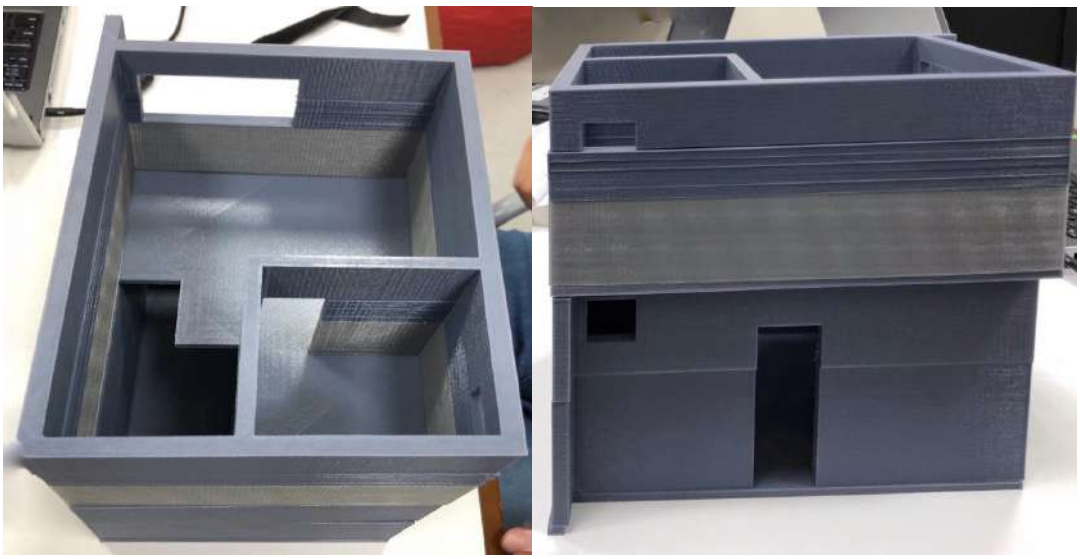


Figura 6 – Imagens do modelo 3D da Edificação proposta.
Fonte: Autores.

Este primeiro modelo impresso foi realizado para fins de demonstração da utilização nas aulas pelo professor, posteriormente se espera que os próprios estudantes da disciplina possam realizar o projeto e materializar por meio da impressão 3D rapidamente, melhorando desta maneira os trabalhos acadêmicos realizados, como também possibilitando o conhecimento desta tecnologia para que futuramente possam utilizar em suas atividades profissionais.

A manufatura aditiva pode complementar o processo de construção de um projeto e produção de modelos em escala, como mais uma ferramenta para auxiliar o trabalho e visualização da proposta desenvolvida.

Por fim, a universidade deve atualizar e disponibilizar os novos métodos de ensino bem como as novas tecnologias para que uma formação mais sólida do futuro profissional seja possível.

4 Considerações Finais

Os diferentes meios de representação contribuem de modos distintos para o entendimento e solução do projeto que está sendo realizado. A MA aplicada em projetos arquitetônicos amplia, em seus múltiplos aspectos, a experiência de testar diversas concepções de projeto, de compreender e avaliar propostas, além de facilitar a comunicação para terceiros. O modelo físico materializa a ideia do projetista possibilitando ao cliente intervir e opinar de forma mais apurada, além disso, garante a compreensão dos executores da obra, diminuindo a possibilidade de equívocos.

A ideia fundamental é o benefício educacional que esse tipo de inserção proporciona. No exterior, as aplicações da prototipagem rápida e fabricação digital na arquitetura e construção tiveram vários pioneiros que descreveram diversas aplicações na arquitetura. Segundo Pupo (2008), desde então os cursos de arquitetura das principais universidades americanas e europeias disponibilizam para seus alunos e pesquisadores laboratórios equipados com diferentes técnicas de prototipagem rápida e fabricação digital. Alguns exemplos são: o Digital Design Fabrication Group do Massachusetts Institute of Technology (ddf.mit.edu), o I-made da Ball State University (ww.bsu.edu/imade) e o CAMLab da Delft University of Technology.

No meio acadêmico, o reconhecimento de elementos, características e interrelações espaciais é adiantado por meio da tateabilidade dos protótipos rápidos. O tato aprimora o senso de orientação espacial pois permite a manipulação do objeto dentro da realidade ainda que em escala reduzida. Conclui-se que como o objetivo da universidade é instruir os jovens graduandos para o mercado de trabalho, introduzir essas novas tecnologias no ensino e na pesquisa, é uma forma de prepará-los para lidar com a nova realidade profissional, onde a tecnologia se mostra cada vez mais presente nas etapas de um projeto.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Educação Tutorial – PET pelas bolsas.

Referências

ARCHDAILY. **Construa sua casa em um dia através da impressão 3D**, 2018. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/868407/construa-sua-casa-em-um-dia-atraves-da-impressao-3d?ad_medium=widget&ad_name=navigation-prev)>. Acesso em: 18 fev. 2018.

BORILLE, A. V. **Prototipagem Rápida ou Manufatura Aditiva? Aplicação na indústria de moldes**. Revista Ferramental, ed. 31, 16 fev. 2016. Disponível em: <http://moldesinjecaoplasticos.com.br/processo-converte-ps-e-pet-em-material-biodegradavel/>. Acesso em: 21 fev. 2018.

CORREIO BRAZILIENSE**. Impressora 3D é capaz de imprimir maquetes de casas inteiras**. Disponível em: <https://correiobraziliense.lugarcerto.com.br/app/noticia/show-room/2014/10/28/interna_showroom,48579/impressora-3d-e-capaz-de-imprimir-maquetes-de-casas-inteiras.shtml>. Acesso em: 23 dez. 2017.

EXAME. **Conheça as casas construídas com impressão 3D na China,** 2016. Disponível em: https://exame.abril.com.br/tecnologia/conheca-as-casas-construidas-com-impressao-3d-na-china. Acesso em: 14 jan. 2019.

FLORIO, W.; SEGAL, M. L.; ARAÚJO, N. S**. A Contribuição Dos Protótipos Rápidos No Processo De Projeto Em Arquitetura**. GRAPHICA 2007 - VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, p. 1-10, 2007.

FORD. **Building in the Automotive Sandbox**, 2016. Disponível em: < https://corporate.ford.com/innovation/building-in-the-automotive-sandbox.html>. Acesso em: 14 dez. 2017.

G1, GLOBO. **Arquiteto faz projetos com impressora 3D e cria 'minicasas' realistas.** Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/noticia/2015/09/arquiteto-faz-projetos-com-impressora-3d-e-cria-minicasas-realistas.html>. Acesso em: 26 dez. 2017.

JACOBS, P. F. **Rapid prototyping and manufacturing: fundamentals of stereolithography**. SME, 1992.

KAI, Chua C. *et al*. **Rapid Prototyping: Principles and Applications**. Singapore: World Scientific Publishing, 2003

KRASSENSTEIN, B. **20,000 3D Printed Parts Are Currently Used on Boeing Aircraft as Patent Filing Reveals Further Plans**, 3DPRINT.COM, 2015. Disponível em: <https://3dprint.com/49489/boeing-3d-print/>. Acesso em: 22 dez. 2017.

PIMENTEL, C. **Manufatura Aditiva: qual seu impacto na Medicina e na Engenharia de Produção?**. Disponível em: <https://eproducao.eng.br/manufatura-aditiva-qual-seu-impacto-na-medicina-e-na-engenharia-de-producao/> . Acesso em: 14 dez. 2017.

PUPO, R. T. **Novas Teorias E Tecnologias Para O Processo De Projeto Em Arquitetura**, 2008. v1 - n3. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/118585/1/ppec_8634511-3493-1-PB.pdf ; Acesso em: 10 mar. 2019.

PUPO, R. T**. Ensino Da Prototipagem Rápida E Fabricação Digital Para Arquitetura E Construção No Brasil: Definições E Estado Da Arte**, 2008. Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/118585>. Acesso em: 23 dez. 2017. Acesso em: 10 mar. 2019.

RAULINO, Bruno Ribeiro; Universidade De Brasília, Faculdade de Tecnologia. **Manufatura Aditiva: Desenvolvimento De Uma Máquina De Prototipagem Rápida Baseada Na Tecnologia Fdm (Modelagem Por Fusão E Deposição)**, 2011. 16p, il. Trabalho de Graduação.

VERGAKIS, B. **Aircraft carrier Harry S. Truman prints spare, unique parts at sea with 3-D printer**. The Virginian Pilot, 2015. Disponível em: < http://pilotonline.com/news/military/local/aircraft-carrier-harry-s-truman-prints-spareunique-parts-at/article_b46b30f0-2ad-4-525f-8328-34d37034450c.html>. Acesso em: 23 dez. 2017.

VIEIRA, J. K.; *et al*. **Uso de maquetes físicas tridimensionais para o ensino e aprendizagem em desenho técnico**. In: XXXIX Congresso Brasileiro De Educação Em Engenharia, 2011, Blumenau. Anais. Blumenau,2011. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/8/sessoestec/art1688.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2018.

VOLPATO, N*. et al.* **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações**.1. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2007.

WOHLERS, T.T.**Wohlers report 2007**. Fort Collins, Colorado: Wohlers Associates, 2007.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

TÉCNICAS DE CORTES EM MAQUETES FÍSICAS – UMA ANÁLISE COMPARATIVA

CANTREVA, Philipe[1],
NEMER, Luciana[2].

Resumo

O presente artigo analisa técnicas de corte aplicadas para a produção de maquetes. Na construção de uma avaliação comparativa de corte foram utilizados critérios aplicados a dois modelos elaborados a partir do mesmo projeto, o Cais das Artes de autoria do arquiteto Paulo Mendes da Rocha. A estimativa do tempo para execução, o material empregado, o custo do mesmo, a acessibilidade ao equipamento / instrumento e a aprendizagem da técnica são estudados durante o processo. As comparações realizadas nos casos propostos pela pesquisa facilitam a escolha do estudante na hora de decidir qual método utilizar baseada nos critérios e nos resultados finais. Autores como Consalez, Knoll e Mills também foram fontes de embasamento para a categorização dos tipos de maquetes e de como explorar, da melhor forma possível, o potencial de cada mecanismo de criação. Sendo assim, o tema do estudo enfatizou maquetes feitas a partir do corte a laser e maquetes produzidas por meio de técnicas tradicionais – instrumentos, ferramentas e máquinas.

Palavras-chave: arquitetura; laser; maquete; técnica.

Abstract

The present article analyzes applied cutting techniques for the production of models. In the construction of a comparative evaluation of cutting, criteria applied to two models elaborated from the same project were used, the Cais das Artes by the architect Paulo Mendes da Rocha. The estimation of the time for execution, the material used, the cost of the same, the accessibility to the equipment / instrument and the learning of the technique are studied during the process. The comparisons made in the cases proposed by the research facilitate the student's choice when deciding which method to use based on the criteria and the final results. Authors such as Consalez, Knoll and Mills have also provided a foundation for categorizing model types and how to best exploit the potential of each creation mechanism. Thus, the theme of the study emphasized mock-ups made from laser cutting and mock-ups produced using traditional techniques - tools, tools and machines.

Keywords: architecture; laser; model; technical.

[1] UFF – Universidade Federal Fluminense | pcantreva@id.uff.br
[2] UFF – Universidade Federal Fluminense | luciananemerdiniz@gmail.com

1 Introdução

A função da maquete no desenvolvimento de um projeto arquitetônico é muito importante, sendo tão relevante quanto os primeiros desenhos e as plantas técnicas de um objeto de arquitetura. A maquete é o meio mais fácil, no sentido de ser simples e descomplicado, e rápido para a plena compreensão da proposta do que se deseja realizar. Não obstante, é importante distinguir cada tipologia de maquete e qual sua relevância para as etapas projetuais; uma vez que o uso inadequado da modelagem pode resultar na perda de tempo projetual e gastos desnecessários.

Estudos bibliográficos classificam as maquetes em função das etapas do projeto arquitetônico estabelecendo uma sequência cronológica e lógica que reflete o amadurecimento de uma proposta e permite a intervenção do autor durante o processo de concepção e desenvolvimento.

Rocha, citando o processo de criação, descreve um primeiro momento quando se faz necessária à validação do impulso criativo; segundo o arquiteto é nessa hora que recorrem à representação através de modelos em madeira ou digitais. (ROCHA, 2007, p. 11).

Nas maquetes conceituais não se faz necessário o uso máquinas ou ferramentas especiais, mas sim de materiais que permitam facilidade e rapidez de execução, no entanto, quando se atinge a etapa seguinte – das maquetes de trabalho – surge a necessidade de permitir o intercâmbio de partes para que alguns traços possam ser mais elaborados posteriormente. Esta premissa exige maior definição do modelo e, portanto, cortes mais precisos. As maquetes executivas ou de apresentação, última etapa no que se refere no nível de representação tridimensional - equivalendo ao projeto executivo arquitetônico, devem indicar as cores, os materiais e as técnicas construtivas exemplificando a futura construção com excelente nível de fidelidade, logo, as peças precisam estar em perfeita união, o que é consequência de cortes e colagens exatas.

Tendo praticamente perfil artístico e escultórico, uma boa maquete é capaz não apenas valorizar o objeto arquitetônico, mas de abrir possibilidades que um estudo realizado em duas dimensões não permitiria abordar com tanta facilidade. Também o caráter lúdico da construção do modelo guarnece de opções a mente do arquiteto e facilita a comunicação com o cliente. Para Santos: “a palavra lúdico significa brincar. Neste brincar estão incluídos os jogos, os brinquedos e as brincadeiras, e é relativo também à conduta daquele que jogo, que brinca e que se diverte” (SANTOS, 2011, p.57). A maquete torna-se, então, instrumento eficaz de jogo, de troca de ideias em busca da solução ideal de projeto.

A experiência do manuseio prático de ferramentas e programas gráficos é altamente importante no meio em que o arquiteto trabalha e, possuir essa afinidade permite ao profissional e ao estudante uma dinâmica tridimencionalização de um croqui. A capacitação na elaboração de maquetes deve ser valorizada no meio acadêmico de maneira a formar profissionais que utilizem os materiais (papel, cartão e madeira) de maneira consciente, otimizando os cortes, minimizando o retrabalho e as perdas. Esta foi a inquietação motivadora do desenvolvimento da pesquisa.

2 Revisão Bibliográfica

Buscando fundamentação para a análise comparativa entre o corte manual e o corte a laser, autores como Criss B. Mills, Lorenzo Consalez, Wolfgang Knoll e Martin Hechinger foram estudados para compreender o processo de execução da maquete e suas mais variadas técnicas de produção. A técnica de execução da maquete reflete no dia a dia do arquiteto e consequentemente no mercado de trabalho.

> Os esboços e maquetes de conceito revelam como é um escritório de arquitetura no qual formas e relações formais são criadas e analisadas e onde os próprios instrumentos de criação e análise são também verificados e desenvolvidos: desenhos e modelos. (KNOLL E HECHINGER, 2001, p. 7)

Paulo Mendes da Rocha evidenciou a relevância do processo de desenvolvimento do projeto em concomitância a maquetes de fácil execução, as de papel, sendo consideradas pelo mesmo como um *croqui tridimensional*.

"É a maquete como instrumento de desenho. Em vez de você desenhar, você faz maquete [...] é um instrumento que faz parte do processo de trabalho; são pequenos modelos simples. Não é para ninguém ver." (ROCHA, 2007, p.22)

> Igualmente, Mills (2007) aborda o mesmo eixo temático trabalhado pelos outros autores, entretanto, se aprofunda mais na diversidade de material e os instrumentos adequados aos mesmos, desde as pequenas ferramentas até maquinário de marcenaria. A abundância de referências e análises realizadas por Chris Mills auxiliara na compreensão sobre o uso das maquetes, tanto virtuais quanto físicas, em grandes escritórios de arquitetura pelo mundo e bem como no tipo de modelo utilizado para cada fase, revelando assim a transição do estilete para o mouse.

> Por um lado, o abandono completo das maquetes físicas foi reconhecido como uma limitação do ponto de vista das percepções visuais. Por outro, a capacidade de manipular as formas e gerar informações de desenho a partir de programas digitais, especialmente no caso de formas curvilíneas, tem resultado na adoção dos métodos de produção de maquetes digitais. (MILLS, 2007, p. 187)

A obra de Consalez aborda a tecnologia do corte com instrumentos considerando a compatibilidade entre os mesmos e os materiais. Para o autor, materiais finos e técnicas requintadas são necessários para a apresentação a um empreendedor. (CONSALEZ, 2001, p. 14)

O corte a laser, apesar de ser uma tecnologia de ponta para trabalhos com maquetes, possui uma aprendizagem prática simples, cujas instruções da própria máquina oferecem suporte. De acordo com Pássaro os materiais mais adequados, a calibragem, os programas aceitos pelo equipamento e a orientação na utilização da máquina (feita por monitores e professores) garantem o bom resultado. (PÁSSARO, 2019)

3 Cais das Artes: Modelo Arquitetônico para análise de cortes

Após a leitura das referências bibliográficas verificou-se a importância da construção de uma maquete que servisse como modelo comparativo de corte entre as técnicas tradicionais (a instrumentos, ferramentas e máquinas) e a técnica do laser.

A seleção do modelo arquitetônico contemplou critérios relevantes: obra conhecida internacionalmente, arquiteto que valorizasse a maquete no processo criativo, projeto que tivesse maquete física como referência e abundância de cortes de diversas dimensões. Baseado nestes chegou-se a obra do Cais das Artes do arquiteto Paulo Mendes da Rocha.

O Cais das Artes é um complexo cultural que está sendo construído à margem da baía de Vitória, no Espírito Santo e faz parte de um circuito de arte e cultura a beira-mar. O espaço contém uma praça, um museu e um teatro. O arquiteto é reconhecido internacionalmente, acumulando uma série de premiações pelo mundo como o Prêmio Mies Van der Rohe Award em 1999, Pritzker em 2006, o Leão de Ouro na Bienal de Veneza e o Prêmio Imperial do Japão e RIBA (Royal Institute of British Architects) em 2016 e Gold Medal e a Medalha de Mérito Cultural - Portugal em 2017.

Um aspecto importante na condução do processo projetual do arquiteto é o uso da maquete como croqui, auxiliando nas decisões. “É a maquete como croqui, a maquete feita em solidão! Não é para ser mostrar a ninguém. A maquete que você fez como ensaio daquilo que está imaginando na materialização do que é imaginado.” (ROCHA, 2007, p.22).

Figura 1 – Maquete Cais das Artes
Fonte: http://vitruvius.com.br, 2019

Ao explicar o projeto do Cais das Artes para a mostra que aconteceu em 2011, no Centro George Pompidou em Paris, o arquiteto fez uso de uma maquete de apresentação (figura 1), sugerindo a entrevistadora que direcionasse o seu olhar para o nível do observador que navega pela baía de Vitória, para experimentar a paisagem que se terá após a construção do complexo (figura 2).

Dono de um estilo singular, com obras regidas por um gosto pela materialidade e monumentalidade, seus trabalhos são exemplos da aplicação contemporânea da estética brutalista, a qual soube oferecer originalidades plásticas pelas quais se destaca. Confere-se assim a beleza formal nas obras de Mendes da Rocha, essa fruto de uma rica imaginação e sensibilidade espacial, e de um profundo processo de análise das possibilidades de materialidade de suas ideias vivenciado desde a concepção pela execução de maquetes.

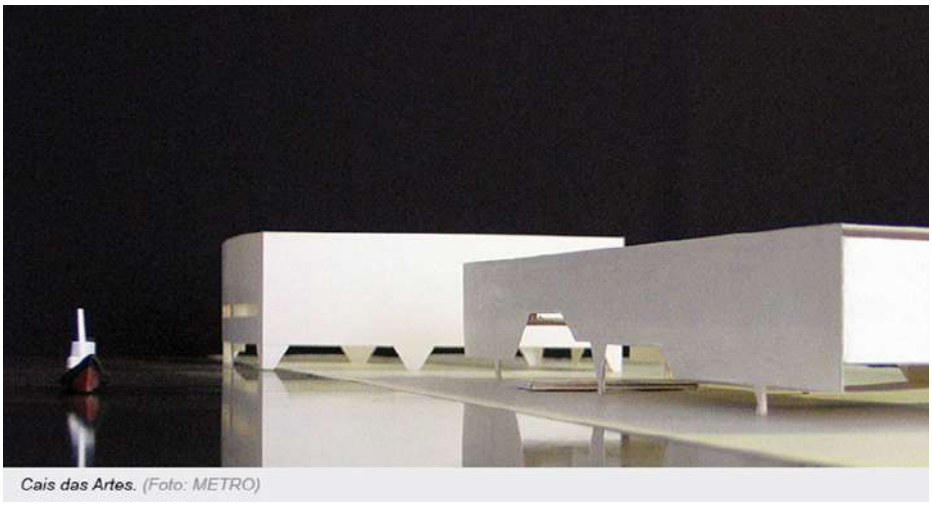


Figura 2 – Maquete Cais das Artes – nível d'água
Fonte: Metro Arquitetos, 2019

Trabalhar com a maquete física num projeto contemporâneo valoriza a linguagem tridimensional, o contato com o modelo do objeto projetado e a experiência lúdica que as maquetes digitais não proporcionam. Segundo Diniz e Marins o ensino de confecção de maquetes físicas é importante no sentido de enriquecer a experiência de aprendizagem dos estudantes. (DINIZ e MARINS, 2018, p. 1)

Os cortes realizados para a maquete do Cais das Artes conferem a precisão necessária para a qualidade da leitura das arestas e vértices que enfatizam a linearidade da forma, os materiais de construção e os aspectos projetuais. Tais aspectos, relacionados a um elaborado léxico construtivo garantem as qualidades da obra do arquiteto conforme explica Solot: "[...] o uso dos materiais em estado bruto aliado às soluções elementares de iluminação e ventilação e às técnicas de transformação do solo natural, exibe uma força primitiva que confere, à obra, um caráter tectônico de simplicidade intimista." (SOLOT, 2013, p. 10). O modelo apresentado (figura 2) expõe a linguagem brutalista e contemporânea do arquiteto.

Reproduzir uma maquete existente foi o caminho encontrado pelos autores do presente artigo para valorizar a maquete física, mas também comparar as técnicas atuais para confecção das mesmas. Por outro ângulo, elaborá-las auxiliou de sobremaneira o entendimento do projeto. Embora a autora tenha visitado a obra em três momentos (2013, 2014 e 2017), ao construir a maquete o autor se deparou com dúvidas que remetem a soluções construtivas que foram alteradas do projeto para a obra e para as quais as fotos das visitas em muito auxiliaram. Ainda assim, vale ressaltar que nem sempre a melhor solução construtiva da obra pode ser repetida na construção da maquete. Elaborar um modelo físico, independente da técnica, permite entender o projeto.

3.1 Construção da maquete pela técnica tradicional

A técnica tradicionalmente conhecida para a produção de maquete, o corte manual mostrou-se rápida e de fácil análise processual. Este resultado em muito se deve ao fato de ser a técnica ensinada, desenvolvida e aprendida na EAU (Escola de Arquitetura e Urbanismo) da UFF (Universidade Federal Fluminense).

Assim como será abordado posteriormente, os critérios utilizados para a análise comparativa entre os métodos de produção foram: tempo para a execução, material empregado, custo do material, acessibilidade ao instrumento/equipamento, aprendizagem da técnica e a utilização no ensino e no ambiente profissional.

O Cais das Artes é um projeto finalizado de um edifício em construção onde, durante a obra estão sendo realizados ajustes, sendo assim a interpretação inicial demandou cerca de quatro horas em função desta particularidade, mas também por ser tratar de objeto arquitetônico cuja temática (museu e teatro e praça) apresenta soluções plásticas sofisticadas, sobre as quais se necessitou de um olhar atento.

Conforme Mills a possibilidade de continuar servindo como ferramenta de aperfeiçoamento, mesmo depois da obra já executada, ressalta a utilidade da maquete como instrumento de estudo dinâmico. (MILLS, 2007, p. 129) Ressente-se o fato da inexistência de uma maquete do conjunto no escritório da obra.

Os dois modelos, objetos de estudo deste artigo foram realizados no Rio de Janeiro e a obra localiza-se em Vitória, logo o projeto e as imagens foram os elementos norteadores para os desenhos das peças que comporiam o modelo. Com as plantas e cortes em mãos, foram empregadas quatro horas nesta etapa. Importante destacar que por carência de informações e medidas do anteprojeto, alguns detalhes precisaram ser ignorados e outros pressupostos para a construção do modelo em si.

O tempo total de execução da maquete pela técnica tradicional, do entendimento do projeto até a finalização da maquete, foi de 24 horas, devido ao fato de ser uma maquete de trabalho. Acrescenta-se a informação que os autores se propuseram a repetir a maquete das figuras 1 e 2, a divulgada por Paulo Mendes da Rocha e pela Metro Arquitetos e, esta se encontra no nível de classificação: maquete de trabalho.

Para Knoll e Hechinger as maquetes de trabalho são modificáveis, porém, muitas vezes elas já refletem o estado final. Nelas é retrabalhado problemas de detalhe sendo possível utilizá-las como maquetes de execução elaborando-as um pouco mais. (KNOLL E HECHINGER, 2001, p. 20) As maquetes de execução são um nível acima das de trabalho tendo em vista o aumento do detalhamento. “As maquetes que não limitam sua descrição às características volumétricas do projeto, são aquelas que vulgarmente são utilizadas para o modelismo ferroviário ou as maquetes encomendadas pelas agências imobiliárias” (CONSALEZ, 2001, p. 6). De acordo com o autor a tradição moderna na arquitetura indica a construção da maquete com a utilização de um único material, monocromática e volumétrica. (CONSALEZ, 2001, p. 6) Desta forma, o nível de elaboração da maquete do Cais das Artes está adequado à proposta de comunicação do projeto.

Este nível de maquete é nomeado por Mills como maquetes de desenvolvimento e ao descrevê-las o autor afirma que decisões iniciais já foram tomadas, e que se encontra em condução um segundo ou terceiro tipo de análise. (MILLS, 2007, p. 27) Como é possível observar na maquete de divulgação do projeto, os tratamentos das paredes e dos vãos não são especificados. Ainda assim não é possível afirmar que já não tinham sido na ocasião da construção da maquete, foi opção tendo em vista que o projeto estava concluído.

O nível nomeado: maquetes de execução por Knoll e Hechinger (2001) é apresentado no livro de Mills (2007) como maquetes de apresentação ou maquetes com acabamento.

> Os termos maquete de apresentação ou maquete com acabamento são usados alternadamente para descrever maquetes que representam um projeto finalizado e que são elaboradas com cuidados especiais. São usadas para confirmar decisões de projeto e comunicar com os clientes que talvez não consigam entender bem estudos menos elaborados. (MILLS, 2007, p. 27)

Em função da definição do nível seguiu-se para a etapa posterior, o projeto da maquete. Nesta fase a compra do material necessário para a elaboração foi definida em função da escala e dos instrumentos, ferramentas e máquinas que se tinha a disposição. Para o primeiro modelo, técnica tradicional, selecionou-se o Papel Paraná de 2 mm de espessura pela sua trabalhabilidade; foram consideraras também as limitações e vantagens no processo com o uso deste material. Apesar de ser elaborada na escala adequada para a dimensão do edifício (1:500), algumas aberturas não foram executadas na maquete por fragilizar o material.

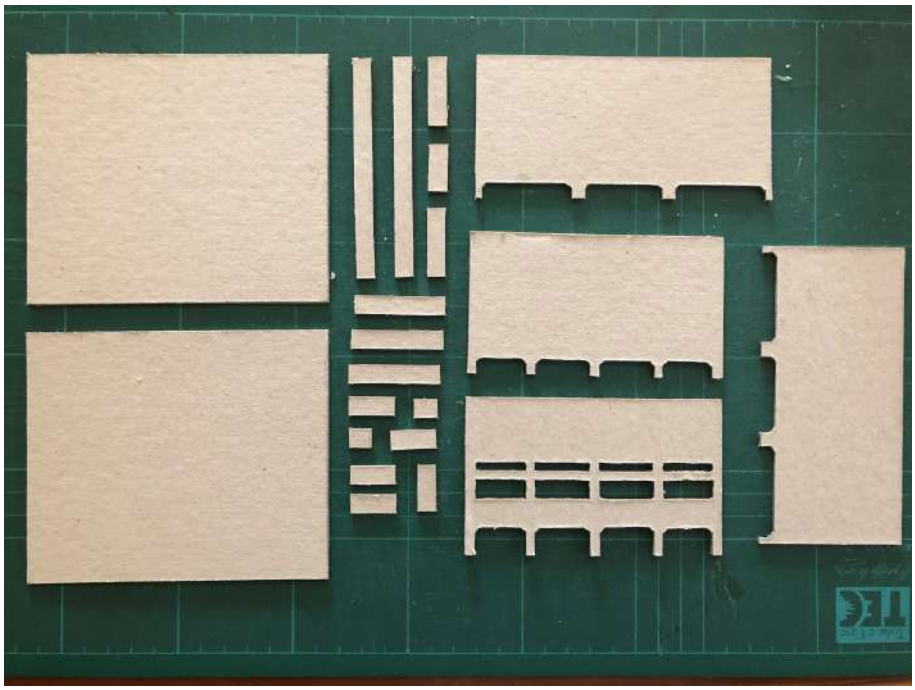


Figura 3 – Maquete Cais das Artes – corte – técnica tradicional
Fonte: CANTREVA, 2019

A decisão se pautou numa possível má execução por parte da ferramenta e na escala inapropriada para a dimensão do detalhe. O instrumento utilizado estava adequadamente afiado e, portanto não “desfiou” o Papel Paraná e nem causou rasgos na peça cortada (figura 3). Estes problemas fazem ser necessária a reelaboração de uma maquete.

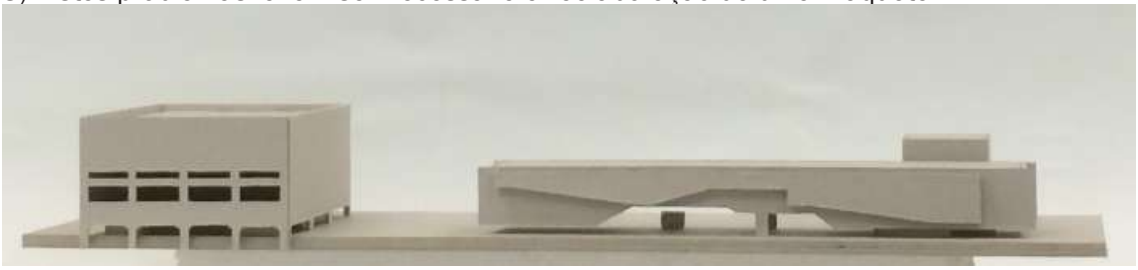


Figura 4 – Maquete Cais das Artes – técnica tradicional
Fonte: CANTREVA, 2019

O material e a ferramenta adequada proporcionaram uma rápida construção, liberdade quanto à angulação do corte, moldagem prática e reparabilidade simples. Outro fator que contribuiu este já planejado quando da escolha do modelo, foi o de se tratar de uma arquitetura contemporânea de linhas retas proporcionando a simplificação da elaboração (corte e montagem) da maquete (figura 4).

Para a montagem a cola de silicone se fez eficaz pelo seu fácil manuseio enquanto fria e sua resistência pós-secagem. Este material proporciona uma maquete firme e limpa.

Como os instrumentos e ferramentas (prancha de corte, régua metálica, tesoura, estilete, esquadros e escalímetro) já pertenciam ao autor, o custo da produção foi baixo.

3.2 Construção da maquete pela técnica do corte a laser

A compreensão do projeto e dimensionamento das peças independe da técnica para o corte e montagem da maquete. O tempo para a realização dos cortes das peças é muito mais rápido tendo em vista a velocidade da máquina.

"Na área de fabricação digital, temos a disposição duas cortadoras Universal Laser System VLS6. 60 (60 w 813x457x229mm) e duas impressoras 3D delta. O uso é mediado por monitores capacitados a partir de agendamento prévio." (LAMO, 2019)

Figura 5 – Cortadora a Laser
Fonte: LAMO – FAU - UFRJ, 2019

Devido à dimensão da máquina, foram utilizadas duas placas de MDF na medida de 45 x 80 centímetros. O software utilizado para o desenho vetorizado foi o AutoCAD (computer aided design) e para a diagramação das peças o *Ilustrator.* A figura 6 é o *print* da tela do arquivo do AutoCAD.

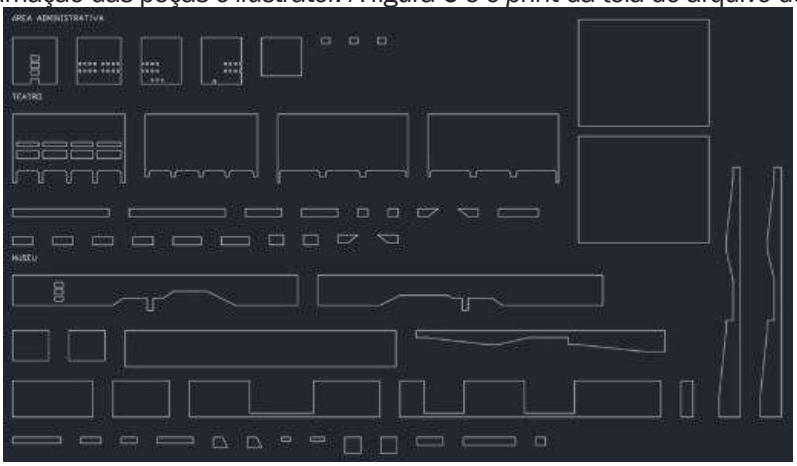


Figura 6 – Arquivo Cais das Artes. dwg
Fonte: CANTREVA, 2019

O software que acompanha a cortadora define através de cores a finalidade do laser: azul para cortar, vermelho para vincar e preto para gravar (*raster*). A configuração é um procedimento de execução simples.

A facilidade em compreender o funcionamento na cortadora, a praticidade da diagramação das peças e a agilidade dos cortes são pontos fortes do processo da produção de maquetes pela técnica do corte a laser. Conforme Pacini, de Paula e Lucena a máquina Versa Laser da Universal Laser Systems realiza o corte dos seguintes materiais: Papel Paraná e MDF até 3 mm, acrílico até 5 mm, Papel Duplex, Papel Triplex, Papel Craft, Papel Cartão, Papel Microondulado, Papelão, Folha de Madeira e Madeira Balsa. (PACINI, DE PAULA e LUCENA, 2018, p. 6)

As possibilidades de corte, vincos e marcas oferecidas elevam a modelagem a um nível superior a produção manual pela precisão e riqueza dos detalhes no modelo. Comparada à técnica anterior, a execução das peças nessa etapa foi muito mais precisa e ágil.

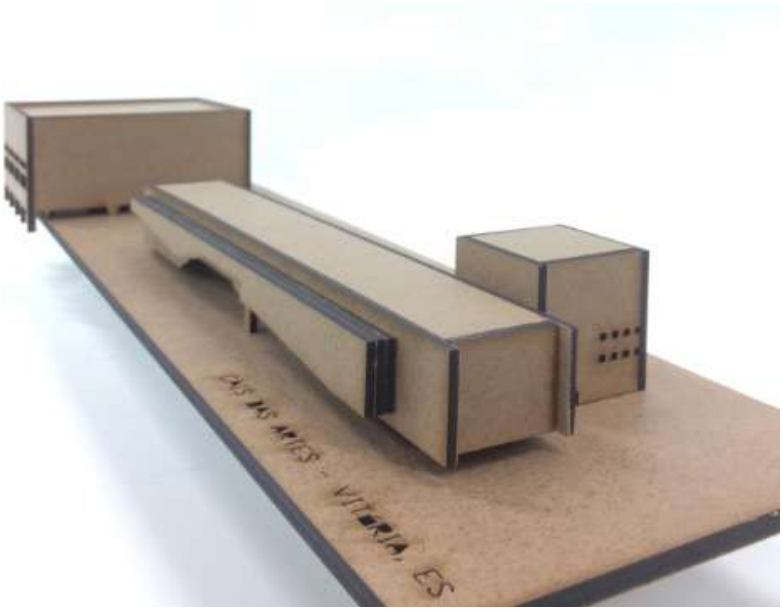


Figura 7 – Maquete Cais das Artes – técnica do corte a laser
Fonte: CANTREVA, 2019

Seguindo a linha de execução da maquete anterior, a união das peças foi realizada com cola e o resultado pode ser observado na figura 7. Vale ressaltar que devido à rigidez do material, havia a possibilidade de encaixes como em um quebra-cabeça tendo resultado uma maquete ainda mais "limpa", no entanto, os autores mantiveram a técnica da colagem como na maquete anterior.

A tabela 1 apresenta os critérios e especifica, em cada tipo de corte, a avaliação dada pelo autor que elaborou ambas as maquetes. Considerando que o tempo para execução, a especificação e o custo do material empregado já foram abordados, debruça-se a análise sobre a aprendizagem da técnica do corte à Laser, esta é rápida uma vez que o próprio manual dá suporte à utilização da mesma. A presença de monitores treinados e professores, no ambiente de ensino também se faz fundamental para facilitar a aprendizagem, reduzir erros e evitar acidentes, logo, a experiência do manuseio da cortadora é fator relevante no bom desempenho da utilização da mesma.

Tabela 1 – Corte Manual X Corte a Laser

Critérios	Corte Manual	Corte à Laser
Tempo para execução	24 horas	6 horas
Material empregado	Papel Paraná	Madeira MDF
Custo do material	R$ 25,00	R$ 40,00
Acessibilidade ao instrumento/equipamento	Fácil	Moderada
Aprendizagem da técnica	Fácil	Fácil
Utilização no ensino e no ambiente profissional	Viável	Viável

Fonte: dos autores, 2019

A acessibilidade ao equipamento foi considerada moderada em função de ainda não ter sido entregue à EAU a cortadora a laser especificada. Para a realização do presente trabalho contou-se com a colaboração do LAMO (Laboratório de Modelos e Fabricação Digital) da FAU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro). Neste laboratório a demanda é maior que a capacidade instalada, logo segundo Pacini, de Paula e Lucena a laser está disponível para a comunidade acadêmica da FAU via agendamento online, porém, na semana anterior às bancas intermediárias e finais (exceto os horários de pesquisa e capacitação) são de uso preferencial de TFG2 (Trabalho Final de Graduação 2). (PACINI, DE PAULA e LUCENA, 2018, p. 4)

O uso no ambiente profissional também tem sido avaliado pelos autores uma vez que, recentemente, a EAU firmou convênio com a FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro). Na sede da mesma, onde são promovidos debates, pesquisas, estudos e projetos estão instaladas cortadoras para fins de treinamento, objetivando o desenvolvimento de empresas fluminenses. Desta forma materializa-se a importância da tecnologia e sua viabilidade objetivando a economia industrial.

4 Conclusão

As maquetes antecipam a realidade, exercem fascínio de um objeto artesanal/uma miniatura e ao mesmo tempo simplificam a obra em busca de soluções técnico-construtivas. A maquete física explora além da visão, o tato.

A escolha do projeto para ser reproduzido em modelos, no presente trabalho, foi acertada em função do partido adotado pelo arquiteto que produziu uma arquitetura de valor, contemporânea e brasileira. O reconhecimento internacional de Paulo Mendes da Rocha é fruto de sua rica produção, e o Cais das Artes foi inspirador.

O questionamento inicialmente colocado, “Qual o melhor método para execução de uma maquete física?” gerou uma lista de vantagens e desvantagens que levaram a acreditar que ambos são satisfatórios e que o fator decisivo de qual utilizar é essencialmente guiado pela realidade ao qual se encontra o estudante e/ou profissional de arquitetura e, não somente pela sua demanda.

A maior facilidade da produção tradicional de maquete é sua rapidez e acessibilidade e sua maior desvantagem o tempo empregado na sua produção (dependendo do material e do nível de detalhes que se deseja alcançar). Já a técnica do corte a laser, permite uma maior riqueza e precisão no que se deseja representar, indo além do que qualquer produção manual

foi capaz de produzir até os dias de hoje, entretanto, apesar da grande economia de tempo, pelo seu difícil acesso e material oneroso acaba sendo uma técnica ainda utilizada por poucos.

Quando a tecnologia do corte a laser for amplamente difundida no ensino/aprendizado de arquitetura trará novas leituras e propostas ao que se conhece hoje como modelagem.

Agradecimentos

Agradecemos à Andres Martin Passaro pelas orientações fornecidas sobre o corte a laser.

Agradecemos ao LAMO - FAU - UFRJ a acolhida e a possibilidade de utilização da Universal Laser System.

Agradecemos ao CNPq a bolsa de Iniciação Científica de Philipe Lopes Cantreva.

Referências

CONSALEZ, Lorenzo. **Maquetes: A Representação do Espaço no Projeto.** Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

DINIZ, Luciana Nemer e MARINS, Igor Klein da Silva Marins. Mostruário de Maquetes como Instrumento de Aprendizagem. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica.** , v.6, p. 1 - 24, 2018.

KNOLL, Wolfgang e HECHINGER, Martin. **Maquetas de Arquitectura – Técnicas Y Construcción.** México: Gustavo Gili, 2001.

LAMO - Laboratório de Modelos e Fabricação Digital. **Equipamentos.** Disponível em: <http://www.lamo.fau.ufrj.br>. Acesso em: 19 abr. 2019.

MILLS, Criss B. **Projetando com Maquetes: Um guia para construção e o uso de maquetes como ferramenta de projeto.** São Paulo: Bookman, 2007.

PACINI, Giordana; DE PAULA, Tainá e LUCENA, Vinícius**. Laboratório de Modelos e Fabricação Digital - Corte a Laser - Guia do Usuário**. Monitoria, LAMO/FAU, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2018.

PASSARO, Andres Martin. **Cortadora a Laser**. Entrevista concedida aos autores. Rio de Janeiro, 2018.

ROCHA, Paulo Mendes da. **Maquetes de Papel: Paulo Mendes da Rocha.** São Paulo: Cosac Naify, 2007.

SANTOS, S. M. P. dos. **A criança, o adulto e o lúdico.** Petrópolis: Vozes, 2011.

SOLOT, Denise Chini. X Seminário Docomono Brasil: **A Paixão do Início na Arquitetura de Paulo Mendes da Rocha,** 2013, Curitiba, Anais.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

ARQUEOLOGIAS DA PROGRAMAÇÃO EM ARQUITETURA: GRUPO ARCHIGRAM, PLUG-IN CITY E COMPUTER CITY

KAMIMURA, Rodrigo[1]

Resumo

O presente trabalho trata da produção do coletivo inglês "Archigram", formado por seis arquitetos em 1961 e cuja produção vai até 1974. A abordagem proposta trata dos métodos de desenho do grupo e de suas implicações com relação a pautas culturais e tecnológicas presentes na afluente Inglaterra do segundo pós-guerra. Para tanto, fazemos uma breve revisão de literatura sobre o tema, com vistas a justificar a nossa aproximação, que se inicia com uma apresentação sucinta sobre o grupo, o período de sua existência, e sua produção na área do desenho e do projeto de arquitetura. Logo após, recobramos dois projetos emblemáticos elaborados pelo grupo: Plug-In City e Computer City, de 1964, apresentados a partir de um trabalho exaustivo de desenho e detalhamento de projeto. Para finalizar, tecemos considerações adicionais sobre os últimos projetos de Archigram, que flertam com uma concepção de indeterminação e desmaterialização da arquitetura, junto a ideias híbridas sobre sistemas homem-máquina centrados na noção de evolução tecnológica. Em Plug-In City e Computer City, pode se observar a incorporação da noção de programação no projeto e nos modelos urbanos elaborados, prenunciando a aproximação entre digital e analógico no processo de projeto.

Palavras-chave: Archigram; Plug-In City; Computer City; Desenho; Programação.

Abstract

This paper approaches the work of English collective "Archigram", compound by six architects in 1961 and whose production lasts until 1974; it analyses the group drawing methods and their implications regarding technological and cultural issues during the wealth of British Second Post-War. To achieve it, we make a short literature review on the subject, in order to justify our approach, which begins with a brief presentation about the group, the period of its existence, and its production in drawing and architectural design. Shortly after, we recover two emblematic projects elaborated by the group in 1964: Plug-In City and Computer City, presented after exhaustive detailing and drawing work. To finish, we consider additional issues about Archigram's last projects, which flirt with a conception of "undeterminacy" and dematerializing of architecture, as long as with hybrid conceptions about man-machine systems centered on the notion of technological evolution. In Plug-In City and Computer City, one observes the incorporation of the notion of Programming in the conceived urban models and designs, foreseeing the approximation between the analogical and the digital in design process.

Keywords: Archigram; Plug-In City; Computer City; Drawing; Programming.

[1] Professor Adjunto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU-UFRJ). E-mail: rodrigok@fau.ufrj.br.

1 Archigram 1961-1974, breve histórico

Em meados da década de 1960, um grupo de arquitetos recém-graduados começa a produzir em Londres, de forma independente, uma publicação com ideias sobre arquitetura. A primeira edição da revista, ou "magazine" Archigram (cujo nome vem da abreviação de *architectural telegram*, ou *aerogram*, um "telegrama", ou "aerograma arquitetônico") foi lançada em 1961 por Peter Cook, David Greene e Michael Webb, e era, na verdade, uma edição caseira, que consistia em um panfleto dobrado feito com papel barato e outra folha dentro. Na parte externa, compareciam projetos acadêmicos elaborados por estudantes londrinos, notadamente inspirados em formas futuristas e expressionistas; na página interna, poemas escritos por Greene.

No ano seguinte, juntam-se ao grupo três outros arquitetos que já contavam com certa experiência profissional: Ron Herron, Dennis Crompton e Warren Chalk. O sexteto publica, então, a segunda edição da revista, desta vez com acabamento um pouco mais aprimorado. No mesmo ano todos eles são convidados por Theo Crosby [2] para participar de um anteprojeto para a remodelação de Euston Station (1962-65); a empresa Taylor Woodrow Construction Ltd., de Londres, responsável pela encomenda, ainda encarregaria o grupo de outro projeto importante: o *Urban Renewal: Fulham Study* (1963). Era hábito da empresa fomentar projetos "experimentais", e a participação de Archigram nestes trabalhos fortaleceu o vínculo entre os membros do grupo como momento de intercâmbio de ideias e consolidação de prerrogativas comuns sobre tecnologia, pré-fabricação, mobilidade, etc.

E é através deste contato e da influência de Crosby que o grupo realiza sua primeira exposição coletiva: *Living City*, realizada no *Institute of Contemporary Arts* (ICA, Instituto de Artes Contemporâneas), em 1963, é o marco a partir do qual Archigram assume para si o nome da revista. Em 1964, publica sua quarta edição, *Amazing Archigram*, e o projeto para a *Plug-in City*[3]. A essa altura, a notoriedade conquistada pelo grupo faz, por exemplo, com que o influente crítico e historiador inglês Reyner Banham carregue consigo cópias "*hot-off--the-press*" [4] do magazine para os Estados Unidos (COOK, 1973, p. 5). Junto com *Archigram 5: metropolis*, do mesmo ano, *Amazing Archigram* e, principalmente, Plug-in City consolidam uma posição de frente para o grupo em relação às megaestruturas arquitetônico-urbanas como terreno especulativo de projeto [5]. A partir da sexta edição, as explorações de Archigram migram progressivamente do megaedifício para o microentorno, abandonando as estruturas totalizadoras e passando a explorar situações de projeto cada vez mais efêmeras, menos "tectônicas" e centradas sobre os tênues limites entre arquitetura e tecnologia. Após publicar a décima edição da revista, intitulada *Archigram* 9½, em 1974, o grupo se dissolve.

[2] Crosby havia sido colaborador de Architectural Review durante a década de 50, e também havia curado a exposição This is tomorrow ("Isto é o amanhã", 1956), no Institute of Contemporary Arts (ICA, "Instituto de Artes Contemporâneas", Londres), assumidamente uma influência importante para Archigram.

[3] *Plug-in City* foi publicada por Peter Cook no *Sunday Times Colour Magazine*, 20 set. 1964.

[4] Algo traduzível como "recém-saído do forno", ou "da prensa".

[5] 1964, chamado de o "mega-ano" por Banham (2001, p. 70), foi o único ano em que Archigram lançou duas edições consecutivas da revista, talvez como indício dessa euforia megaestrutural.

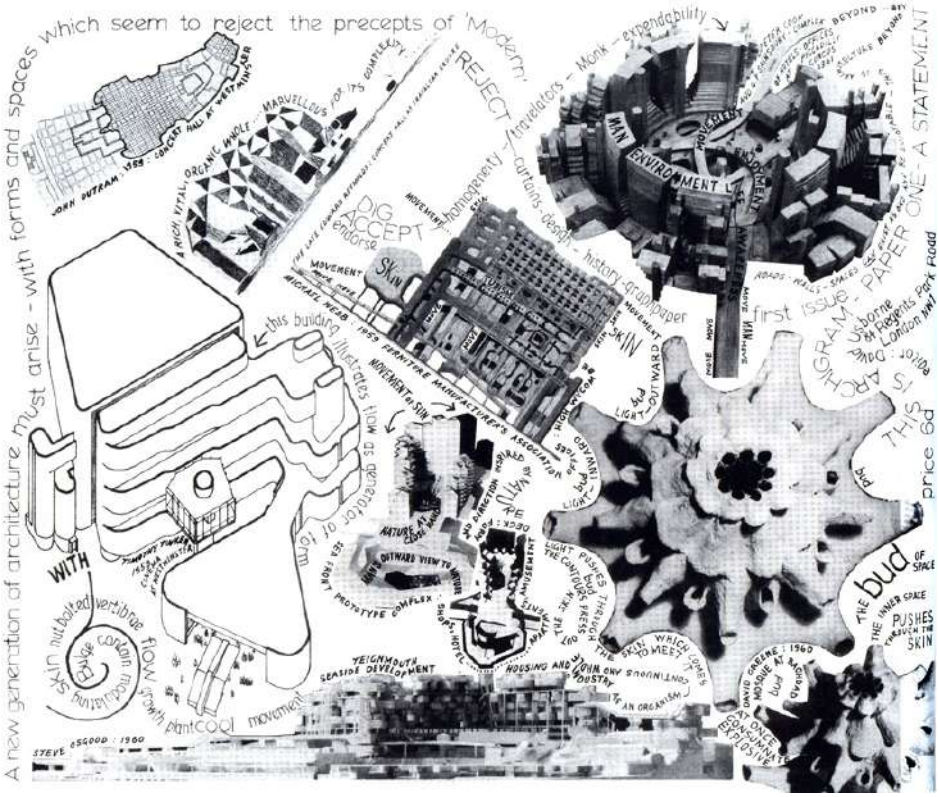


Figura 1 – Peter Cook, David Greene, Michael Webb: revista Archigram 1, 1961. Página externa.
Fonte: SADLER, 2005a, p. 12.

2 Por que Archigram?

A produção de Archigram, criticada ou pouco considerada por parte da historiografia da arquitetura do século XX, despertou a atenção de estudiosos vários anos após o fim do grupo. Exposições sobre a obra passaram a ser organizadas apenas a partir dos anos 1990, como, por exemplo, a retrospectiva do Kunsthalle Wien em 1994, intitulada "*Archigram, Experimental Architecture 1961-1974*", que circulou posteriormente pela Europa e Estados Unidos. Chama a atenção também a reedição, em 1999, do livro *Archigram*, coletânea originalmente publicada em 1972 com Peter Cook como editor. Surpreendentemente, em 2002 Archigram foi agraciado com a "Medalha de Ouro" do Instituto Real de Arquitetos Britânicos (RIBA, Royal Institute of British Architects) – um reconhecimento da contribuição e da importância de suas ideias para a cultura arquitetônica contemporânea. Recentemente, a Westminster University organizou uma base de dados *online* catalogada com aproximadamente 10.000 imagens digitalizadas, após extensa pesquisa em arquivos e acervos de membros e herdeiros dos membros do grupo.

Recentemente, no Brasil, autores têm se dedicado a investigar a produção cultural dos anos 1960 e 1970, em especial no campo da arquitetura e do urbanismo, em suas vertentes mais visionárias e/ou ditas "utópicas", cujos projetos se descolam do "real" visando uma antecipação de possibilidades propiciadas pela técnica e pelo desenvolvimento tecnológico. Com relação a Archigram, permanecem como excelentes estudos a tese de doutorado de Cláudia Cabral (2002), e, nos Estados Unidos, o livro de Simon Sadler (2005a), que resgatam a produção do grupo britânico e tecem interpretações sobre a importância e o significado de Archigram tanto em seu tempo quanto na contemporaneidade.

De maneira mais ampla, outros autores têm chamado a atenção sobre pautas, no âmbito da arquitetura, do urbanismo e da tecnologia, abordando direta ou indiretamente o grupo inglês, como, por exemplo, FERNANDES (2016), PAZOS (2013), RIBEIRO (2017), SILVÉRIO NETO (2015).

3 Uma nova era para a arquitetura

O que marca a produção do grupo Archigram, desde o princípio, é um espírito de revolta em relação à estaticidade e sobriedade formais da arquitetura do segundo pós-guerra europeu – o chamado "Estilo Internacional" (*International Style*), "domesticado". Os projetos estudantis que constam no primeiro panfleto do grupo mostram bem essa tônica: edifícios que fogem das soluções em "lâmina", formas arredondadas, triangulares; pouca clareza em sua concepção estrutural e não-legibilidade entre planta e fachada; organicidade, fluxos e circulação como geradores da forma; dinamicidade de elementos tipológicos, interpenetração de volumes; e frases-manifesto esparsas (Figura 1). Frequentemente, a produção do grupo é apontada pela historiografia como esse momento de vontade de continuação com o "moderno", e de retomada das propostas mais radicais do Futurismo italiano e das fantasias expressionistas e construtivistas; vontade essa, porém, deslocada do contexto e das condições históricas a partir dos quais aqueles princípios foram formulados – a saber, os das vanguardas centroeuropeias das primeiras décadas do século XX.

3.1 Tecnologia e a afirmação do consumo

Na Inglaterra da década de 50, esse "espírito radical" estaria identificado principalmente com a obra dos arquitetos Alison e Peter Smithson, e com os escritos do crítico de arquitetura Reyner Banham (assunto do qual trataremos a seguir). Nomes como Buckminster Fuller, James Stirling, James Gowan, Arthur Korn e o próprio Peter Smithson lecionavam nas escolas inglesas (CABRAL, 2002, p. 28), exercendo grande influência sobre os estudantes [6]. Banham (2001, p. 142-146), aponta que são desse período as primeiras experimentações da Architectural Association relacionadas às "megaestruturas" – um tema que viria a ser especialmente caro para Archigram.

O grupo compartilhava com Banham várias de suas premissas em relação à tecnologia e ao consumo ("*expendability*"). Para Cabral (2002, p. 63), isso estaria relacionado "à própria posição de Banham perante o Movimento Moderno na arquitetura, seu entusiasmo pela tecnologia e sua formação entre artística e técnica". Archigram tratava o *consumo* como forma de emancipação associando-o aos conceitos de liberdade e flexibilidade arquitetônica; em um mundo cada vez mais caracterizado pela mobilidade e pela efemeridade dos objetos, a arquitetura "sólida" e "rígida" – mais "*hard*" do que "*soft*", soava como um anacronismo. Investia-se em protótipos de arquitetura e de cidade cujas concepções tendiam a ser cada vez mais dinâmicas, fluidas, para um mundo em contínua transformação.

Essa condição colocava a questão tecnológica à frente mesmo da própria arquitetura. Conforme colocado por Banham (1960, p. 93), a "arquitetura, como um serviço às sociedades humanas, poderia ser definida simplesmente como a provisão de ambientes adequados às atividades humanas. [...] ainda que não implicando necessariamente a construção de

[6] Ainda conforme Cabral, Fuller havia lecionado a David Greene na Nottingham University School of Architecture; Stirling, a Michael Webb na Regent Street Polytechnic; Smithson, Gowan e Korn, a Peter Cook, na Architectural Association.

edifícios". A radicalização destas formulações levaria aquelas propostas à incorporação de noções e conceitos advindos de áreas do conhecimento situadas até então fora de sua tradição disciplinar, como a cibernética, a teoria dos sistemas e automação.

3.2 O objeto do hardware: Plug-In City

A "imagem" de *Plug-In City*, projeto de 1964 desenvolvido por Peter Cook – membro mais eloquente de *Archigram* – é, sem dúvida, uma das mais marcantes na história da arquitetura das megaestruturas – ainda que nunca construída; com seu "urbanismo espacial" e suas "conexões diagonais" (termos cunhados por um contemporâneo de Archigram, o arquiteto franco-húngaro Yona Friedman), *Plug-in* deveria, nas palavras de Simon Sadler (2005a, p. 17), "ser analisada a partir de sua capacidade de demonstrar ao mundo uma forma melhor de construir". Seu princípio de "forma" liga-se à relação dinâmica entre as partes e o todo, no qual um conjunto de componentes desordenados é conectado a uma estrutura coerente. Os componentes de *Plug-in City* têm um tempo de obsolescência pré-estimado: 40 anos para toda a estrutura; 20 anos para as estradas; 5 a 8 anos para dormitórios; 3 a 6 anos para *shoppings*; 3 anos para banheiros, cozinhas, e assim por diante.

A cidade Plug-in imaginada por Archigram remete a um imenso "jogo de armar" [7]: uma megaestrutura de escala urbano-territorial, provedora de circulação e serviços, onde se apoiam as gruas que constroem e reconstroem continuamente todo o sítio; nela são conectadas partes menores, componentes flexíveis e intercambiáveis, que podem funcionar como módulos de habitação ou serviços. Sua dinamicidade é enfatizada por suas diagonais e sua alusão explícita ao movimento. Com seu design, Archigram mergulhava na quarta dimensão – a do tempo –, sugerindo mudança constante, fluxo interminável, veias, artérias e vasos capilares transportando pessoas, mercadorias, informação.

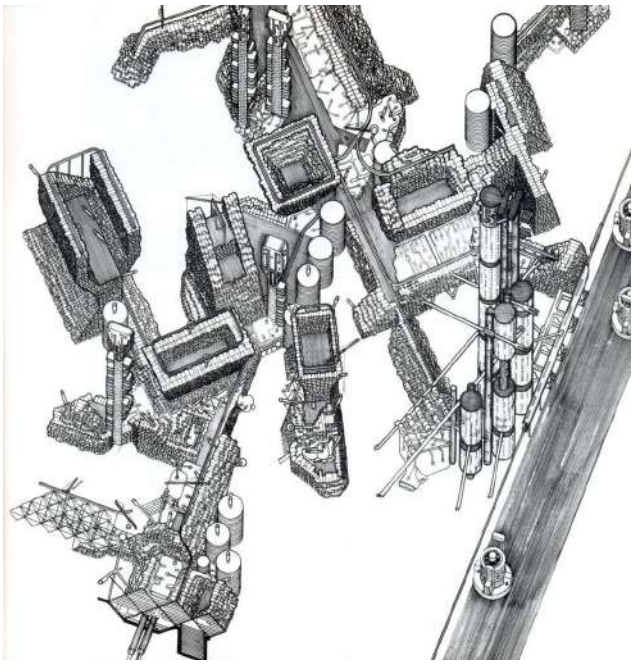


Figura 2 - Peter Cook: Plug-in City, 1964. Axonométrica.
Fonte: SADLER, 2005a, p. 15.

[7] As comparações usualmente feitas são com o Meccano, famoso jogo de peças de montar.

Essa imagem estava relacionada à formulação da "cidade viva", elaborada por Archigram a partir da exposição *Living City*, realizada em 1963 no *Institute of Contemporary Arts*. *Living* City demonstrava essa preocupação do grupo não com a forma acabada, mas com o seu exato oposto: a estrutura montada com auxílio de elementos metálicos leves e painéis de fechamento havia sido originalmente concebida em plástico injetado (s*pray plastic*), devendo ser completamente "amorfa" – o que não foi possível devido a limitações técnicas [8]. Segundo Cook (1973, p. 20), "sua intenção era a de expressar a vitalidade da vida urbana, mais do que sugerir um plano para uma nova cidade". O que importava eram as imagens expostas, a enxurrada de signos da cultura *pop*, a representação da saturação de códigos do ambiente urbano, o *come-go* ("vai-e-vem") da cidade.

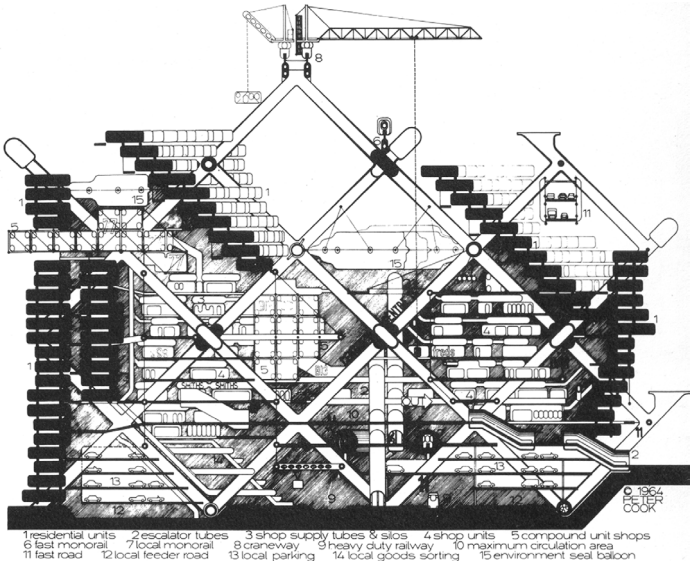


Figura 3 - Peter Cook: Plug-in City, 1964. Corte típico.
Fonte: COOK, 1973, p. 39.

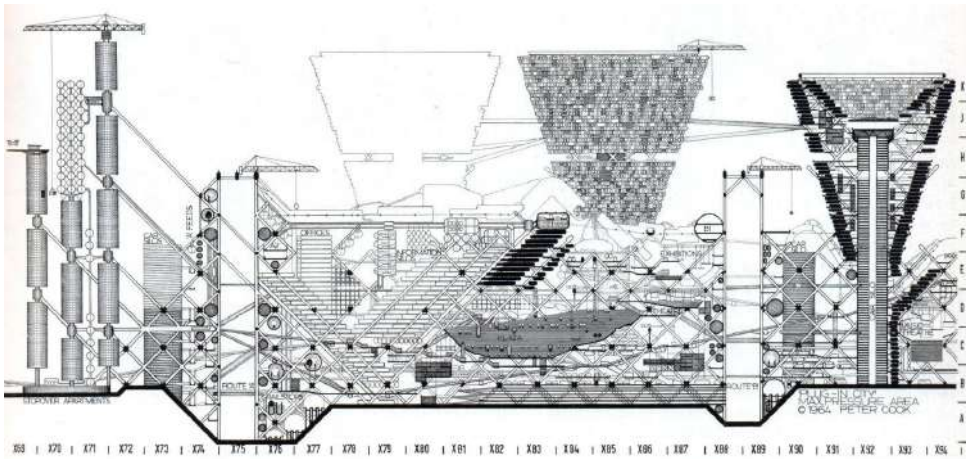


Figura 4 - Peter Cook: Plug-in City, 1964. Corte da área de máxima densidade.
Fonte: SADLER, 2005a, p. 19.

Plug-in deveria ser cinética e *mostrar-se* cinética, tornando legível o "*come-go*" de Living City. Seria "como um porto terrestre, [com] mercadorias chegando por trilhos de trem e trans-

[8] Algo que certamente se faria hoje com facilidade, através da fabricação digital.

portadas por andaimes, balões metereológicos, sons de deleite atravessando a estrutura aberta advindos dos setores de lazer coloridos" (SADLER, 2005a, p. 18).

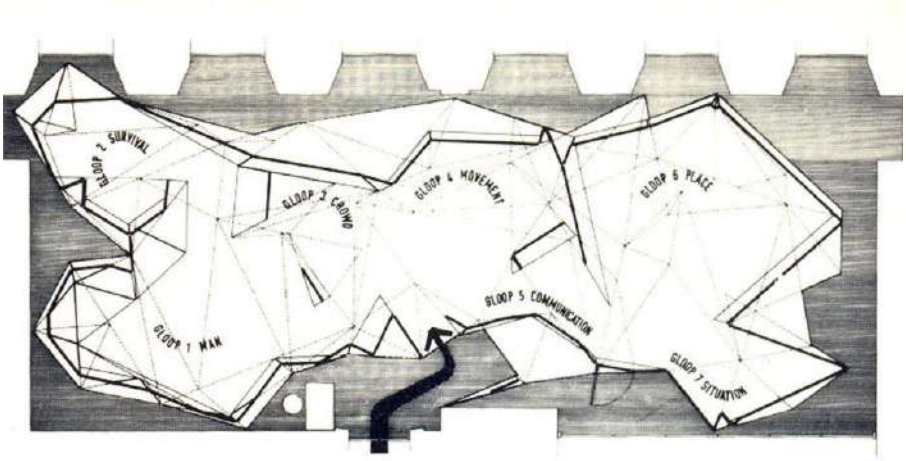


Figura 5 - Exposição Living City, Institute of Contemporary Arts, 1963. Planta com os gloops.
Fonte: COOK, 1973, p. 18.

3.3 O software de Plug-In: Computer City

E *Plug-in City* precisava de sua contraparte para funcionar. Assim, ainda em 1964 Dennis Crompton esboça a *Computer City* – publicada em *Archigram 5* –, representada através de um diagrama axonométrico no qual é possível identificar os sistemas encarregados da programação de *Plug-in*. Suas vias de comunicação são responsáveis pelo transporte de pessoas, mercadorias e, sobretudo, *informação* por toda a cidade. A despeito de seu nível maior de abstração, o desenho de *Computer City* remete à geometria dos circuitos elétricos, com espécies de diodos, resistores, cabos e fios. É possível entrever também vias primárias e secundárias de circulação física, além da hierarquia de blocos, regiões e partes autônomas do sistema. Essa tendência à abstração de Archigram irá culminar em desenhos como o da capa de *Archigram 7: beyond architecture* [9] (de 1966, desenhada por um colaborador, James Meller), registro da "malha" de um circuito elétrico, representação avançada do conceito da "*undeterminacy*" ("indeterminação") buscada por Archigram.

Os projetos *Plug-In City* e *Computer City* (ambos concebidos pelo grupo em 1964) relacionam-se, sincronicamente, com a produção efervescente em diversas partes do mundo naquela década, seguindo as mais variadas formulações teóricas: é o caso do movimento "Metabolism" no Japão, da produção e pensamento de Yona Friedman e Cedric Price, na Europa, a obra teórica de Marshall McLuhan, a "Nova Babilônia" do holandês Victor Constant, as montagens de Superstudio e Archizoom na Itália, etc. Conforme apontado por Mirko Zardini (2013, p. 6), é o momento da "ligação que se estabelece entre cibernética e arquitetura [...], notadamente na Inglaterra e nos Estados Unidos, graças a figuras como Lionel March e Christopher Alexander, dentre muitos outros", marcando "os inícios de uma nova forma de pensar as possibilidades na arquitetura".

[9] "Archigram 7: além da arquitetura".

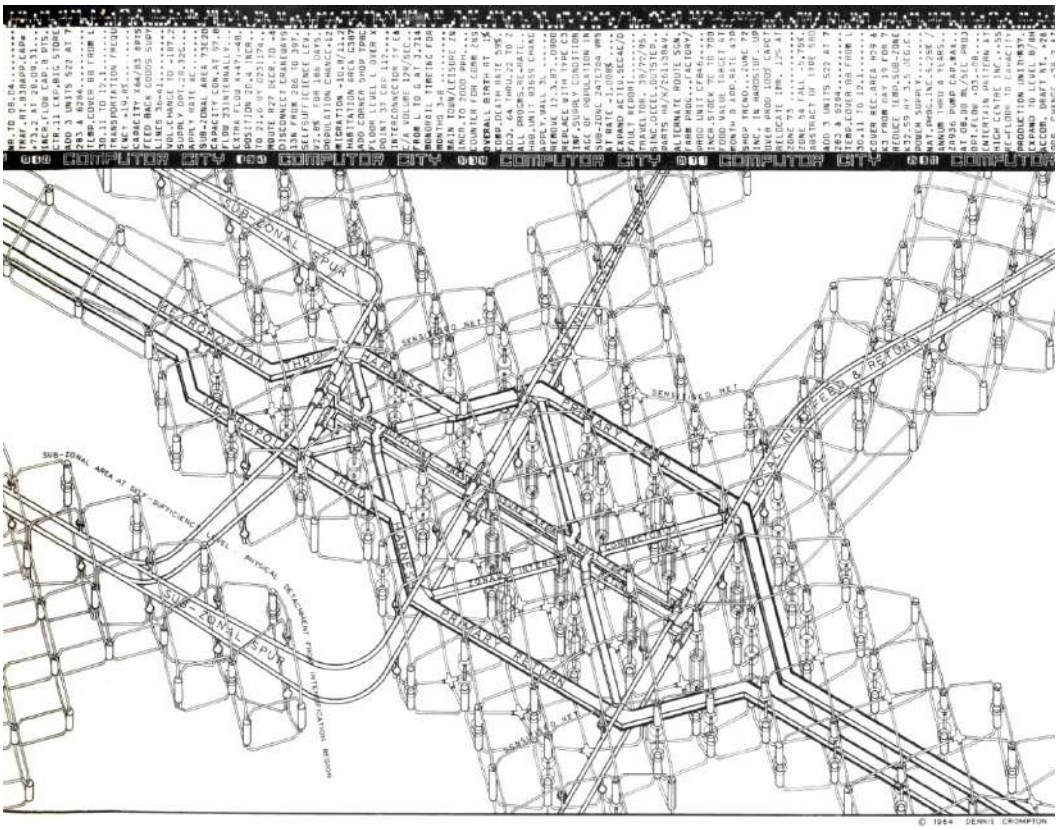


Figura 7 - Dennis Crompton: Computer City, 1964.
Fonte: SADLER, 2005a, p. 21.

No topo do desenho de Computer City, uma faixa representa o bombardeamento contínuo de informações a que se poderia ter acesso: tráfego, fluxos, fornecimento de mercadorias, rotas, migrações, taxas de natalidade, mortalidade, unidades habitacionais, preços, suprimento de energia, etc., misturado a outros códigos.

> NR.TO 08.04..... TRAF. RT.838APP.CAP= +73.2 AT 28.09.31... INCR. FLOW CAP.8 PTS. CTR.11 EXP.BIG STORE ADD 3 UNITS S22 AT 7 283 & 6284..... TEMP.COVER B8 FROM L 30.11 TO 12.1..... TRANSPORTATION FREQUENCY +19.8%..... CAPACITY X64/83 8PTS FEED BACK GOODS SUPY LINES 36-41..... VOL.CHANGE TO +187.2 SUPPLY DPT.28.32G... APPLY RATE 4C..... SUB-ZONAL AREA 73E20 CAPACITY CON.AT 97.8 FLOW 23INTERNALLY EXTRA FLOW X+47:-48. POSITION 20.4 INCR.. TO 21.6 BY 0231174.. ROUTE R27 DECR.TO -4 DISCONNECT CRANEWAYS 13N FROM 286 TO 397. [...] (CROMPTON 10, 1964 apud SADLER, 2005a, p. 21)

É possível decifrar o papel de Computer City como a cidade ou "sub-cidade" da programação responsável pelo correto funcionamento de Plug-In City: "Aumentar a capacidade de fluxo (8 pontos) [...] adicionar 3 unidades S22 a 7283 e 6284 [...] desconectar gruas 13N de 286 para 397 [...] remover 12.3.87 substituir com tipo C3" [11].

[10] Dennis Crompton, "Computer City". Archigram 5: metropolis (revista). Londres, nº 5, n/p., nov. 1964.
[11] "Increase flow capacity (8 points) ... Add 3 units S22 at 7 283 & 6284... Disconnect craneways 13N from 286 to 397 ... Remove 12.3.87 Replace with type C3". "Population change +12 ... Migration -10.8/11.2 ... Overall birth rate 1%".

O virtuosismo formal da megaestrutura de *Plug-in* se apresenta como metáfora dos sistemas de comunicação dos quais dependeria para funcionar; estes, por sua vez, foram ilustrados em *Computer City*, que, por sua vez, nos conduz obrigatoriamente a um novo nível de abstração da cidade: a sua própria programação. Gradativamente, a conveniência desta última passa a se mostrar mais relevante do que propriamente as estruturas físicas que a conformam. E Archigram já estava imerso nesse debate, uma vez que tinha conhecimento, por exemplo, de experimentos como os do também britânico Cedric Price, que colaborava com as especulações do grupo desde *Archigram 2*. Price, também arquiteto, e junto ao engenheiro de estruturas Frank Newby e o consultor de sistemas Gordon Pask, havia desenvolvido para a diretora de teatro Joan Littlewood o projeto para o *Fun Palace* (1961-65), um espaço destinado a abrigar múltiplos tipos de espetáculos e atividades, e a permitir a completa integração do público com os mesmos.

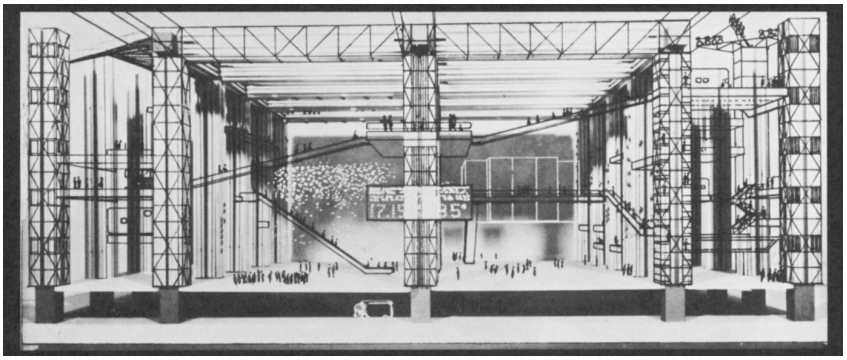


Figura 8 - Cedric Price, Frank Newby, Gordon Pask: Fun Palace, 1961-65. Vista interna.
Fonte: BANHAM, 1965, p. 14.

Concebido como um "envelope" gigante apropriado para abrigar as atividades do homo ludens, o Fun Palace também representava um tipo de luta formal, como a travada por Archigram em Living City; o próprio Price havia sido avesso à divulgação de perspectivas que ilustrassem qualquer aparência final do projeto. As únicas formas mais ou menos fixas das quais deveria depender seriam as das torres verticais provedoras de serviços, como sanitários e eletricidade.

Passada a euforia das experiências megaestruturais de *Archigram 4* e *Archigram 5* (ambas de 1964), o grupo passa, então, a desenhar cada vez menos edifícios [12]; e a explorar um número cada vez maior de questões envolvendo teorias de sistemas e automação, além de "situações" e dispositivos híbridos do tipo homem-máquina [13]. Conforme Cabral (2002, p. 295), os últimos projetos de Archigram compartilham uma influência comum a muitos dos movimentos contraculturais dos anos sessenta: os escritos de Marshall McLuhan – a idéia da formação de uma "aldeia global" (MCLUHAN, 1971), e da passagem de um arcaico paradigma mecânico-fragmentário a um novo paradigma elétrico-inclusivo.

[12] "Archigram abandonou rapidamente a solução megaestrutural 'hardware' exemplificada em Plug-in City, de modo que seu projeto declarado por volta de 1966 era o de ir 'para além da arquitetura', para um mundo do 'software' - puro serviço, redes de informação, transitoriedade. O projeto de 'molecularizar' o espaço, iniciado em Plug-in, foi transferido para um mundo imaginário de indivíduos livremente errantes e superequipados". (SADLER, 2005b, p. 67)

[13] Ver, por exemplo: Cushicle (1966-67), Suitaloon (1967-68), Instant City (1969-70), entre outros.

Noções como os *open ends* (“fins abertos”), do editorial de *Archigram 8* (1968), o “tapete mágico de Brunhilda” (*Magic carpet and Brunhilda’s magic ring of fire*, 1968), *The piped environment* (“ambiente canalizado”, 1968), *L.A.W.U.N. 1* (1969) e *L.A.W.U.N. 2* (1970), etc. desenvolvidos tardiamente por Archigram nada têm de arquitetura em sua acepção tradicional, e estão sintonizadas com muitas das premissas sugeridas pelo “mcluhanismo” e sua visão otimista em relação à progressiva apropriação da tecnologia pelo homem. Variam, em sua maioria, entre as escalas do corpo humano “*cyborg*” (como possibilidade de hibridização biológico-elétrica) às de ambientes controlados ciberneticamente pelo usuário.

4 Conclusão

Archigram manteve o intercâmbio entre os universos da arquitetura e da tecnologia como premissa de projeto, não apenas desenhando formas que remetessem a cápsulas lunares e computadores, mas, também, investindo o próprio projeto arquitetônico dos novos paradigmas informacionais e tecnológicos – e compartilhando um misto de otimismo tecnológico e agitação cultural, em pleno embalo da afluência econômica dos anos 1960.

Os desenhos de Plug-In City se apresentam no limite entre a representação de uma forma acabada e uma arquitetura dinâmica cujo resultado depende de uma programação paralela (o *software* de Computer City), sublinhando um mecanismo diagramático que, no limite, constitui a própria infraestrutura da cidade. Tais diagramas são representados pelas vias de comunicação e informação que comparecem em plantas, axonometrias e cortes elaborados com exaustão de detalhes – peças gráficas que, em determinados momentos, adquirem o próprio protagonismo da cidade projetada. Porquanto a arquitetura e o urbanismo sempre necessitaram (em maior ou menor medida ao longo da história) do esforço humano da abstração, cabe ressaltar aqui o papel destes diagramas e desenhos como ferramentas de prospecção arquitetônica, que constituem, ainda que com suas ambiguidades e limitações inerentes, pontos de partida para se interpretar vetores de transformação da realidade.

Agradecimentos

Agradeço: ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); a Luiz Recamán, Miguel Buzzar e Claudia Cabral; aos membros do grupo de pesquisa “Educação do Olhar”, da FAU/UFRJ, que acolheram generosamente a continuidade desta investigação.

Referências

____ . **NBR 6023**: informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

BANHAM, Reyner. A clip-on architecture. **Design Quarterly**, Minneapolis, n. 63, p. 2-30, 1965.

_____. **Megaestructuras:** futuro urbano del pasado reciente. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

_____. **Stocktaking**. Architectural Review. London, v. 127, n. 756, p. 93-100, fev. 1960.

CABRAL, Cláudia Piantá Costa. **Grupo Archigram, 1961-1974:** uma fábula da técnica. 2001. 305f. Tese (Doutorado) – ETSAB, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2002.

COOK, Peter et al. **Archigram**. New York: Praeger Publishers, 1973.

FERNANDES, Luiz Gustavo Sobral. Ensaio sobre dez decretos: uma reflexão sobre projeto e crítica. **Iniciação** – revista de iniciação científica, tecnológica e artística, v. 6, n. 2, p. 307-329, nov. 2016.

MCLUHAN, Marshall. **Os meios de comunicação como extensões do homem**. São Paulo: Cultrix, 1971.

PAZOS, Iván Moure. Arquitectura escrita: lecturas y relecturas sobre Le città invisibili de Italo Calvino. **Arbor**, 189-761, maio/jun. 2013.

RIBEIRO, Diego Mauro Muniz. Arquitetura radical em disputa: discussões sobre utopias entre o fim dos anos 1950 e início dos anos 1970. **Rev. UFMG**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1 e 2, p. 176-203, jan./dez. 2017.

SADLER, Simon. **Archigram:** architecture without architecture. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2005a.

_____. New Babylon versus Plug-in City. In: MACEL, Otakar; VAN SCHAIK, Martin (eds.). **Exit utopia**: architectural provocations 1956-76, Munich: Prestel, 2005b, p. 57-67.

SILVÉRIO NETO, Adriane. **Invenções de arquitetura:** uma análise de Instant City e Éden como propostas experimentais arquitetônicas. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, PPGAU. 157f.

ZARDINI, Mirko. Archéologues du numérique – quelques observations. In: LYNN, Greg (org.). **Archéologie du numérique**. Montréal/Berlin: CCA/Sternberg Press, 2013, p. 5-10.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

MATERIAL DIDÁTICO ADAPTADO NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins[1],
ANDRADE, Andrea Faria[2],
PASQUAL, Fernanda Dal[3]

Resumo

Com a inclusão de alunos com deficiência visual no ensino regular, a produção de materiais didáticos adaptados torna-se um fator de extrema importância para o ensino/aprendizagem. O presente trabalho tem como objetivo produzir um material didático tátil para a utilização nas aulas de Ciências em turmas regulares do ensino fundamental com alunos deficientes visuais inclusos. Após entrevistas e estudos teóricos, foram produzidos materiais didáticos por meio da modelagem 3D e da prototipagem rápida. Os testes iniciais apontam que os materiais desenvolvidos, auxiliam o professor e favorecem o processo de ensino-aprendizagem de pessoas com deficiência visual.

Palavras-chave: Deficiência Visual; Material Didático; Modelagem 3D; Prototipagem Rápida.

Abstract

With the inclusion of students with visual impairment in regular education, the production of adapted didactic materials becomes an extremely important factor for teaching / learning. The present work aims to produce a tactile didactic material for use in Science classes in regular classes of elementary school with visual deficient students included. After interviews and theoretical studies, didactic materials were produced through 3D modeling and rapid prototyping. The initial tests indicate that the materials developed, help the teacher and favor the teaching-learning process of people with visual impairment.

Keywords: Visual Deficiency, Didactic Material, 3D Modeling, Rapid Prototyping.

[1] Universidade Federal do Paraná, babi.eg@ufpr.br
[2] Universidade Federal do Paraná, afariandrade@gmail.com
[3] Universidade Federal do Paraná, feerdal30@gmail.com

1 Introdução

A sociedade vive em um mundo onde a visão é amplamente usada para a comunicação, a interação e o conhecimento. Sendo assim, essa questão é fortemente refletida no ensino. Para pessoas com deficiência visual, a busca por um ensino inclusivo ainda possui muitos pontos a serem melhorados.

Segundo Fernandes e Orrico (2011), a acessibilidade é a possibilidade da pessoa com deficiência utilizar com autonomia e segurança os espaços e os artefatos culturais. Neste sentido, a acessibilidade ao currículo é fundamental para o estudante com deficiência visual e um de seus canais de recepção é o tato.

"É importante que o significado das palavras e objetos, já estejam constituídos no pensamento do aluno cego e, para que isto ocorra, é necessário que o educando tenha um contato com o objeto concreto, desta forma, ele poderá construir seu pensamento" (FERNANDES et al., 2012).

Acessibilidade vai além de tornar os ambientes físicos aptos para pessoas com deficiência, no caso dos deficientes visuais, vai muito além, é uma palavra que abrange muitos sentidos, inclusive possibilitar e trazer condições para o conhecimento e satisfação pessoal dos seres humanos com essa limitação. Com isso, pode-se dizer que o conhecimento não precisa ser limitado a leitura, no caso do braile, mas também trazer meios táteis para a análise de imagens, assim como, o ensino de pessoas com visão normal, onde os materiais didáticos são cheios de ilustrações e demonstrações visuais.

Os alunos com deficiência visual, cegos ou com visão subnormal, compõe um grupo que necessita de alguns recursos didáticos e adaptações curriculares para que possam participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem. Apesar dos esforços realizados para a capacitação dos professores do ensino regular, a realidade educacional brasileira aponta lacunas e graves problemas no processo de inclusão de alunos com deficiências visuais. (OLIVEIRA, ROSA e OLIVEIRA, 2006)

O objetivo deste trabalho é criar um material didático tátil para a utilização nas aulas de Ciências em turmas regulares do ensino fundamental com alunos deficientes visuais inclusos. O conteúdo apontado pelos profissionais da educação responsáveis pela sala de recursos para o desenvolvimento deste trabalho foi Citologia. Após entrevistas e estudos teóricos, foram produzidos materiais didáticos através da modelagem 3D e da prototipagem rápida.

2 Revisão bibliográfica

2.1 A deficiência visual

A deficiência visual é o comprometimento parcial (de 40 a 60%) ou total da visão, não caracterizado pelas doenças de visão que podem ser corrigidas com lentes ou por meio de cirurgias. A deficiência visual é caracterizada por dois grupos de pessoas, nos quais são, incluídos os cegos e os de visão subnormal ou reduzida, com perda de percepção luminosa. "Um indivíduo é considerado com baixa visão quando apresenta desde a capacidade de perceber luminosidade até o grau em que a deficiência visual interfira ou limite seu desempenho" (JORGE, 2010).

Ainda para Jorge (2010), a escala oftalmológica que delimita o grupo de deficientes visuais, divide-se em duas, sendo elas: acuidade visual, que diz respeito à capacidade do olho

distinguir detalhes espaciais (identificar contornos e formas) e, campo visual, que é a área que o olho pode alcançar ao seu redor, ou seja, a noção espacial. Os portadores de deficiência visual podem nascer com problemas de visão ou adquirir durante a vida, independentemente da idade. Existe a cegueira congênita, que vem desde o nascimento, devido à má formação ou a alguma doença adquirida pela mãe na gestação e, à cegueira adquirida, onde a pessoa pode, como o nome já diz, adquirir a deficiência visual por meio de acidente ou causas orgânicas.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, atualmente, no mundo, existem 45 milhões de pessoas cegas e 135 milhões com baixa visão. No Brasil, conforme o Censo de 2010, existem mais de 35 milhões de pessoas com deficiência visual. Desse total, 506.377 são cegos, 5.056.533 têm grande dificuldade para enxergar e 29.211.482, têm algum tipo de dificuldade para enxergar (Medeiros *et al*., 2014, *apud* Sociedade Brasileira de Oftalmologia).

2.2 Produção de material didático adaptável para deficientes visuais

Segundo Sá, Campos e Silva (2007), os professores que têm estudantes com deficiência visual devem buscar estratégias e atividades pedagógicas que atendam às necessidades de todos e, de cada estudante em específico, possibilitando a interação entre eles. Os materiais didáticos podem auxiliar no ensino e na aprendizagem de estudantes com deficiência visual, uma vez que eles estimulam os sentidos remanescentes e também a relação deles com os colegas.

Ventura, Santos e César (2010), também defendem a importância da implementação de práticas de trabalho colaborativo. A interação entre os alunos normovisuais e com deficiência visual, será importante para ambos, pois necessitam adaptar suas formas de comunicação:

> O aluno dito normovisual sente a necessidade de comunicar oralmente o seu raciocínio e de explicar qualquer desenho ou esquema que pretenda realizar. Esta atitude torna-se, também, uma mais-valia para o aluno dito normovisual, já que lhe permite desenvolver a capacidade de comunicar matematicamente, de argumentar de forma sustentada, de organizar o raciocínio, bem como, lhe exige um grande domínio da terminologia específica desta disciplina. O aluno cego procura, também, explicar ao colega a forma como procura resolver a tarefa, já que esta não está, muitas vezes, acessível aos colegas restantes, que não dominam, com velocidade de leitura, a grafia Braile ou algumas das características dos materiais tecnológicos a que os cegos recorrem, em aula. Esta situação exige, por parte do aluno cego, também uma grande organização do raciocínio, já que este dificilmente pode se apoiar em esquemas ou desenhos, bastante rigor na utilização da terminologia matemática e capacidade de argumentação e de perceber, pela entoação do colega, pelos silêncios, se ele está a acompanhar a sua estratégia de resolução, ou não. (VENTURA; SANTOS; CÉSAR, 2010)

No trabalho de Aguiar *et al*. (2018a), foi desenvolvido um jogo de dominó, com a intenção de facilitar o ensino do conteúdo frações e também promover maior interação entre as crianças normovisuais (que não apresentam deficiência visual) e as com deficiência visual. Durante a fase de testes com o material, observou-se que a produção de material didático tátil favorece o processo de ensino-aprendizagem de pessoas com deficiência visual.

No trabalho de Aguiar *et al*. (2018b), foi criado um “mapa tátil” do Sistema Solar, atendendo as necessidades citadas por profissionais responsáveis pelas salas de recursos. A ideia do trabalho é possibilitar a análise de posição e diferenciação de tamanho dos pla-

netas em uma representação do Sistema Solar. O material foi desenvolvido para atender alunos com baixa visão, alunos com cegueira total e alunos normovisuais.

O trabalho de Monteiro (2018), apresentou uma pesquisa de símbolos com o objetivo de criar uma padronização nos mapas táteis para o ensino de Geografia, testes foram realizados com estudantes com deficiência visual, onde os símbolos pictóricos e abstratos puderam ser testados em ambiente escolar por meio de um mapa do Brasil e seu setor agropecuário. Os mapas foram produzidos a partir do processo de modelagem 3D e de prototipagem rápida, método que facilita a reprodução e a durabilidade do material.

Para Bastos (2011), o uso de recursos didáticos no ensino de células animal e vegetal apresenta suas vantagens, pois melhora a participação dos alunos aumentando o interesse pelo conteúdo e, a interação dentro de sala de aula, principalmente se o uso de maquetes for após uma aula expositiva, pois a conceituação deve ser feita antes da utilização ou elaboração do material.

A utilização de recursos didáticos é de grande importância para o desenvolvimento cognitivo da criança e, proporciona, ainda, ao aluno, a oportunidade de aprender realmente o conteúdo de determinada disciplina de modo mais efetivo (SOUZA, 2008, *apud* BASTOS, 2011, p.4).

3 Desenvolvimento do trabalho

Este trabalho faz parte do Projeto de Extensão Universitária, denominado “Produção de material didático para o processo de ensino-aprendizagem por meio do desenho universal.” O projeto conta com a participação de estudantes, de docentes e de pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, além da colaboração de entidades externas, como empresas e instituições de ensino ligadas e com necessidade de pesquisa e/ou produção de material didático para o ensino de pessoas com deficiência visual.

O presente trabalho foi dividido em quatro etapas, definidas a seguir: pesquisa para embasamento teórico e informativo, com coleta de dados; modelagem do conteúdo selecionado; impressão do modelo; e testes do material produzido.

Ao analisar os dados sobre a produção de material didático adaptável e definir possibilidades dentro do seguimento de linha de produção que envolve outros trabalhos também relacionados ao Projeto de Extensão do qual esse trabalho faz parte e, após entrevista com profissionais responsáveis pela sala de Recursos Multifuncionais da Escola Estadual Dom Pedro II, sobre a importância da produção de materiais didáticos adaptáveis dentro da disciplina de Ciências no ensino regular, verificou-se a necessidade da confecção de um material didático adaptado para o conteúdo de Biologia Celular e, dessa forma, facilitar a representação e a compreensão dos alunos com deficiência visual sobre o tema.

Surgiu, então, a ideia de possibilitar ao aluno com deficiência visual o contato direto com um material concreto para a representação de células no ensino-aprendizagem da Biologia Celular.

3.1 Célula animal

A célula é a unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos, sendo o mais baixo nível de organização biológica onde se manifestam todas as propriedades da vida. No século XX, a invenção do microscópio eletrônico com um poder de resolução de até 600.000 mil vezes, juntamente com os avanços da Bioquímica, Biofísica, Imunologia, Fisiologia e Genética,

contribuíram para um conhecimento bastante aprofundado de todos os processos celulares, bem como, sua estrutura interior e composição molecular (BRITO, 1999).

Segundo Maia (2016), a célula animal é constituída por uma Membrana Plasmática, um Citoplasma e um Núcleo. Elas também apresentam algumas Organelas, sendo elas a Mitocôndria, Retículo Endoplasmático Liso e Rugoso, Lisossomos e o Complexo de Golgi. A célula no todo possui inúmeros elementos, porém em sua representação mais simples e mais usada, esses são os elementos que a compõe, conforme indicado na Figura 1.

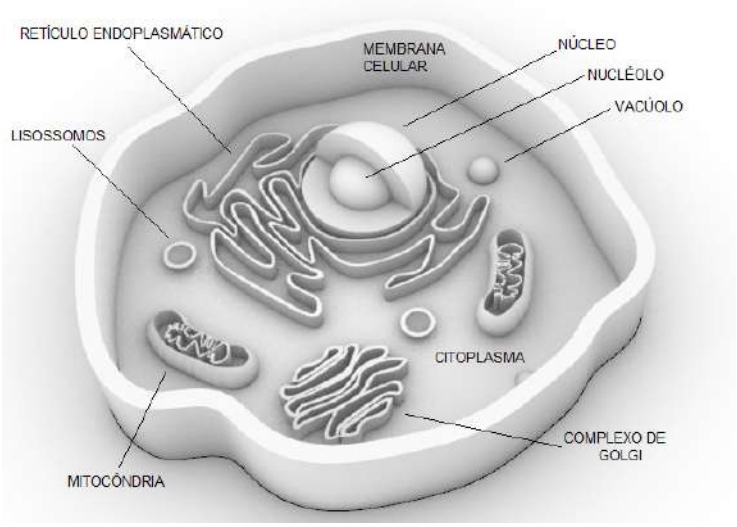


Figura 1 – Célula Animal
Fonte: Os autores (2018)

3.2 Modelagem 3D

Este tópico de desenvolvimento apresenta as principais informações sobre a produção do material didático, desde a criação de sua primeira ideia, de testes, de mudanças, até seu desenvolvimento final. A modelagem do conteúdo Biologia Celular foi desenvolvida em etapas, desde a sua ideia central, até o desenvolvimento do último protótipo. Isso se deu pois, no processo de modelagem, novos refinamentos tiveram que ser realizados e melhorados, até se chegar em seu modelo fiel para a impressão final.

O *Software* escolhido para a modelagem da célula animal foi o *Rhinoceros*. Ele é especializado em modelagem 3D e possui recursos que permitem a modelagem em três dimensões, desde as mais complexas formas orgânicas e geométricas, com extrema precisão e com o uso de *plug-ins* que permitem a renderização de imagens foto realistas.

Após um conjunto de testes iniciais, entrevistas com professores e com alunos e, algumas adaptações, foi definido que deveria ser confeccionada uma placa para ser utilizada como legenda e, uma impressão da célula, ambas separadas. Na confecção da placa, os elementos da célula foram posicionados verticalmente na lateral esquerda e, suas legendas, alinhadas logo à direita do elemento. Para facilitar a relação dos elementos internos da célula com os elementos adicionados à placa, cada elemento da célula foi copiado em escala reduzida para que os elementos estivessem ao lado do seu nome em Braile. A escrita do nome dos elementos em alfabeto tradicional em baixo relevo também foi adicionada à placa, pois o material didático produzido neste trabalho, deve servir de apoio para todos os estudantes

(com baixa visão, com cegueira total e normovisuais). Na Figura 2, pode ser observada a modelagem da placa (legenda).

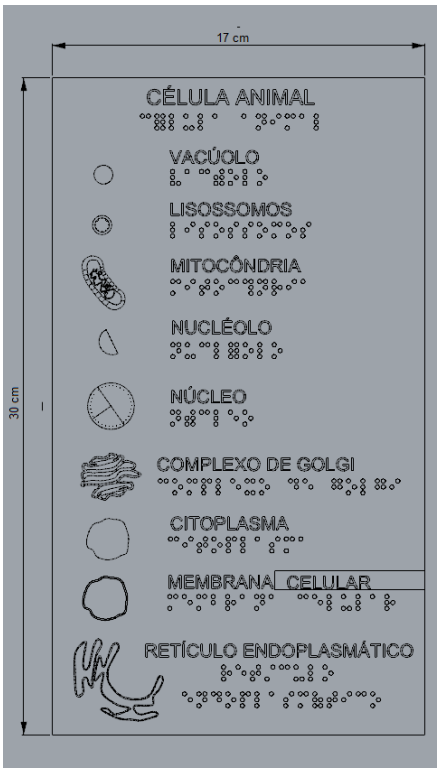


Figura 2 – Modelagem da Legenda
Fonte: Os autores (2018)

Na Figura 3, pode-se observar a modelagem da legenda em perspectiva.

Figura 3 – Legenda em Perspectiva
Fonte: Os autores (2018)

Na Figura 4, podem ser observadas as medidas da modelagem da célula (imagem da esquerda) e a célula em perspectiva (imagem da direita).

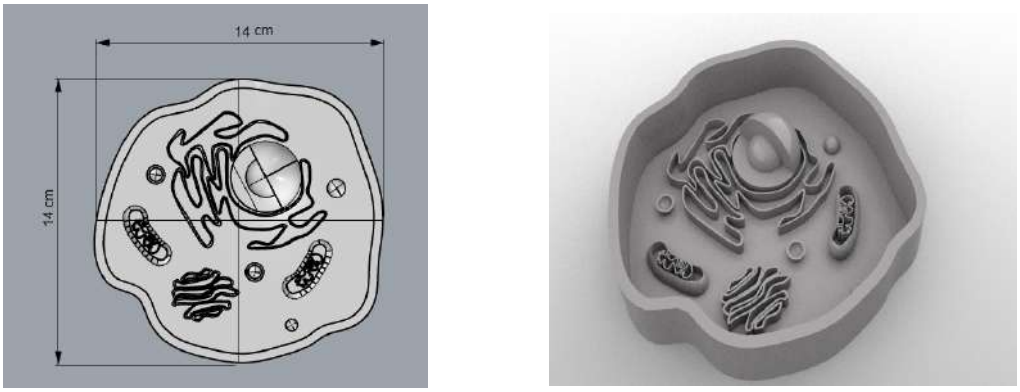


Figura 4 – Célula
Fonte: Os autores (2018)

3.3 Prototipagem

Após a conclusão da modelagem, inicia-se a etapa da prototipagem rápida, onde o que foi modelado, será impresso, transformando a modelagem 3D em objetos físicos táteis e de possível acesso aos alunos com deficiência visual.

A impressão foi realizada na Impressora 3D *Cloner*, no Laboratório de Modelagem e Prototipagem (LAMP) da UFPR. A impressora 3D *Cloner* utiliza a tecnologia de fabricação aditiva conhecida como FDM (Fusão e Deposição de Material). A fabricação usa como matéria prima um rolo de filamento de termoplástico que é aquecido em um bico de extrusão. O material é extrudado sobre uma base em posições determinadas pelo *software* da impressora. Então o que foi modelado torna-se um objeto em várias camadas horizontais sobrepostas. Dentre as tecnologias de impressão 3D, a fabricação aditiva é a que apresenta o melhor custo/benefício. O material do filamento para impressão utilizado foi o PLA (Poliácido Láctico).

3.4 Testes do material produzido

O material foi apresentado aos estudantes e aos professores e, após, foi realizada uma análise/teste de seu funcionamento e dos benefícios que ele poderia trazer ao processo de ensino-aprendizagem.

Os participantes dos testes são alunos com deficiência visual, de ensino fundamental e médio, com média de idade de 13 a 18 anos. Com o acompanhamento dos professores responsáveis, os alunos fizeram a análise do material individualmente, enquanto iam, simultaneamente, respondendo perguntas por meio de um questionário, elaborado previamente. Ao todo, 5 alunos e 2 professores participaram dos testes.

A Tabela 1 apresenta algumas informações sobre os alunos participantes dos testes.

Tabela 1 – Dados dos Estudantes Participantes

Aluno	Idade (anos)	Série	Condição
1	13	8º Ano	Baixa Visão
2	16	7º Ano	Baixa Visão
3	18	3º Ensino Médio	Baixa Visão
4	18	Ensino Superior	Cegueira Total
5	18	Ensino Superior	Cegueira Total

Fonte: Os autores.

As perguntas aplicadas nos testes foram separadas em duas fases. Na primeira fase, as perguntas eram sobre a identificação do material, ou seja, se as palavras em Braile estavam legíveis, se era possível identificar a diferença no formato dos elementos dispostos na célula e, se conforme a relação da legenda com os componentes dentro da célula, eles conseguiriam identificar cada um deles.

Na segunda fase, o questionário procurava saber sobre a importância do material no ensino-aprendizagem. Onde as perguntas foram:

- Você achou que este material te ajudou para um maior entendimento de como é composta e representada uma célula?
- Você acha que este material agrega no ensino-aprendizagem de Biologia Celular na disciplina de Ciências?

Na Figura 5, pode-se observar um dos testes realizados.

Figura 5 – Teste do Material
Fonte: Os autores (2018)

Um dos problemas citados durante a execução dos testes, foi o problema na impressão em Braille, que se torna, em alguns casos, áspero. Porém de um modo geral, não atrapalhou no entendimento da leitura do conteúdo, apenas de acordo com os alunos entrevistados, não fica tão confortável para a leitura, podendo ser reparado de alguma forma, posteriormente.

De modo geral, as respostas da entrevista dos alunos participantes dos testes foram positivas, podendo, com pequenos ajustes, fazer uso do material produzido como um material de apoio, facilitando o ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual.

Além dos alunos, os professores responsáveis ofereceram opiniões sobre a produção dos materiais, apontando alguns elementos a serem melhorados para trabalhos futuros. Uma ideia apontada é a mudança de cor da placa de legenda para a cor branca, para que possibilite que as palavras escritas em baixo relevo possam ser pintadas com uma cor escura, como preto, por exemplo, possibilitando assim, o estudo da legenda, não somente para quem entenda Braille, mas também para alunos com baixa visão. Dentro dessa mesma

visão do uso das cores, surgiu a ideia de pintar cada elemento da célula de uma cor, assim como é feita na representação da imagem em livros didáticos, tornando assim, o material mais interativo.

4 Conclusão

Conforme as experiências vivenciadas ao longo desse trabalho, notou-se que a utilização de materiais didáticos adaptáveis contribui significativamente no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual, possibilitando um contato direto dos estudantes com materiais concretos e proporcionando análises de representações de imagens, que antes ficavam apenas na imaginação.

Com o desenvolvimento do trabalho, foi possível perceber que a modelagem 3D e a prototipagem rápida são fortes aliados na produção de materiais didáticos táteis. Possuem diversas possibilidades de criação de formas e flexibilidade no momento de efetuar alterações. Também são vantajosas pela durabilidade do material produzido e, pela capacidade de através de um único modelo, fazer a produção em larga escala.

Trabalhos como esse, abrem caminhos para a busca de parcerias para a produção de materiais didáticos adaptados em diversas áreas do conhecimento, possibilitando uma infinidade de conteúdos que podem ser modelados e prototipados, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual.

Agradecimentos

Agradecemos aos alunos com deficiência visual por participarem dos testes e por suas contribuições para a melhoria deste trabalho. Às pessoas ligadas e responsáveis ao LAMP, aos profissionais do Instituto Paranaense de Cegos e da Escola Dom Pedro II, que possibilitaram colocar em prática este projeto e, ofereceram seus conhecimentos para a melhoria dele.

Referências

AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins; ANDRADE, Andrea Faria; AGUIAR, Giancarlo de França; CODEN, Quelen Silveira (a) ***Production of Didactic Material for the Visually Impaired in Mathematics Teaching.*** In: 4º CONGRESSO INTERNACIONAL MULTIDISCIPLINAR PHI 2018: MODERNIDADE: FRONTEIRAS E REVOLUÇÕES, 2018, Ponta Delgada - S. Miguel, Açores, Modernity, Frontiers and Revolutions, p. 221-226, 2018.

AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins; ANDRADE, Andrea Faria; AGUIAR, Giancarlo de França; CODEN, Quelen Silveira (b) ***Production of Didactic Material for Visually Impaired Children in Science Teaching.*** In: 4º CONGRESSO INTERNACIONAL MULTIDISCIPLINAR PHI 2018: MODERNIDADE: FRONTEIRAS E REVOLUÇÕES, 2018, Ponta Delgada - S. Miguel, Açores, Modernity, Frontiers and Revolutions, 2018. p. 215-220.

BASTOS, Keine Maria de; FARIA, Joana Cristina Neves de Menezes. **Aplicação de modelos didáticos para abordagem da célula animal e vegetal, um estudo de caso**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.13, p. 1867, 2011.

BRITO, Elias Avancine, et. al. **Biologia**: volume único. 1. ed. São Paulo: Moderna, 1999.

FERNANDES, Edicléa; ORRICO, Helio. **Acessibilidade e inclusão social.** Rio de Janeiro: Deescubra. 2011.

FERNANDES, Edicleia Mascarenhas; ANDRADE, Cristiano Cezar dos Santos; SOUZA, Simone Caires. **Estratégias Pedagógicas Tutoriais para Acompanhamento de Alunos com Deficiência Visual do Consórcio CEDERJ**. Anais do III Seminário sobre Inclusão no Ensino Superior O estudante cego e surdo-cego (SIES). UEL, 2012.

JORGE, Viviane. **Recursos didáticos no Ensino de Ciências para alunos com deficiência visual no Instituto Benjamin Constant**. Rio de Janeiro. p 1-34, 2010.

MAIA, Sheila Fernandes Tavares. **A Contribuição do Software Educacional Céllula no Conteúdo de Citologia na 1ª** Série do Ensino Médio a Luz da Teoria da Aprendizagem Significativa. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Roraima, MPEC, Boa Vista, 2016.

MEDEIROS, Ivan Luiz de; Pupo, Regiane; Kegler, Alexandre José Muller; Braviano, Gilson. **Prototipagem Rápida e Design de Produto Assistivo**. 11º P&D Design, Blucher Design Proceedings, n. 4, v. 1, Nov. 2014.

MONTEIRO, Caroline. **Cartográfia** tátil utilizando a prototipagem rápida: um estudo sobre a padronização de símbolos para o mapeamento temático no ensino da geografia. UFPR, Curitiba: 2018.

OLIVEIRA, A.M.; ROSA, A. C.; OLIVEIRA, F. I. W. **A Inclusão de alunos deficientes Visuais na rede pública de Marília: algumas experiências na educação infantil, no ensino fundamental e médio**. In: Jornada de Educação Especial, 2006, Marília. Anais da Jornada de Educação Especial, 2006.

SÁ, Elizabet Dias de; CAMPOS, Izilda. Maria; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. **Atendimento educacional especializado: deficiência visual.** SEESP / SEED / MEC Brasília, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aee_dv.pdf>. Acesso em: 10 set. 2016.

VENTURA, C.; SANTOS, N.; CÉSAR, M. **Comunicar sem ver: um estudo sobre formas de comunicação com alunos cegos em aulas de matemática.** 2010. Disponível em: <http://spiem.pt/DOCS/ATAS_ENCONTROS/2010/2010_07_CVentura.pdf>. Acesso em 10 dez.2017**.**

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A PROTOTIPAGEM NA PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL NO ENSINO DE DESENHO

AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins[1],
ANDRADE, Andrea Faria[2],
GARCIA, Gabriela Rodriguez[3]

Resumo

A educação inclusiva busca, por meios de leis e conceitos, garantir que pessoas com necessidades especiais tenham as mesmas oportunidades que os demais na sociedade. O objetivo deste trabalho é descrever a criação de um material didático tátil que possa ser utilizado no ensino de formas geométricas básicas a crianças com deficiência visual, desde o aprendizado de polígonos e criação de imagem mental, até a produção gráfica de desenhos. O material produzido foi testado em instituições de ensino com alunos deficientes visuais inclusos, a partir da coleta de dados e entrevistas, foram produzidas peças físicas utilizando modelagem e impressão 3D. Os resultados iniciais mostram que o material desenvolvido neste trabalho pode ser utilizado para o ensino de desenho, contribuindo para o ensino e aprendizagem dos estudantes com deficiência visual.

Palavras-chave: Desenho; Material Didático; Deficiência Visual; Modelagem; Impressão 3D.

Abstract

Inclusive education seeks by means of laws and concepts to ensure that people have access to the same opportunities as others in society. The objective of this work is to describe the creation of a didactic material that can be used to teach basic geometric forms of children with visual impairment, from learning polygons and creating mental images, to a graphic production of drawings. The elaborated material was tested in educational institutions based on visual plans included, from data collection and interviews, using 3D modeling and printing. The initial results show that the material developed for this work can be used for teaching design, contributing to the teaching and learning of students with visual impairment.

Keywords: Drawing; Courseware; Visual Impairment; Modeling; 3D printing.

[1] Universidade Federal do Paraná, babi.eg@ufpr.br
[2]Universidade Federal do Paraná, afariandrade@gmail.com
[3] Universidade Federal do Paraná, garcia97gabi@hotmail.com

1 Introdução

Segundo Lima e Fernandes (2012) a visão, como um dos cinco sentidos do ser humano é entre todos o que se mostra mais dominante. Dentro de todo um conceito cultural e histórico, os humanos sempre buscaram estímulos visuais para se expressar, transmitir informações, recordar-se de algo, desde as pinturas rupestres, quadros artísticos, livros, jornais, televisão, a fotografia, a gravura e outros métodos bidimensionais buscam “agradar aos olhos”. A audição aparece em segundo plano em importância, mas até mesmo nas escolas grande parte dos estímulos continua sendo visual, o quadro negro, o projetor, mapas, gravuras, vídeos, necessitam da visão para transmitir sua informação.

Atualmente a tecnologia vem trazendo novas formas de livros, que podem ser utilizadas no ensino, como *audiobook*s, tradutores em áudio, o sistema Braille e até mesmo a internet hoje possui uma infinidade de recursos e aplicativos para transformar palavras em sons e reproduzi-los, facilitando assim o entendimento de pessoas com deficiência visual.

De acordo com Tiballi (2003), a educação inclusiva busca, por diversos meios, dissolver as barreiras criadas pela deficiência do indivíduo na área do ensino e aprendizagem, suprindo suas necessidades de modo a não haver prejuízo para pessoas com deficiência. Entre os métodos previstos nos conceitos da educação inclusiva estão à modificação no modo de ensino, diferentes formas de avaliação e diferentes métodos de comunicação.

O objetivo deste trabalho é descrever a criação de um material didático tátil, que possa ser aplicado no ensino de formas geométricas básicas a crianças com deficiência visual total ou parcial. Este material pode ser utilizado na disciplina de Artes do ensino-fundamental e utilizar de modelagem 3D e prototipagem rápida para sua confecção.

2 Revisão bibliográfica

2.1 Deficiência Visual

A deficiência visual pode ser uma condição presente na vida do indivíduo desde seu nascimento, sendo assim considerada como cegueira congênita, ou se apresentar ao longo da vida, sendo causada por acidentes ou doenças degenerativas (SOUZA, 2008).

Dentro dessas classificações ainda existe a pessoa deficiente visual total, descrito como DVT, que não responde a nenhum estímulo visual e a pessoa deficiente visual parcial, DVP. Grande parte dos DVP são considerados cegos, mas conseguem perceber vultos, cores ou variações de claridade e, dependendo do nível da deficiência, até conseguem distinguir formas. Sendo assim são considerados portadores de deficiência visual todos aqueles que possuem falta de percepção visual, nas mais diversas escalas e para suprir as necessidades dessas pessoas foram criadas diversas políticas públicas, leis, normas, métodos de inclusão, formas de comunicação, como o Braille, o Desenho Universal, Educação Inclusiva, descritos neste trabalho.

2.2 Educação Inclusiva

A educação inclusiva tem como prioridade a igualdade na educação, agindo como um movimento político, social e educacional. Tentando acabar com a ideia de que o ensino deve ser

igual para todas as pessoas, buscando nas diferenças e individualidades dos alunos formas de fundamentar uma mudança no ensino para que todos tenham oportunidade de instrução para uma vida autônoma e independente apesar de suas limitações. Para isso busca-se uma reforma na grade curricular e nas formas avaliativas utilizadas, o que só seria possível com implementação da instrução dos docentes. O objetivo da educação inclusiva fica bem evidente no texto de Nunes e Madureira.

> A educação inclusiva enquanto meta a atingir na sociedade atual constitui assim um movimento político, social e educacional que preconiza o direito de todos os indivíduos a acederem, participarem e contribuírem de forma ativa na sociedade, bem como o direito de serem aceitos e respeitados, independentemente das diferenças que revelem. (NUNES, MADUREIRA, 2015)

Várias instituições buscam meios de garantir o direito de instrução adequada a todos, reforçando a importância da educação em todos os estágios, desde o ensino fundamental até o superior, pois seu propósito é não apenas alfabetizar os alunos, mas também prepará-los para o mercado de trabalho.

Segundo Sekkel e Casco (2011), o maior paradoxo da educação inclusiva começa quando falamos de educação especial[4], pois quando ela é voltada apenas para os estudantes com necessidades especiais ocorre à exclusão desses alunos do ensino regular, porém em contra partida, quando falamos da educação inclusiva procura-se instruir todos com foco no público-alvo com individualidades, mas ao mesmo tempo formar todos igualmente de forma que isso ignore suas diferenças e potenciais específicos.

Ambos os termos têm problemas na sua execução, pois em algum momento não são consideradas algumas das partes, seja os alunos sem necessidades especiais como na educação especial, ou seja, as divergências entre os alunos ao chegarem a sua formação final. A inclusão tem como objetivo tornar as diferenças e individualidades, muitas vezes consideradas como obstáculos, em potenciais dos estudantes e, não tentar erradicá-las.

2.3 Ensino de desenho para pessoas com deficiência visual

A educação de crianças com deficiência visual deve conter conteúdos de desenho, pela importância dessa disciplina no desenvolvimento da criança e a criação da imagem mental, responsável pelo entendimento do objeto unindo a forma bidimensional das faces e gerando a forma total e tridimensional de uma forma, por exemplo. E graças à informação gerada pela imagem mental, é possível o entendimento e reprodução do desenho por pessoas com deficiência visual, o que deve ser verificado e provado.

> O desenho permite ao cego congênito expressar-se, entender sua composição e esclarecer aos videntes como representar objetos tocados através do tato. Para a pessoa cega, nem todas as informações podem ser traduzidas de forma verbal ou transcritas pelo sistema Braille. Por isso, incentiva-se o ensino do desenho e da Geometria para as pessoas cegas, inicialmente através da estimulação tátil, a orientação motora e o fortalecimento do traçado. (SILVA, ULBRICHT, KUNTZ, 2015. p. 223)

[4] A Educação Especial é o ramo da Educação que se ocupa do atendimento e da educação de pessoas com deficiência, preferencialmente em escolas regulares, ou em ambientes especializados tais como escolas para surdos, escolas para cegos ou escolas para atender pessoas com deficiência intelectual.

O desenho deveria ser um meio utilizado para o entendimento entre cegos e videntes. Poderia ser apresentado e ensinado desde a infância para crianças com deficiência visual para melhorar o desenvolvimento da criança e também como possível área de atuação. A falta de materiais voltados para os estudantes com necessidades especiais é o principal obstáculo que impede a inclusão do conteúdo de desenho no aprendizado de portadores de deficiência visual (MORAIS, 2011).

As maiores barreiras no ensino de desenho para pessoas com deficiência visual, de acordo com Silva, Ulbricht e Kunts (2015) são: o conceito antecipado que o cego é incapaz de fazer algo; a comparação pejorativa entre os resultados de uma pessoa vidente e outra não vidente; e a depreciação das capacidades do DV.

Uma das maiores dificuldades das pessoas com deficiência visual, principalmente os cegos de nascença, é entender a passagem do desenho tridimensional para o bidimensional, simplesmente a transposição das duas formas de representação para alguém sem estímulo visual já é algo complicado, agora quando se fala em crianças que ainda estão com o senso de interpretação e entendimento em formação, isso se torna algo mais complexo ainda (MORAIS, 2011).

> Desde pequenas as crianças que enxergam rabiscam a folha em busca das formas que observam nos objetos, de figuras ou de imagens feitas por outras crianças ou por adultos. No entanto, no caso de uma pessoa cega, para que ela compreenda, por exemplo, que uma bola é representada por uma linha contínua, precisa compreender o processo que envolve a transposição de uma forma tridimensional para a bidimensionalidade. Além disso, para que ela consiga perceber o que está grafado, é necessário que os materiais que utiliza para desenhar deixem algum tipo de registro tátil. (MORAIS, 2011. p. 24)

No trabalho de Morais (2011), foram utilizados arames moldados em formato de borboleta e barbantes colados em uma folha de papel seguindo o contorno de uma borboleta. Assim os alunos conseguiram identificar a forma de seus contornos através do tato do relevo dos barbantes.

Morais (2011, p. 27) também cita a significativa importância que o aprendizado de desenho teve no entendimento de atividades de leitura e maquetes táteis por parte dos alunos deficientes visuais, principalmente os que já nasceram com a deficiência. E relata como a maior dificuldade, a falta de padronização nos instrumentos desta área, pois parte dos materiais existentes para o ensino de desenho e conteúdo visual surgiu de improvisação de outros materiais por parte dos professores, sendo assim cada professor encontra meios diferentes para o ensino desta disciplina.

3 Metodologia

A metodologia presente neste trabalho é baseada em um método de pesquisa qualitativa, por meio de entrevista semiestruturada a docentes responsáveis por turmas de ensino regular com alunos deficientes visuais matriculados. Este método foi escolhido pela dificuldade de se quantificar o conteúdo, pois busca-se unir a maior quantidade de informações e avaliações sobre as dificuldades e facilidades do produto, a fim de melhorá-lo até satisfazer da melhor forma as necessidades dos usuários. A metodologia pode ser simplificada como o esquema presente na Figura 1 abaixo.

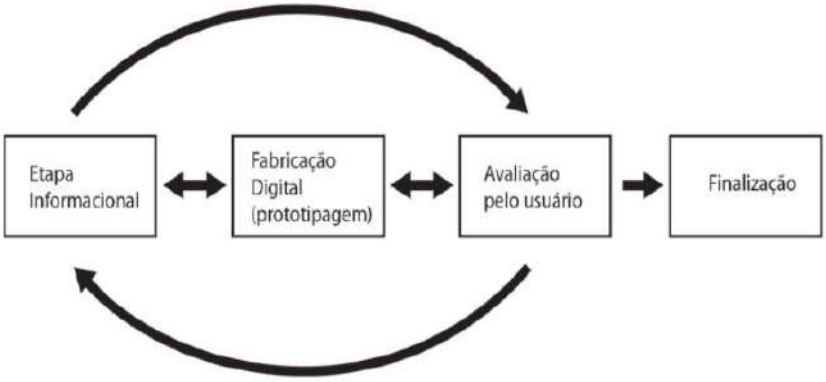


Figura1- Metodologia para a Elaboração de Material Didático Tátil
Fonte: Camargo, (2009)

Camargo (2009) se baseia na abordagem metodológica chamada de "inspiração fenomenológica", a análise se dá a partir de três etapas: a pré-análise, a exploração do material junto do tratamento dos resultados e, por último, a interferência e interpretação.

Na etapa inicial as ideias são organizadas e sistematizadas de forma coerente formando o plano de desenvolvimento de ações, fazendo uma codificação das informações, onde são transformadas em objetivos a serem executados pelo projeto. Neste trabalho essa etapa foi executada com a escolha da Escola Estadual Dom Pedro II e do Instituto Paranaense de Cegos, contando com o contato com os docentes responsáveis, visitas as instituições de ensino, entrevistas tanto com os alunos quanto com as professoras e observação de aulas com o conteúdo de desenho. Aliada a pesquisa sobre o tema e união de informações sobre métodos de prototipagem.

Na segunda etapa, denominada de exploração do material e tratamento dos resultados, todas as informações são avaliadas e a partir delas é possível definir um ou dois modelos de produto final e sua forma de execução. Pretende-se nesta fase a definição da forma de prototipagem mais adequada para a confecção do modelo em 3D para o ensino de desenho para pessoas com deficiência visual, o local ou empresa utilizada para utilização de maquinário e, o software mais adequado para a modelagem. Partindo para a execução, nesta etapa também são previstos os testes das técnicas e, em caso de falha, possível troca de técnica para a prototipagem ou modelagem.

Na última etapa, inferência e interpretação, os dados são apresentados e testados, avaliados e os resultados registrados, sendo possível correção de erros ou melhorias. Neste projeto o modelo do material didático foi testado com os alunos com deficiência visual e a partir da avaliação dos próprios alunos, o trabalho pode sofrer mudanças no modelo tridimensional para reformulação de algum detalhe ou forma afim de um melhor entendimento dos usuários. A avaliação da professora responsável pela turma também terá grande peso na reformulação de ideias e nas considerações de resultados finais do projeto.

3.1 Conteúdo selecionado

A Fabricação Digital foi o método escolhido para executar o projeto proposto neste trabalho, após a coleta de informações realizada com o auxílio de professores de Artes que trabalham com alunos deficientes visuais, foi identificado um conteúdo com possibilidade de criação de material didático adaptado para os usuários com deficiência visual. O conteúdo escolhido

foi o ensino de formas básicas, presente nas aulas de Artes do ensino regular e, considerado de grande importância, para o aprendizado e identificação de formas e imagens de acordo com professores responsáveis pela disciplina de Artes do Instituto Paranaense de Cegos. Dentro desse tema foi escolhido o desenho das formas geométricas regulares: quadrado e triângulo, mas é possível a reprodução de quaisquer formas seguindo os mesmos passos, parâmetros e técnicas descritos neste trabalho.

Após entrevista com os professores, foi possível notar a dificuldade na transmissão das etapas de desenho para os alunos com deficiência visual e, pensando neste problema, iniciou-se o projeto de um material didático em 3D, feito a partir de modelagem tridimensional, que pudesse ser impresso em 3D e que contivesse as informações necessárias para que os alunos pudessem através do tato reconhecer os passos necessários para a composição do desenho. Para o ensino das formas, primeiramente, é necessário seguir as etapas de construção da forma, iniciando pelo conceito do ponto, em seguida a aresta que é formada a partir da ligação entre dois pontos e a forma com a união de três ou mais arestas.

3.2 Modelagem e Prototipagem do material

Para a modelagem do material didático foi usado o software *SolidWorks* pela facilidade de alteração do projeto com os esboços, desenhos iniciais feitos em 2D, em que se aplicam ferramentas do programa capazes de transforma-lo em um sólido tridimensional.

Para a produção da peça de representação do quadrado foram feitas as etapas necessárias para o desenho de um quadrado, sendo um total de sete etapas, cinco delas com a representação dos pontos presentes nas arestas, uma com o contorno da forma e outro com a face plana do quadrado e por último o Braille com a palavra ‘quadrado’, como mostra a Figura 2.

Para a produção da peça de representação do triângulo, foram utilizados os mesmos parâmetros que a peça anterior. A peça possui sete fases, cada uma com a representação do triângulo em uma etapa de desenvolvimento (Figura 3).

Depois das peças modeladas e finalizadas, Figuras 2 e 3, ambas foram exportadas em formato STL (*Standard Triangle Language*), formato necessário para a leitura do modelo pelo software escolhido para a geração do *gcode*, código de coordenadas e ações executadas pela impressora 3D para a produção do modelo físico.

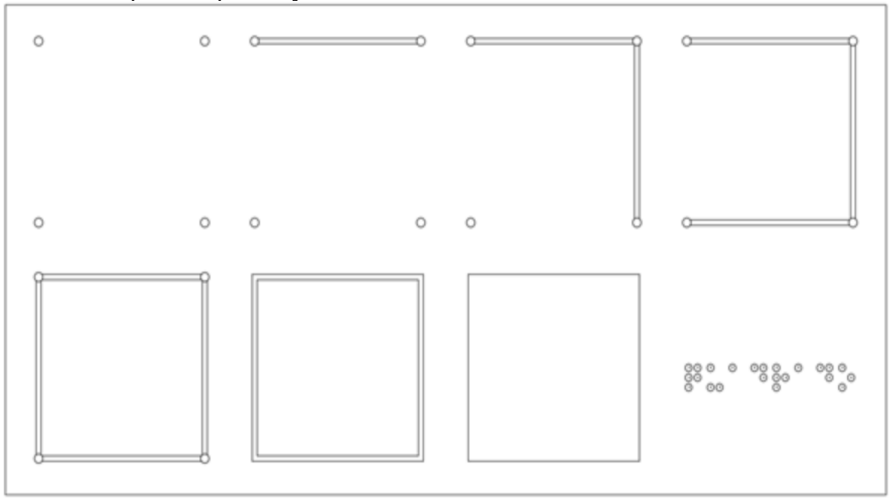


Figura 2 – Vista Superior da Modelagem (Quadrado)
Fonte: Os autores (2018)

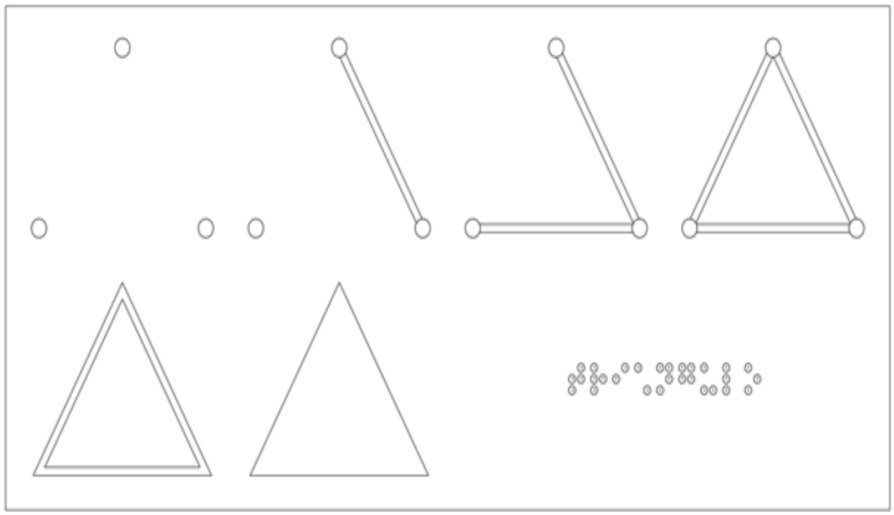


Figura 3 – Vista Superior da Modelagem (Triângulo)
Fonte: Os autores (2018)

A impressão dos modelos desenvolvidos foi realizada no LAMP – Laboratório de Modelagem e Prototipagem da UFPR, localizado no setor de ciências exatas. A impressora 3D escolhida foi a 3D *Cloner* DH.

A impressão da primeira placa, de representação do quadrado, por ser maior, teve um tempo de impressão maior que a segunda placa referente ao triângulo, além de ser mais leve e consequentemente mais barata como ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Dados do Material Impresso

Placa	**Tempo de impressão**	**Peso (gramas)**	**Custo (reais)**
Quadrado	4 horas e 17 minutos	68,59	R$8,23
Triângulo	3 horas e 40 minutos	61,03	R$7,32

Fonte: Os autores (2018)

Ambas as peças necessitaram de acabamento tanto para a retirada da base de sustentação feita para melhor fixação da impressão na mesa da impressora, quanto para a retirada de rebarbas e pequenos defeitos feitos pela máquina que, apesar de sua precisão, não produz peças perfeitas.

Após o polimento rápido com lixa, principalmente para suavizar as arestas e pontas um pouco agressivas ao toque, as peças estavam finalizadas (Figuras 4 e 5) e prontas para o teste com os alunos deficientes visuais.

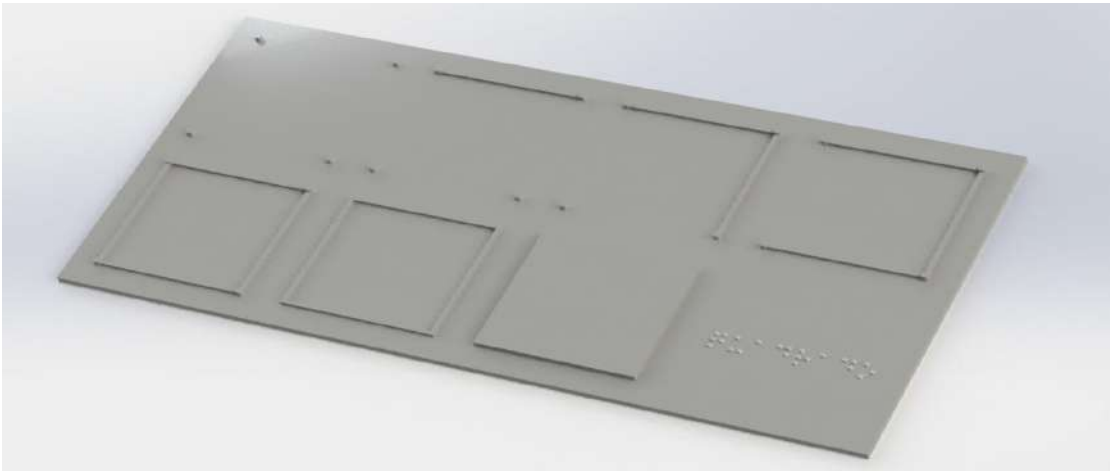


Figura 4 – Placa Impressa (Quadrado)
Fonte: Os autores (2018)

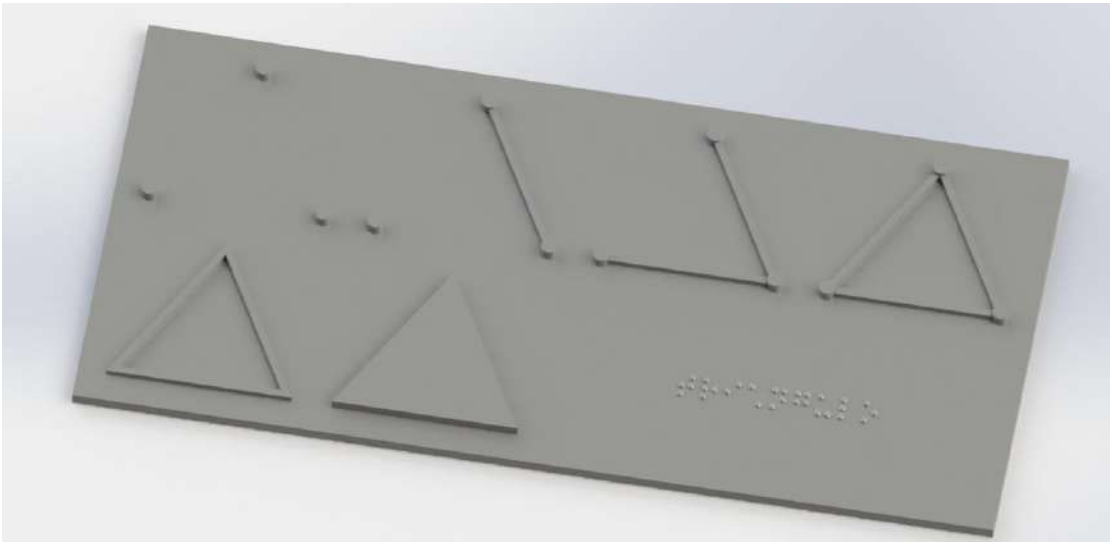


Figura 5 – Placa Impressa (Triângulo)
Fonte: Os autores (2018)

3.3 Testes com o material

Os usuários selecionados para a avaliação do material didático necessitavam ser alunos com deficiência visual, seja ela total ou parcial. Para uma avaliação mais eficiente, foi necessário testar o material com cegos congênitos ou que não aprenderam sobre formas geométricas ou desenho a partir de estimulo visual. Sendo assim os alunos selecionados para avaliar o material deveriam ter idade superior a 5 anos, e já terem passado pelo primeiro ciclo do ensino fundamental (1° ao 5° ano), pois esse é o período curricular em que as crianças tem o primeiro contato com a disciplina de Artes e aprendem sobre as formas de desenho e ilustração, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do MEC. Também foram considerados como usuários os professores que ministram aulas de artes, pois podem orientar os ensinamentos propostos para seus alunos através do uso do material didático proposto neste trabalho.

O Quadro 2 apresenta algumas das informações sobre os alunos participantes dos testes.

Quadro 2 - Dados dos Estudantes Participantes do Projeto

Aluno	Idade (anos)	Série	Condição
1	13	7º Ano	Baixa Visão
2	16	8º Ano	Baixa Visão
3	18	9º Ano	Baixa Visão
4	18	2º Ensino Médio	Cegueira Total

Fonte: Os autores (2018)

Primeiramente, em visita ao Instituto Paranaense de Cegos, o material foi avaliado por professores da instituição, entre eles um professor portador de deficiência visual, sendo constatado que o Braille feito na impressora 3D necessita de acabamento com lixa, pois para a leitura das palavras, o dedo do usuário precisará deslizar sobre os pontos e, muitas vezes, a impressora 3D faz picos pontiagudos que dificultam a leitura.

Durante a execução dos testes, os alunos relataram que não apresentaram dificuldades para o entendimento do material. Conseguiram compreender as formas e fizeram a identificação das fases de construção das formas apresentadas, passando pela fase dos pontos, arestas e face da forma.

A professora de Artes também ressaltou a possibilidade de tornar o material confeccionado neste trabalho mais interativo, para que dentro de sala de aula, o instrutor tenha mais possibilidades de estimular seus alunos fazendo uso deste conteúdo. Na Figura 6, pode-se observar um dos testes realizados.

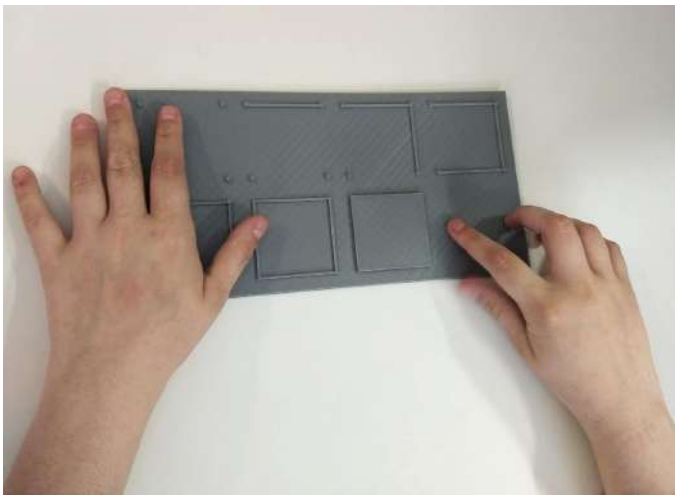


Figura 6 – Teste do Material
Fonte: Os autores (2018)

4 Conclusão

A prototipagem rápida, assim como os métodos de fabricação digital, tem grande potencial para a produção de materiais didáticos adaptáveis, tanto pela flexibilidade na criação e alteração dos modelos tridimensionais, quanto na praticidade e versatilidade na reprodução do produto final utilizando a técnica de impressão 3D, como relata este trabalho.

No contexto educacional, por mais que projetos como este beneficiem os alunos com deficiência visual, ainda são necessárias novas políticas públicas que busquem a inclusão de pessoas com necessidades especiais na educação brasileira. Na educação de deficientes

visuais algumas disciplinas são esquecidas e não recebem a devida importância, como é o caso da disciplina de Artes e os demais conteúdos que tem sua transmissão de conhecimento baseada principalmente em estímulos visuais.

Este trabalho buscou por meio de estudo teórico, análises e avaliações presenciais, embasamento para a criação de um material que atenda as necessidades não só dos alunos deficientes visuais, mas também de seus docentes, transmitindo de forma prática, clara e interativa os conteúdos básicos de desenho sem o estímulo visual.

Com este trabalho foram apresentados também o progresso do uso da impressora 3D na produção de materiais didáticos táteis e, principalmente, na reprodução do Braille utilizando a tecnologia de impressão 3D FDM. Além da facilidade de fabricação do material a partir dos arquivos com as modelagens tridimensionais, após o compartilhamento e divulgação dos arquivos usados para a impressão deste material, qualquer pessoa com acesso a uma impressora 3D poderá produzir e utilizar o produto final originário deste trabalho.

Como conclusão deste trabalho, os arquivos que deram origem ao material didático impresso em 3D serão compartilhados em bibliotecas voltadas ao ensino de pessoas com deficiência visual, objetivando atingir o maior número de pessoas e, desta forma, que os usuários tenham acesso ao material. Neste sentido, o trabalho pode exercer sua finalidade principal de instruir e transmitir conhecimento a alunos com deficiência visual.

Como recomendação para trabalhos futuros, é possível a produção de um material didático seguindo o mesmo estilo do material descrito neste trabalho, mas com a reprodução de outros polígonos, e fazendo a exemplificação de outros conteúdos ligados ao desenho de figuras geométricas, como por exemplo, questões de geometria ou matemática com o uso de retas diagonais, ângulos internos e externos. Além da aplicação dos conhecimentos adquiridos neste trabalho por meio de experimentação em outros projetos voltados ao público com deficiência visual.

Agradecimentos

Agradecemos aos alunos com deficiência visual por participarem dos testes e por suas contribuições para a melhoria deste trabalho. Às pessoas ligadas e responsáveis pelo LAMP, aos profissionais do Instituto Paranaense de Cegos e da Escola Dom Pedro II, que possibilitaram colocar em prática este projeto e ofereceram seus conhecimentos na proposta de novas melhorias.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Governo Federal. **Base Nacional Curricular Comum: BNCC-APRESENTAÇÃO**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>.

Acesso em: 07 de Jan. 2019.

CAMARGO, Eder Pires. **Panorama das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de termologia**. In 2° Congresso Brasileiro de Educação. Bauru, São Paulo, 2009.

LIMA, Mara Rúbia Guimarães; FERNANDES, Priscila Dantas. **Deficiência Visual: Obstáculos e possibilidades de Inclusão Social**. VI Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade", São Cristóvão – SE, Brasil, 2012.

MORAIS, Diele Fernanda Pedrozo**. A Formação da Imagem Mental e a Representação Gráfica de Alunos Cegos Precoces e Tardios.** 146 f. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

NUNES, Clarice; MADUREIRA, Izabel. **Desenho Universal para a Aprendizagem: Construindo práticas pedagógicas inclusivas.** Invest. Práticas [online], Lisboa.Jul 2015, Vol.5, Num.2, p.126-143.

SEKKEL, Marie Claire; CASCO, Ricardo. **Ambientes inclusivos para Educação Infantil: considerações sobre o exercício docente**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2011.

SILVA, Fernanda Poletto; ULBRICHT, Vânia; KUNTZ, Viviane. **A representação gráfica de pessoas cegas e as variáveis gráficas no reconhecimento de formas geométricas**, Geometrias & Graphica 2015, p. 417 a 425. Lisboa, Out. 2015.

SOUZA, Olga Solange Herval, organizadora. **Itinerário da inclusão escolar: múltiplos olhares, saberes e práticas**. Canoas: ULBRA Porto Alegre AGE, 2008.

TIBALLI, Elianda Figueiredo Arantes. **Estratégias de inclusão frente à diversidade social e cultural na escola**. In: LISITA, V. M. S. S.; SOUSA, L. F. E. C. P. (Orgs.). Políticas educacionais, práticas escolares e alternativas de inclusão escolar. Rio de Janeiro: DP&A, p. 195-208, 2003.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

APPLYING GAMES DESIGN THINKING FOR SCIENTIFIC DATA VISUALIZATION IN VIRTUAL REALITY ENVIRONMENTS

WANICK, Vanissa[1],
CASTLE, Jess[2],
WITTIG, Alexander[3],

Resumo

Este trabalho propõe a aplicação do design de jogos no desenvolvimento de experiências de Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR) para visualização de dados científicos. Começamos introduzindo o desafio do design e como abordamos o design de experiências imersivas usando os princípios do design de jogos. Para isso, discutimos o caso do projeto e desenvolvimento da visualização de dados de órbitas e observações de terra em ambientes VR e AR. Limitações e resultados potenciais são discutidos e abordados em ambos os casos, incluindo as limitações das tecnologias propostas. Concluímos este artigo com recomendações para o uso do design de jogos aplicado neste contexto e como cientistas, artistas e designers podem colaborar em projetos futuros.

Palavras-chave: visualização de dados; design de jogos; experiências imersivas; realidade virtual; aplicações científicas

Abstract

This paper proposes the application of games design thinking in the development of Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) experiences for scientific data visualization. We start by introducing the design challenge and how we have approached the design of immersive experiences by using principles of games design. For that, we discuss the case of the design and development of visualization of orbits and earth observations data in both VR and AR environments. Limitations and potential outcomes are discussed and addressed in both cases, including the limitations of the technologies proposed. We conclude this paper with recommendations for the use of games design thinking applied in this context and how scientists, artists and designers could collaborate in future projects.

Keywords: data visualization; games design; immersive experiences; virtual reality; scientific applications

[1]University of Southampton / v.w.vieira@soton.ac.uk
[2] University of Southampton / castle.jess@hotmail.co.uk
[3] University of Southampton / a.wittig@soton.ac.uk

1 Introduction

The world is in constant change with multiple connections between people, devices, objects, technology and the environment. There is an incredible generation of different types of datasets developed in a large scale. By 2025, it is expected that more than 150 zettabytes will require analysis (ROHIT, 2019). This means that super computers will have to deal with large amounts of data, opening new opportunities for the development of algorithms and data visualization techniques. For the scientific field, visualizing large amounts of data is crucial. On 10th April 2019, a ground-breaking publication (AKIYAMA et al., 2019) highlighting the first image of a black hole was shared online in multiple websites and social media. Newspapers such as *The Guardian* (DEVLIN, 2019) highlighted the importance of the relationship between "seeing" and "believing" and that an image like that not only represents a black hole, but it also confirms scientific principles. This shows that there are many different levels of visualization techniques for scientific data and it reinforces the value of visual cues.

Data visualization is a result of a combination of variables and visual elements and it can be integrated into many formats. That is, data visualization is the communication of data (KIRK, 2012). In fact, data visualization has the potential to persuade individuals because it "convinces" users on specific information since it is considered as evidence of a "fact" (PANDEY et al., 2014). However, with advances of immersive technologies, like Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) and Mixed Reality (MR) and more complex datasets, it becomes harder to handle different sets of data that could be not just in 2D but also in 3D. The implementation of VR, AR and MR technologies not only brings new challenges but also opportunities. Data visualization becomes, then, more than just passive visualization to more interactive data exploration. For example, instead of just looking at pre-established visual representations, scientists can interact, expand, choose and decide the best way to handle a dataset, looking for patterns and making decisions along the way. Although scientists could have some sense of control using interactive data visualization, what else can they do through the use this technology? What are the best practices to develop and design such experiences? The opportunities are huge and could transform the way scientists handle data from different domains. Thus, with interactive data exploration, there is an urge for a new paradigm. And with that, new forms of interaction, which borrows aspects from interactive media, such as games. Games are systems and have four main characteristics; they are guided by a goal, rules, feedback loops and they are voluntary activities (MCGONIGAL, 2011). This means that while playing games, players can get constant feedback from their actions. But, mostly, games are fun and the act of overcoming obstacles and achieving goals makes them pleasurable activities (LINDLEY; NACKE; SENNERSTEN, 2008). Games are also engaging and are strongly attached to a sense of control, feedback, social interaction, user's skills and challenges (OLIVEIRA; WANICK; DA MATTA, 2018). Thus, it is possible to ask: what would be the implications of merging games design and interactive data visualization? How can games design help designing compelling data explorations?

In this paper, we aim to answer the above questions. For that, we provide a review of the terms and main games design concepts that could be employed in data exploration contexts using VR technologies. This is followed by two illustrative case studies: orbital visualization

and earth data visualization for scientific data. For each case, we discuss and show the application of games design concepts with VR technologies. In addition, in both cases we explain the main design challenges encountered and how emerging technologies influenced the design choices and vice-versa. The main contribution of this paper is the discussion of the application of VR for scientific data exploration (going beyond visualization) and the impact of games design principles in the interactive choices. We expect this paper might be of interest of designers, scientists and researchers who wish to understand and expand the knowledge of VR applications considering technological boundaries and design challenges.

2 Research Background

In this section, we introduce and discuss three domains: scientific data visualization and what has been currently used by scientists, interaction design in immersive environments (e.g. VR, AR) and games design concepts. The objective of this section is to identify the main components for development of scientific data exploration using VR.

2.1 Scientific data visualization

Scientific visualizations are difficult to compute and might require specific "visualizations", since they might be attached to the complexity of the dataset. There are indeed data visualization tools that can be used by scientists. For example, *ParaView*[4] is a tool that can work through multi-platforms analysing large datasets using 3D visualizations. Case studies using *ParaView* show cancer immunology visualization, CERN simulations, plane streamlines and visualizations used in science education. Similar products such as *Virtualitics*[5] also provide a similar service, mentioning the potential of integrating VR with intelligent agents to provide more efficient data analytics. VR/AR/MR technologies have boosted the opportunities to explore seamless relationships across different platforms. Much work has been done on the use of AR and VR in scientific visualization, derived largely from efforts driven by the need for flight simulation and training methods, such as Furness' (1988) early work on military flight simulators.

VR has found modern use in scientific applications where the data is high-dimensional, or too abstract to understand efficiently using traditional computer visualizations (ELSAYED *et al*., 2013). For example, Helbig *et al.* (2014) used VR to visualize atmospheric cloud data, to make more intuitive the 'correlations between variables like wind vectors, humidity and cloud coverage', to 'detect inconsistencies in the data', and to compare data from multiple models. Indeed, interviews conducted as part of the study rated the VR visualization as "highly supportive for analysing large heterogeneous datasets", and Helbig *et al.* (2014) cite that VR allows their 2D, 3D and 4D data to be visualized more readily, and that users are able to move through the data to allow 'flexible, task-specific analysis.' This is quite important since the task guides the way the visualizations are displayed. For instance, scientists may wish to "see" the relationship between a specific variable and another that can't be understood only by the means of the abstraction of numbers. Today, most of these interactions are undertaken via desktop computer screen (which is 2D) and the visualization

[4] https://www.paraview.org/
[5] https://www.virtualitics.com/

has limitations since it is not possible to "see" depth, unless the user rotates the visualization. This is why by using VR/AR/MR technologies could be helpful, adding this other layer of interaction and exploration to the data visualization. However, VR/AR/MR technologies do not replace desktop actions, but they complement each other (BACH *et al.*, 2018). This means that the task of using a computer to analyse data is not completely overridden by VR/AR/MR technologies.

2.2 Interactions in VR and AR environments

One of the biggest challenges about data visualization techniques is accessibility (KIRK, 2012). However, with VR/AR/MR scenarios, there is more to be considered. Not only users interact with the data, but there are 6 degrees of freedom (6DoF) to consider in such environments (FICTUM, 2016). This means that data could be represented everywhere and that the concept of spatial design is in the core of these applications.

Using space as part of visualizations is not new. For example, *AlloSphere*[6], a "spherical space" that could project many different types of scientific visualizations in a single immersive experience, expands the possibilities of data exploration (particularly for large datasets). This is similar to the *Light Sculpture Space* in Tokyo, created by the Japanese group *teamLab Borderless*[7] with animated projections of different natural environments in a room with mirrors and walls. These two examples are no exactly a result of VR/MR/AR technologies but it shows that visualizations and representations can make people feel more immersed. VR/MR/AR technologies make this "space" more accessible, since it is possible to create the same "space" in our homes or in the office. That is, we can design our own spherical space and project visual datasets anywhere we want. This is crucial for the development of VR applications since VR provides a sense of depth and spatial interaction.

During the 1990s, VR was a huge promise and it still is. The term "Virtual Reality" was first coined by Jaron Lanier[8] during late 1980's. It has taken at least 30 years for VR to see the boom of "possible" applications. Early VR systems were used as spatial ability training tools (DÜNSER; STEINBÜGL; KAUFMANN *et. al.*, 2006; SHUFELT, 2006), and were found to be a valid and effective method of training in the medical sector (VERDAASDONK *et. al*., 2008), reducing errors during certain surgeries by up to 66% (AHLBERG; ENOCHSSON; LARS, 2007). VR has its own characteristics; however, most of the hardware available follow the same features. VR hardware (e.g. *HTC Vive* and *Oculus Rift*) is composed by goggles with headphones, sensors and controllers. Software is similar and it follows guidelines, mostly supported by a User Interface (UI). This UI intermediates the interaction between humans and computers, usually through representations and commands (e.g. menus, windows, icons, pointers, buttons, etc.) (DIX *et al.*, 2004). In Virtual Reality (VR) environments the UI is inspired by natural interfaces that would eventually mimic some aspects of the real world and it is considered as 3D UI since it exists in a 3D environment. However, since the virtual world is *per se* virtual, then it is possible that it could not only borrow elements from the real world, but also from "fantasy" worlds. This is why we have looked at games as a possible venue for the integration of data visualization in VR environments.

[6] AlloSphere - http://www.allosphere.ucsb.edu/
[7] teamLab Borderless https://borderless.teamlab.art/
[8] http://www.jaronlanier.com/general.html

2.3 Games design and data visualization

Games are interactive systems that convey problem solving (GEE, 2010). In games, players are presented to different challenges and should learn how to solve them. The difference from games and other "problems" is that in games there is a designed world that allows these problems to exist and to players to solve them. Data visualization provides ways to "solve" problems since it requires high-levels of cognitive functioning enhanced by pattern recognition (PATTERSON et al., 2014). Thus, there is a link between both. However, in games design, embodiment is key. For example, in games, players have to balance their own goals with the character's goals in order to have an influence in the virtual world (GEE, 2008). This is consistent with the idea of the sense of control and that in a VR environment, users might understand actions better when they visualize their own hands instead of a cursor.

HUDs are key design elements in games, particularly in first-person shooting (FPS) games. There are at least two ways to display information in the game environment: diegetic and non-diegetic (PEACOCKE et al., 2015). This is also shown in Andrews (2010) spectrum graph (Figure 1). In other words, the diegetic HUD is part of the game fiction, whereas the non-diegetic format is not attached to the game world. To mention, the engine *Unity*[9] has also published in their page a summary of types of UI in VR environments: non-diegetic, spatial and diegetic, but that only spatial and diegetic UIs are available in VR. The spatial UI is similar to non-diegetic with the difference that the UI is positioned according to the world space, whereas the diegetic is attached to the world as part of a narrative. For example, in a game where the character can lose health in a battle, a diegetic way to show that the character is dying could be through a visualization of the character's blood in the screen or the voice of character saying that he or she is not well. A non-diegetic way to show that the character is losing health is through health bars.

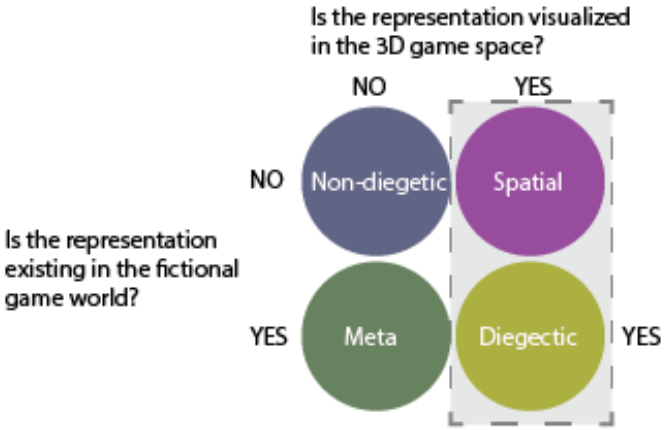


Figure 1: Spectrum of representations in the game world in the 3D space (adapted from ANDREWS, 2010); the dashed column shows the spectrum recommended for VR experiences

3 Development and applications

The methodology of this study shows the applications of this systematic thinking to two different scenarios: orbital visualization and earth visualization. In order to make the data visualization scenarios interactive and user friendly, we had to take account what was readily

[9] https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/virtual-reality/user-interfaces-vr

available in the community and what we could develop further to fit the use cases of the project. We used mechanics such as tapping, scrolling, swiping and 'pinching' the screens on our mobiles everyday so with that in mind we tried to explore if VR/AR was capable of performing such functions as this would increase the device's accessibility to a wider audience. For each case study we also considered the hardware that could be utilised. These are: *HTC Vive*, *Oculus Rift* and *Hololens.* Both *HTC Vive* and *Oculus* are VR headsets, whereas the *Hololens* is an AR goggle hardware with its "own" software. For each scenario we describe the spatial UI element and a possible diegetic scenario.

3.1 Orbit visualization for Mission Design & Analysis

The visualization of the orbital motion of spacecraft in 3D space is one of the most natural applications of advanced visualization techniques of scientific data. For example, the website *Stuff in Space* provides real-time visualization of orbital data in which the user can interact with many points and orbits obtaining relevant information from a large dataset. This can be done by clicking on each orbit and rotating the Earth.

The difficulty with these types of visualizations is that while they look very appealing, they distort the scientific data underlying the visualization. Apart from the size of the objects being vastly exaggerated, the loss of depth perception greatly diminishes the ability to judge distances and hence the density of objects. This is particularly visible in the region just above the Earth surface, where orbits bend around to disappear behind the Earth. Thus, users need to rotate the Earth in order to have a full visualization of the orbit. In this scenario, the use of this visualization should function to aid researchers on gathering insights with more depth of perception. For example, researchers could walk around the Earth and see the orbit at once or just rotate the Earth on their hands (like a holographic image) (see Figure 2). Considering this, the main interactions we have identified for this scenario are zoom/expand, select the orbit, interact with the UI (use a slider to change the orbit's properties), rotate the (Point of View) PoV, speech input, change the PoV, "ride the orbit" and time-based navigation.

Figure 2: Scenario illustration (developed by the authors)

Zooming and expanding the orbit would allow users to interact with the content. For each device, this can be done differently. In the *Hololens*, it is necessary to use specific gestures that are recognised by the software. For the VR goggles it is necessary to use the controllers.

The same principle is applied in the other interactions and are similar to what can be done in a Desktop (except from the way the visualization is rotated). Different from a Desktop scenario, we have added a playful element that we called as “ride the orbit” (see Figure 3).

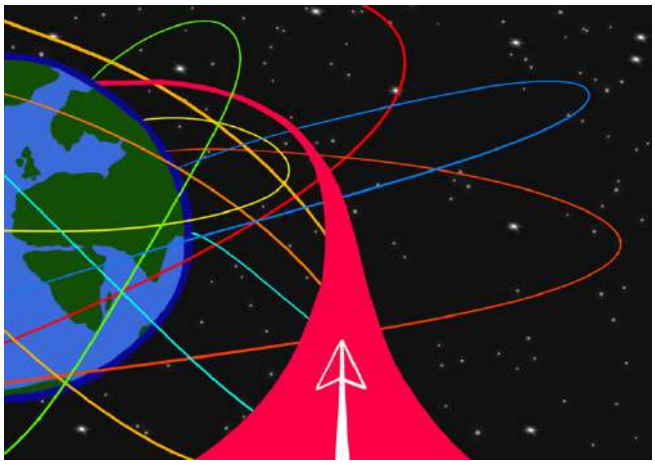


Figure 3: Ride the orbit scenario (developed by the authors)

While looking at the possible interactions with the orbits, riding the orbit was a playful approach given to the exploration of the orbital datasets. In this scenario, users can choose an orbit to ride and from that perspective they can choose to stop the orbit at any time to undertake specific analysis. The approach could be similar to a rollercoaster and it should function as a metaphor to “see” the data in a playful way (see Figure 4).

3.2 Earth Observation Data (“African Drought Monitor”)

This scenario focuses on the visualization of scientific data collected and derived from space based Earth observation. In particular, we focus on the application of the African Drought Monitoring project, which is an international collaboration between world leading universities and supported by the UN. The challenge in this field is to distil usable and actionable information out of the vast quantities of data produced by modern Earth observations missions and through data fusion with other ground-based data sources. This process is greatly helped by good visualizations of the varying geo-tagged indicators. Data is collected over a grid of points on the ground and traditionally a single scalar value is then visualized on a 2D map using a colour bar. The addition of a third dimension in VR/AR could allow more than one of these indicators to be displayed and analysed at the same time. This would be particularly useful for the analysis of cause and effect, as well as in determining how certain synthetic indicators computed by synthesizing observation data from different sources relate to actual observations. Considering this, the main interactions we have identified are for this scenario are the selection of specific datasets (through click and through gestures), zoom in/out, rotation, stacking datasets.

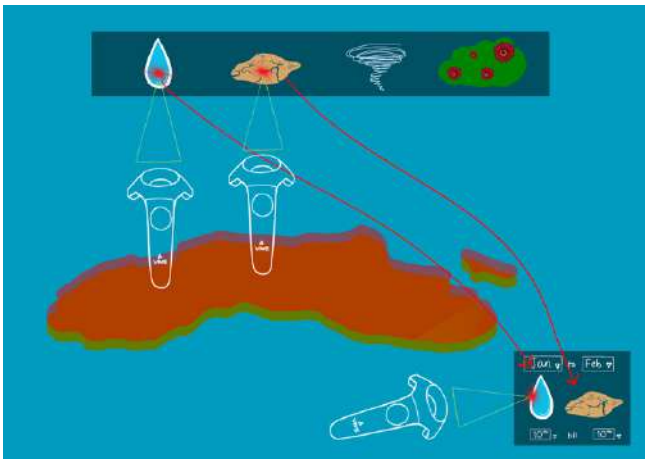


Figure 4: Selection of symbolic visualization of specific datasets (developed by the authors)

Figure 4 shows the section of specific datasets and the stacking of each data in the middle of the screen. Compared to the orbital scenario, this selection of datasets is a spatial representation of the data. Users can also select and combine datasets in the box in the bottom of the image (see combination of draught data and rain, represented by the raindrop).

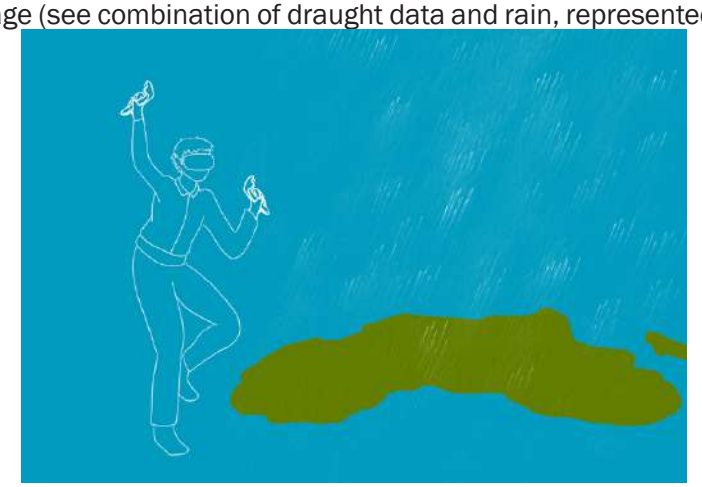


Figure 5: “Dancing” the rain dataset (developed by the authors)

Figure 5 shows the user interacting with the dataset, making body movements to “dance” the rain. Dancing the rain is a playful way to interact with the dataset and it could help users to “embody” the data. This is a diegetic way to interact with the data visualization in this scenario. Since the interactions are expected to occur in a VR environment, users could feel the simulated raindrops in their goggles and listen the rain whilst selecting it. This also adds a multi-sensorial layer to the data exploration.

4 Discussion

The idea of visualizing data in VR, AR and MR environments is that scientists could add another layer to the data visualization, aiding them to reduce cognitive overload and gain insights. Since games are interactive systems that can make players immersed into a specific content and “solve” problems, it was suggested that data visualization techniques could learn from games design in order to make this exploration more immersive. Despite usability and control issues, it is expected that immersion can benefit from “invisible” controls (BROWN;

CAIRNS, 2004). Thus, looking at the way the User Interface (UI) is designed in games has given insights to implement data exploration for scientific data. In games, there are four ways to integrate the UI with the game world (ANDREWS, 2010), but only two can be applicable to VR environments; these are spatial and diegetic UIs. Based on that, two case studies (orbital data and draught monitor data) were designed in order to illustrate possibilities of these UIs applied for scientific datasets in 3D environments. In both scenarios it was possible to integrate a diegetic element with the dataset visualization.

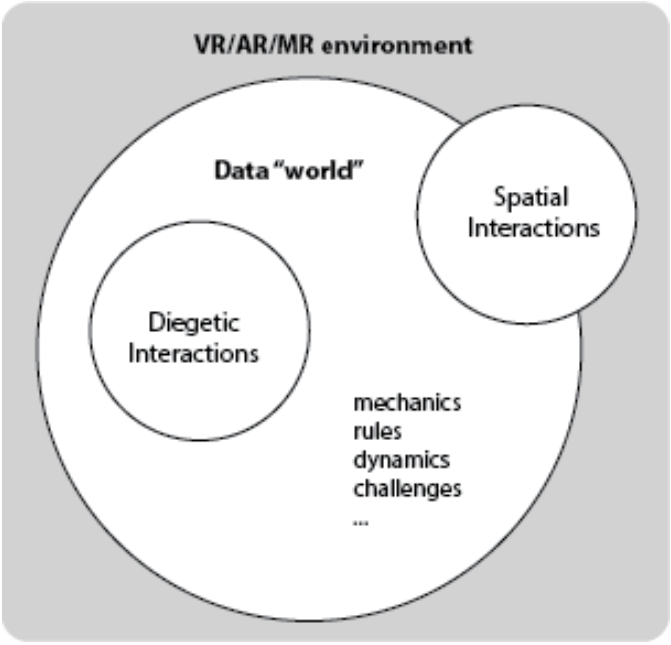


Figure 6: Integration of diegetic and spatial interactions in the data world represented in VR/AR/MR environments (developed by the authors)

Figure 6 shows the process undertaken to build the two scenarios mentioned in this paper. Thus, it is possible to say that scientific data "exploration" can benefit from games design as a discipline to provide visualizations that embed the data "world". However, it is possible that in the future each interaction with the dataset might have a different use. For example, scientists might not wish to "dance" the rain or ride the orbit while they are analysing datasets. This can function as a tool for outreach, bringing science to the general public. Thus, in the next stage of this project we expect to test the variations of the interactions with both scientists and the general public.

5 Final remarks

The current paper had the objective to introduce and explore the possibilities to integrate games design principles in data visualization techniques for scientific data exploration. In this paper, it was highlighted the possibility to visualize data in immersive environments such as VR, AR and MR. Due to the interactive nature of games and by looking at the main interactions and visual characteristics of the data visualization, diegetic elements (design features that are part of the game world) were combined with the data "world". That is, during the process, it was necessary to define the world in which the data was taking place. With this, the present paper showed the application of games design thinking for data visualization in immersive contexts. This was illustrated by two case studies and the discussion of the inte-

gration of both the “game” and the “data” worlds. We expect this paper might be of interest of designers, scientists and educators willing to explore the boundaries of VR/AR/MR as a new form of visualizing data and the integration of games design as a possible venue for designing these new interactions.

Acknowledgements

The authors would like to gratefully thank the UK Space Agency (UKSA) for the funds provided to undertake this research (Pathfinder Proposal - PF2-072, 2018-2019). The authors also thank Rob Penn and Jack Tyler, who actively collaborated in this project. Without you this would not have been possible.

References

AHLBERG, G. *et al*. Proficiency-based virtual reality training significantly reduces the error rate for residents during their first 10 laparoscopic cholecystectomies. **The American Journal of Surgery**, *193*(6), 797–804. 2007

AKIYAMA, K. *et al*. First M87 Event Horizon Telescope Results. VI. The Shadow and Mass of the Central Black Hole. **The Astrophysical Journal**, v. 875, n. 1, p. L6, 2019.

ANDREWS, M. **Game UI Discoveries: What Players Want**. 2010. Disponível em: <https://www.gamasutra.com/view/feature/132674/game_ui_discoveries_what_players_.php>. Acesso em: 28 abr. 2019.

BACH, B. *et al*. The Hologram in My Hand: How Effective is Interactive Exploration of 3D Visualizations in Immersive Tangible Augmented Reality? **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 24, n. 1, p. 457–467, jan. 2018.

BROWN, E.; CAIRNS, P. A grounded investigation of game immersion. **Extended abstracts of the 2004 conference on Human factors and computing systems CHI 04**, p. 1297, 2004.

DEVLIN, H. Black hole picture captured for first time in space breakthrough. **The Guardian**. Disponível em: <https://www.theguardian.com/science/2019/apr/10/black-hole-picture-captured-for-first-time-in-space-breakthrough>. Acesso em: 28 abr. 2019.

DIX, A. *et al*. **Human-Computer Interaction**. Human-Computer Interaction, Third (January), p.834, 2004.

DÜNSER, A.; STEINBÜGL, K.; KAUFMANN, H.; GLÜCK, J. Virtual and Augmented Reality as Spatial Ability Training Tools. In **CHINZ ’06 Proceedings of the 7th ACM SIGCHI New Zealand chapter’s international conference on Computer-human interaction: design centered HCI** (pp. 125–132), 2006.

ELSAYED, N. A. M.; SANDOR, C.; LAGA, H. Visual analytics in Augmented Reality. *2013* **IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2013**, (October), 4–7, 2013.

FICTUM, C. **VR UX: Learn VR UX, Storytelling & Design**. CreateSpace Independent Publishing Platform, p. 122, 2016.

FURNESS, T. A. Harnessing virtual space. **Society for Information Display Digest**, *16*, 4-7, 1988.

GEE, J. P. Video Games and Embodiment. **Games and Culture**, v. 3, n. 3–4, p. 253–263, 1 jul. 2008.

GEE, J. P. Video Games: What They Can Teach Us About Audience Engagement. **Nieman Reports**, v. 64, p. 52, 2010.

HELBIG, C.; BAUER, H.-S.; RINK, K.; WULFMEYER, V.; FRANK, M., KOLDITZ, O. **Concept and workflow for 3D visualization of atmospheric data in a virtual reality environment for analytical approaches**. *Environmental Earth Sciences*, *72*(10), 3767–3780, 2014.

KIRK, A. The Context of Data Visualization. In: **Data Visualization: a successful design process**. Packt Publishing Ltd, 2012. p. 206.

LINDLEY, C. A.; NACKE, L.; SENNERSTEN, C. C. Dissecting Play – Investigating the Cognitive and Emotional Motivations. **International Conference on Computer Games**. Anais...2008.

MCGONIGAL, J. **Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World**. New York, v. 169, p. 402, 2011.

OLIVEIRA, T.; WANICK, V.; DA MATTA, T. Experiences in multi-platform campaigns: Similarities between game engagement and advertising engagement in virtual reality. In **Multi-Platform Advertising Strategies in the Global Marketplace**, pp. 81-117. IGI Global, 2018.

PANDEY, A. V. *et al.* The Persuasive Power of Data Visualization. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 20, n. 12, p. 2211–2220, 31 dez. 2014.

PATTERSON, R. E. *et al*. A human cognition framework for information visualization. **Computers & Graphics**, v. 42, p. 42–58, 1 ago. 2014.

PEACOCKE, M.; TEATHER, R.J.; CARETTE, J.; MACKENZIE, I.S. Evaluating the effectiveness of HUDs and diegetic ammo displays in first-person shooter games. In **2015 IEEE Games Entertainment Media Conference (GEM)** (pp. 1-8). IEEE. 2015.

ROHIT, K. Big Data Goes Big. 2019. **Forbes**. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/rkulkarni/2019/02/07/big-data-goes-big/#6d7e951620d7>. Acesso em: 28 abr. 2019.

SHUFELT, J. W. J. A vision for future virtual training. **Nato: Rto-Mp-Hfm-136**, (October 2002), 4–15, 2006.

VERDAASDONK, E. G. G.; DANKELMAN, J.; LANGE, J. F.; STASSEN, L. P. S. Transfer validity of laparoscopic knot-tying training on a VR simulator to a realistic environment: A randomized controlled trial. **Surgical Endoscopy**, *22*(7), 1636–1642, 2008.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

TRANSFORMAÇÕES NO ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA NA FAU/UFRJ

CHOKYU, Margaret Lica[1,]
MARQUES, Aline Calazans[2,]
NASCIMENTO, João Gabriel Affonso[3.]

Resumo

O ensino da Geometria Descritiva é assunto de muitos debates em várias unidades de ensino de Arquitetura e Urbanismo, tendo mesmo sido extinto em várias destas. Este artigo apresenta os experimentos que têm sido conduzidos no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo grupo de pesquisas Educação do Olhar do PROARQ/FAU-UFRJ. A metodologia em desenvolvimento parte da crítica ao alto grau de abstração da forma como a disciplina é lecionada tradicionalmente, que culmina na dificuldade de assimilação por parte dos estudantes. Outra questão é a atualização do conteúdo face aos novos recursos tecnológicos, visto por muitos como motivador de uma suposta obsolescência do ensino da Geometria Descritiva. Neste sentido, o grupo tem buscado os conceitos essenciais da Geometria no contexto digital, ao mesmo tempo em que tem focado em uma dinâmica mais prática, objetivando o aprendizado através da observação atenta por parte dos estudantes, conjugando exercícios práticos em épura e composições através de modelos tridimensionais.

Palavras-chave: geometria descritiva, ensino de arquitetura, educação do olhar.

Abstract

Descriptive Geometry teaching in undergraduate level is in the core of debates in many Architecture and Urbanism faculties and has been removed from the curriculum of many of those courses. This paper presents experiments that have been conducted at PROARQ/FAU-UFRJ by the group of Studies Teaching Observation. The methodology, still under construction, considers the critics and takes into account the high level of abstraction in the way the discipline has been taught over the years, causing most of the difficulties faced by the students. Another matter explored by the group is the need of updating the discipline contents, due to the new technological resources. Those have been pointed out by many critics as the reason of a presumed obsolesce of Descriptive Geometry. In this sense, we have been searching for the essential concepts of geometry in digital context, while focusing in a more dynamic routine in classroom, which privileges the process of learning through the attentive observation of objects in two- and three-dimensional representations.

Keywords: Descriptive geometry, architectural teaching, teaching observation.

[1] FAU/UFRJ – margaret.lica@fau.ufrj.br
[2] FAU/UFRJ – alinecalazans@fau.ufrj.br
[3] FAU/UFRJ – joao.affonso96@gmail.com

1 Introdução

O contexto da Arquitetura neste início do séc. XXI está sendo marcado pela intensificação do uso de mídias digitais seja na concepção, representação, simulação ou execução do projeto, embora não seja um processo recente. Desde a disponibilização do computador pessoal, o impacto dessa tecnologia aumentou gradativamente, criando paradigmas no processo de trabalho dos projetistas. Por alguns anos, acreditou-se que o computador seria capaz de gerar soluções automáticas para os problemas, o que alavancou pesquisas sobre métodos de concepção do projeto arquitetônico e possibilitou avanços tecnológicos como o sistema Computer-Aided Design (CAD).

Aos poucos, a tecnologia de processamento, trocas e armazenamento de dados evoluiu e surgiram novas alternativas para o recurso digital junto ao processo de trabalho dos projetistas. A década de 1980 é marcada por grandes avanços quanto ao desenvolvimento de tecnologias digitais aplicadas ao processo de projeto (MITCHELL, 2008). Revelam-se, como passos importantes deste período, a parametrização de dados, interoperabilidade, modelagem tridimensional e a prototipagem. A entrevista com Rick Smith relatada por Lynn (2013, p. 45-46), explicita as primeiras iniciativas de se conceber um modelo 3D de alta fidelidade e a partir dele extrair os desenhos bidimensionais. Um processo inverso ao até então tradicionalmente utilizado.

Em paralelo, o ensino no curso de Arquitetura e Urbanismo enfrenta o constante desafio de se manter metodologicamente atualizado e de ser capaz de responder e desfrutar destes avanços tecnológicos. A busca por uma renovação dos currículos de arquitetura e urbanismo, entre outras, face às inovações tecnológicas muitas vezes exclui disciplinas que têm deixado uma lacuna no desenvolvimento do raciocínio espacial. Uma dessas disciplinas, que já foi excluída em vários cursos e está em vias de exclusão de outros, é a Geometria Descritiva.

O declínio do ensino desta disciplina, tanto do curso superior como no ensino médio, tem várias causas prováveis. Uma delas é o insucesso dos alunos em entendê-la, pela dificuldade de abstração/visão espacial, que se agrava pelo desconhecimento da geometria plana, espacial e analítica e pela desconexão curricular entre o ensino das técnicas de representação (analógica ou digital) e a geometria nelas implícitas (DIAS, 2015).

Diante deste cenário, um dos elementos-chave para o avanço deste estudo é a visão espacial ou percepção espacial que implica na relação entre “corpo, forma e espaço”, onde o reconhecimento espacial se dá através da capacidade de compreensão das formas tridimensionais e da elaboração de imagens mentais (MARQUES, 2006, p.177). No campo da arquitetura, a tradução dessas imagens em elementos gráficos, associa questões técnicas e funcionais, sendo considerada como linguagem. O desenho arquitetônico foi desenvolvido para o propósito específico de comunicar a forma de um edifício para seus construtores e, o desenho, por sua própria natureza, enfatiza a forma através das linhas que definem a geometria da edificação (SCHEER, 2014).

Este texto apresenta os experimentos que têm sido conduzidos na disciplina de Geometria Descritiva 1 do curso de graduaçãona Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU-UFRJ), com vistas a explorar métodos dinâmicos que estimulem o envolvimento dos alunos no processo de construção do conhecimento em sala de aula. Acredita-se que o fato de substituir, nos estágios iniciais de formação, as abstrações tradicionais pela observação e experimentação, tornaria o estudo da forma mais concreto, estimulando a reflexão pessoal e criadora (DIAS, 2011).

O artigo tem como objetivo expor e discutir estratégias de ensino de geometria descritiva integradas aos recursos tecnológicos contemporâneos.

O procedimento metodológico adotado teve como ponto de partida, a análise da estrutura de ensino atual, com vistas a apontar momentos de oportunidade para inserção de uma aula experimental com o propósito de associar: (i) conteúdos de geometria descritiva, (ii) modelos tridimensionais físicos e, (iii) modelos tridimensionais digitais. Assim, os sólidos geométricos similares às volumetrias de edificações que fazem parte do universo dos alunos se configuram como objeto de estudo a partir da simplificação de sua forma.

O texto se encontra estruturado em duas partes. O tópico inicial discute a problemática do ensino da geometria descritiva no curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ e apresenta a metodologia adotada para a abordagem na disciplina. O segundo tópico trata da descrição do exercício experimental e da discussão a partir de sua inserção no corpo da disciplina e de seus potenciais desdobramentos.

2 Geometria Descritiva no Ensino de Arquitetura

> Geometria está no núcleo do processo do projeto de arquitetura. É onipresente, desde os estágios iniciais de definição da forma até a construção propriamente dita. Ela também fundamenta o meio de comunicação principal: nomeadamente, representações gráficas obtidas através de regras geométricas precisas[4]. (POTTMANN et al., 2007, p.1)

O texto acima abre o prefácio de *Architectural Geometry*, livro que apresenta estratégias para o ensino de Geometria aos estudantes de Arquitetura através de programas CAD. Fica evidenciado neste trecho a importância dada pelos autores à Geometria dentro do projeto de arquitetura, assim como a necessidade de conhecimento do tema pelos profissionais da área. Na FAU-UFRJ, o ensino de geometria se dá através da Geometria Descritiva, disciplina que emprega desenhos projetivos, em especial as projeções cilíndrico-ortogonais, para a representação de elementos tridimensionais. Organizada por Gaspard Monge em fins do século XVIII, na França, tinha por finalidade ser um instrumento de auxílio às questões práticas da execução de elementos das edificações.

Gani (2016) observa que com o passar do tempo, a disciplina tornou-se "autônoma, portanto, desvinculada das atividades praticadas por profissionais das artes" (p. 2). Essa autonomia distanciou a disciplina das questões práticas e elevou o grau de abstração, a ponto de tornar a apreensão dos conceitos muito difícil para grande parte dos estudantes, e consequentemente desinteressante.

Por muito tempo parte do currículo de cursos como Arquitetura e Urbanismo, Design, Artes e Engenharias, tem sido excluída do currículo de diversas escolas, em resposta ao crescente questionamento da importância desta disciplina face às novas tecnologias digitais disponíveis aos profissionais destas áreas. Na FAU-UFRJ a disciplina continua a ser ministrada, em dois períodos: Geometria Descritiva 1 (GD1) e Geometria Descritiva 2 (GD2), programadas para serem cursadas no primeiro e segundo períodos, respectivamente. Na primeira, são ensinados os temas básicos da GD: compreensão da épura, dos métodos descritivos e

[4] tradução nossa. No original: *Geometry lies at the core of the architectural design process. It is omnipresent, from initial form-finding to actual construction. It also underlies the main communication medium: namely, graphical representations obtained by precise geometric rules*.

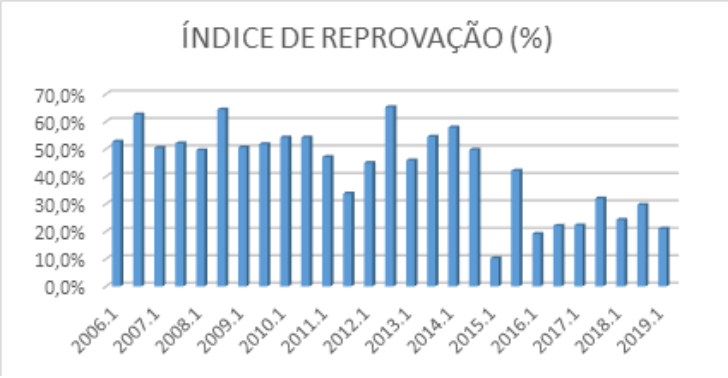
da Geometria em geral: ponto, reta, plano, poliedros. No segundo período são apresentadas superfícies em geral. O curso sempre seguiu a ordem tradicional de iniciação através da conceituação e representação dos entes geométricos básicos --- ponto, reta e plano, passando pelas respectivas classificações, e o aprendizado dos métodos descritivos: mudança de plano, rotação e rebatimento. Ao fim, são apresentados os poliedros, como fechamento da compreensão dos elementos anteriores.

Desde 2007 experiências têm sido realizadas no curso de GD 1, historicamente com maior índice de reprovações, com o intuito inicial de reduzir o grau de abstração e melhorar a compreensão, por parte dos estudantes, dos elementos geométricos e da representação ortográfica. Para delinear os experimentos foi criado o grupo de estudos Educação do Olhar no PROARQ/FAU-UFRJ, dedicado ao desenvolvimento de metodologias de ensino na área de geometria descritiva e expressão gráfica que privilegiem o desenvolvimento do raciocínio lógico-espacial, e ao mesmo tempo em que debate a atualização dos conteúdos face aos novos meios de representação e concepção de projetos.

3 Estratégias de descoberta

A compreensão do desenho biprojetivo de entes elementares como ponto e reta sempre foi um fator complicador para o aprendizado da GD na FAU-UFRJ, Os primeiros experimentos deram-se a partir do ano de 2007 pela professora Maria Angela Dias, motivada pela grande dificuldade de compreensão dos elementos da épura por parte dos estudantes, que se refletia na alta taxa de reprovação (Quadro 1) dos alunos em GD I (em torno de 60%).

Quadro 1 – Gráfico do índice de reprovações da disciplina de GD 1 da FAU/UFRJ no período de 2016 a 2019.



Fonte: Acervo dos autores. Elaborado com base nos dados disponíveis no SIGA para o período de 2016 a 2019 (UFRJ, 2019).

Começou a trabalhar no que ela chamou de “estratégias de aprendizagem”, partindo de resolução de exercícios práticos para a percepção da teoria, sempre baseado na utilização e produção de modelos tridimensionais de poliedros que permitem que os estudantes observem os elementos fisicamente e assim tirar suas próprias conclusões, num processo de “educação do olhar”. E contrariamente ao modelo tradicional da casa – e de outros estabelecimentos - todos os exercícios iniciam-se com poliedros em vez da sequência ponto-reta-polígono, o que reduziu o grau de abstração e facilitou a compreensão dos conceitos da épura por parte dos estudantes. A compreensão dos conceitos dos elementos vértices, arestas e faces fazem uma ponte natural aos conceitos de ponto, reta e plano, respectivamente.

4 Evolução dos exercícios práticos

Foi elaborada uma apostila de exercícios a serem executados pelos estudantes, iniciando-se com poliedros simples em posições elementares, que permitem a iniciação dos estudantes na épura. O uso de modelos físicos auxilia na compreensão dos diedros e na transposição para a épura. Os primeiros exercícios lançam mão de dois poliedros em posições variadas, de forma que os estudantes possam explorar as situações que vão sendo colocadas e compreender o sistema de projeções e os desafios colocados. Essa apostila vem sendo aprimorada ao longo dos anos pela equipe de professores, com inserção e retirada de exercícios. A análise de cada exercício da apostila de GD 1, utilizada em sala de aula, gerou dados sobre os principais assuntos ou conteúdos abordados em cada exercício. Tais conteúdos podem ser compreendidos a seguir:

- Nomenclatura: a nomenclatura dos poliedros, em conjunto com o desenho/representação, concebe o aprendizado e apreensão da estrutura dos sólidos geométricos;
- Visibilidade: exercícios que trazem os conteúdos de visibilidade como parte diferencial ou primordial e auxiliam na compreensão de como o objeto está posicionado no espaço;
- Coordenadas: a compreensão da abscissa, afastamento e cota de pontos, retas ou planos, e como tais coordenadas influenciam na posição dos objetos e na representação destes;
- Um ou Dois Poliedros: a quantidade de poliedros apresentados nas questões dialoga com a forma como são representados um sólido com toda sua complexidade e variedade, ou um conjunto igualmente complexo;
- Relações entre Elementos Fundamentais (da Geometria Descritiva): pontos, linhas e planos, quando relacionados à geometria, podem compor os elementos de poliedros, que se relacionam entre si de diferentes formas, abordadas de diferentes formas nas questões;
- Relações entre Poliedros e Planos de Projeção: a maneira como se deslocam os poliedros em relação aos planos horizontal e vertical de projeção e como isso influencia na forma de representação de um mesmo poliedro;
- Relações entre base do poliedro e Planos de Projeção: como se estabelece a base do poliedro em relação aos planos de projeção pode definir a posição desse e sua representação.

A utilização desses chamados “conteúdos abordados”, em conjunto aos exercícios propostos e trabalhados em sala, poderá gerar um mapeamento do desenvolvimento individual de cada aluno e como poderão ser resolvidos eventuais problemas relacionados a erros frequentes. A seguir estão os gráficos que apresentam a presença de determinados conteúdos abordados em relação às questões da apostila, separadas por conteúdo de acordo com a ementa da disciplina.

5 Exercício integrado

Em 1929, André Moreux (apud RODRIGUES), admite a dificuldade de aprendizado da Geometria Descritiva e defende que o ensino desta disciplina deve se dar iniciando-se do mais simples ao mais complexo, e aconselha o emprego da perspectiva para uma melhor visualização dos elementos a serem representados em épura. Rodrigues (op.cit.), ao analisar as diferentes escolas no ensino da GD, cita o modelo alemão, que lança mão de um “Museu” com diferentes poliedros e recomenda que os estudantes construam eles mesmos estes modelos tridimensionais e sugere, ao mesmo tempo, que sejam empregadas perspectivas axonométricas e/ou cavaleiras dos elementos a serem representados.

Os experimentos ora apresentados visam a uma adequação das metodologias sugeridas pelos autores usando programas de modelagem digital. Tal estratégia permite a visualização e construção virtual dos modelos e possibilita também a construção física dos mesmos, através de tecnologia CAD-CAM. Para consolidar tal conceito, elaborou-se uma proposta de exercício integrado que consiste no desenvolvimento de um exercício dinâmico a partir de uma construção conjunta dos conteúdos com o aluno. Em síntese, um exercício é dimensionado para o tempo de 2 horas de a ser utilizado na aula e deve ser inserido pontualmente no cronograma, preferencialmente, utilizando a aula introdutória de abertura de cada tópico conteúdo chave da disciplina: (i) projeções em épura; (ii) mudança de plano; (ii) Rotação e Rebatimento; e (iv) seções e interseções de poliedros.

Para identificar os diferentes momentos possíveis para a inserção desta atividade, foi elaborado um mapa de categorização (Tabela 1) do caderno de exercícios que é adotado pela disciplina ao longo do período letivo. Os exercícios foram enquadrados em três categorias, que por vezes, se encontram sobrepostas: (i) Simples – são exercícios de repetição, colocando em prática conhecimentos previamente adquiridos; (ii) Importantes – são exercícios que introduzem um novo assunto, conhecimento ou nova abordagem; (iii) Essenciais – são exercícios que abordam assuntos importantes que permeiam toda a compreensão da disciplina.

Tabela 1 – Mapa de conteúdos do caderno de exercícios de GD 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	*Épura: o espaço e sua representação*
9	10	11	12	13	14	15	16	*Poliedros*
17	18	19	20	21	22	23	24	25	*Mudança de Plano*
26	27	28	29	*Posições Relativas entre Reta e Plano*				
30	31	32	33	34	35	36	37	*Rotação*
38	39	40	41	42	43	44	*Rebatimento*	
45	46	47	48	49	50	51	52	53	*Seções em Poliedros*
54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	*Interseção de Poliedros*

LEGENDA		
Cor	**Característica**	**Descrição**
	Simples	Repetição de exercícios anteriores, colocando em prática conhecimentos préviamene adquiridos
	Importantes	Introdução de novo assunto, conhecimento ou nova abordagem
	Essenciais	Assuntos importantes que permeiam toda a compreensão da disciplina

Fonte: Acervo dos autores.

A sugestão é de que o primeiro exercício integrado esteja locado como uma das atividades iniciais do caderno de exercícios. Portanto, optou-se por utilizar como objeto deste estudo, o exercício 1 do caderno, que trata da composição de dois prismas que devem ter seus vértices e arestas desenhados em épura. O exercício, definido como essencial, aborda temas fundamentais da geometria descritiva e do desenho geométrico, tratando de desenho projetivo, nomenclaturas, pontos, retas e planos, lugar geométrico, tipo de traço e visibilidade.

A atividade pode ser elaborada por duplas, contribuindo assim, para a articulação de ideias durante o processo de desenvolvimento das etapas. O principal objetivo é elaborar a representação em épura de uma composição de sólidos a partir do entendimento de suas relações espaciais. Dentre os objetivos específicos, destacam-se: contribuir para o desenvolvimento da visão espacial; aplicar os fundamentos da geometria descritiva; exercitar o desenho projetivo; instrumentalizar e capacitar o desenvolvimento de habilidades para o desenho arquitetônico.

Os instrumentos didáticos necessários são: diedro (para uso individual e construído em sala com os alunos nas primeiras aulas); primas em escala 1/1 (a planificação é dada no conjunto de materiais da disciplina); folha A4; instrumentos de desenho (esquadros, compasso, lapiseiras, escalímetro e borracha); quadro, computador e projetor.

O exercício é desenvolvido em etapas coordenadas pelo professor e construídas de acordo com a participação dos alunos. Enquanto os exercícios da disciplina se desenrolam em resposta a um enunciado específico, que caracteriza a descrição dos sólidos geométricos em relação aos planos projetantes, o exercício integrado parte de uma composição construída pelos alunos e tem a descrição do conjunto como parte do exercício.

Etapa 01 – Apresentação da estrutura do exercício e discussão das características dos sólidos geométricos adotados: (i) prisma reto (ABCD-AsBsCsDs) com 8cm de altura, base retangular, sendo (AB)=6cm e (AD)=4cm; (ii) prisma reto (PQR-PsQsRs) com 7cm de altura, a base é um triângulo retângulo com ângulo reto no vértice (Q), sendo, (QR)=6cm e (QP)=4cm.

Etapa 02 – Composição física com os dois sólidos sobre o diedro, sendo que, para esta atividade, as bases devem pertencer ao plano horizontal de projeção, ou seja, os vértices da base têm cota igual a zero. A composição (Figura 01) adotada para o estudo dispõe os sólidos de forma que o conteúdo da visibilidade possa ser explorado.

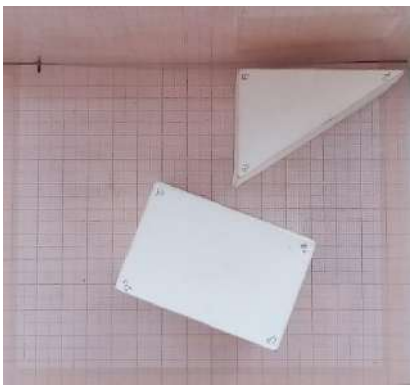
(a) (b) 

Figura 1 – (a) Prismas sobre o diedro - perspectiva; (b) Prismas sobre o diedro - vista superior.
Fonte: Acervo dos Autores.

Etapa 03 – Descrição dos sólidos (Tabela 02) a partir dos conteúdos abordados: nomenclatura; coordenadas (abscissa, afastamento e cota); definição de elementos (pontos, linhas e planos) relacionados à geometria; locação das bases dos prismas e de suas volumetrias relacionadas entre si e com os planos de projeção. A descrição da composição não segue um formato rígido, mas deve ser orientada e contemplar os conteúdos da disciplina.

Tabela 2 – Descrição dos sólidos em relação aos planos de projeção horizontal e vertical.

Prisma (ABCD-AsBsCsDs)	(A) (5,0; 5,0; 0,0); (B) (...; 7,0; 0,0), sendo a solução de maior abscissa; (C) (...; ...; 0,0).
Prisma (PQR-PsQsRs)	(P) (8,0; 5,0; ...); Abscissa de (Q) = Abscissa de (P); (R) é o vértice de > abscissa.

Fonte: Acervo dos autores.

Etapa 04 – Composição digital com os dois sólidos (Figura 2) construídos em tempo real a partir dos dados definidos na etapa 03. Esta etapa é coordenada pelo professor e não demanda conhecimento do software por parte dos alunos. O objetivo é instigar o aluno a conhecer ferramentas digitais que auxiliem a concepção e a representação gráfica, além de contribuir para o desenvolvimento da visão espacial.

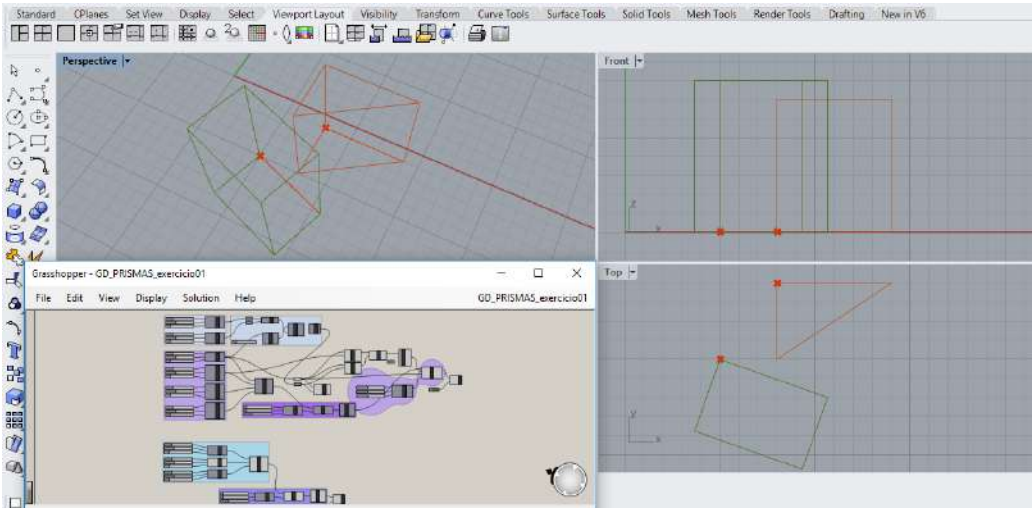


Figura 2 – Modelagem digital dos prismas do exercício integrado.
Fonte: Acervo dos Autores._

Esta etapa demanda a elaboração prévia de um algoritmo que permita a modelagem da geometria a partir de entrada de dados a serem processados por regras pré-estabelecidas. Algoritmo pode ser definido como um conjunto de regras bem definidas que tomam um conjunto de valores como entrada e, em um número finito de etapas, produz um conjunto de valores como saída, ou seja, define a resposta a uma pergunta, ou a solução de um problema (CORMEN et al., 2012).

Neste caso, o algoritmo deve contemplar uma certa diversidade de ações com base nas possíveis descrições dos sólidos. O software utilizado para a modelagem digital foi o Rhinoceros com o *plug-in* Grasshopper que permite o desenvolvimento de algoritmos para a construção de um objeto geométrico.Etapa 05 – Desenhar em épura as projeções dos vértices e arestas dos prismas retos utilizados na composição (Figura 3). Atentar para a definição de traços em linha contínua e tracejada para definir a visibilidade do conjunto.

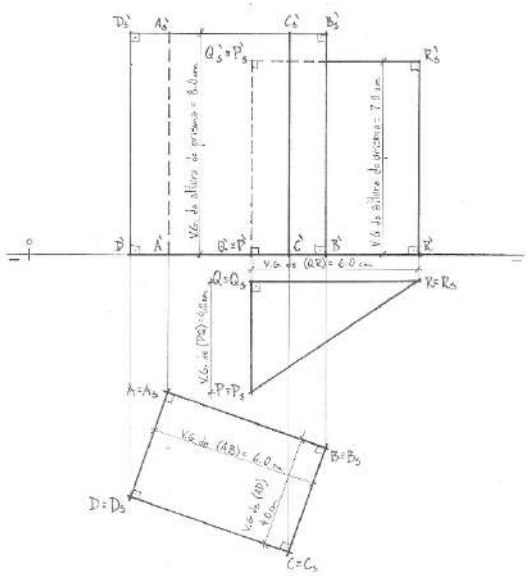


Figura 3 – Projeção dos vértices e arestas dos prismas do exercício integrado em épura.
Fonte: Acervo dos Autores._

Ao concluir as etapas, espera-se que o aluno tenha compreendido e exercitado o conteúdo de forma dinâmica e integrada. O debate e as reflexões acerca das diferentes construções gráficas da mesma composição espacial devem ser incentivados. Acredita-se que esta proposta estimule um processo de aprendizagem capaz de integrar os conteúdos, inclusive a outras disciplinas, criando diferentes associações da informação, por meios físicos e digitais, gráficos e textuais.

Fazer a descrição do exercício: Utilizar os modelos físicos de tais prismas e poliedros para definir uma composição no diedro (imagem). Fazer a descrição de tal composição citando os conteúdos do item 3.1. Apresentar algoritmo. Com o programa Rhinoceros e Grasshopper o professor insere os dados das descrições feitas pelos alunos e trabalha de maneira integrada com a turma debatendo sobre os dados. A composição fica projetada no quadro a medida que é construída. Três telas abertas: perspectiva, vista superior e vista frontal, como na épura. Depois de pronto e dos debates consolidados, o aluno inicia o desenho da épura com instrumentos de desenho.

6 Considerações Finais

Desde 2007 alterações substanciais têm sido realizadas no ensino de Geometria Descritiva na FAU-UFRJ, com vistas a reaproximar a disciplina da prática do Arquiteto. Os exercícios práticos aliados aos modelos físicos são os suportes para a apreensão dos conceitos fundamentais da Geometria Descritiva. A intenção é o desenvolvimento da observação atenta, de maneira que os estudantes possam “descobrir” e “educar” o olhar.

Essa busca da aproximação com a prática é também o que tem impulsionado a constante atualização da metodologia de ensino. O primeiro momento foi de se estabelecer as melhores estratégias para compreensão da épura, que culminou na produção de uma apostila de exercícios a serem aplicados em sala, com aulas de cunho prático que privilegiam a autonomia dos estudantes para o aprendizado através da observação. De maneira constante têm sido feitas alterações na apostila a partir de depuração de conteúdo, focadas na de-

finição dos elementos essenciais da geometria, tanto para o desenvolvimento do raciocínio espacial do arquiteto urbanista quanto para o emprego em novas tecnologias. Neste sentido, buscam-se, no momento atual, meios de aliar os conteúdos e métodos já desenvolvidos à modelagem digital, de maneira que os estudantes possam, através do computador, explorar as características dos entes geométricos, apreender a representação bi-projetiva e fazer a iniciação nas ferramentas computacionais. Esta etapa de trabalho deverá ainda retroalimentar os estudos de conteúdo da própria GD, de forma a indicar melhor quais os elementos que ganham ou perdem importância na prática do arquiteto dos tempos atuais, de forma a otimizar o tempo de aula.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Professora Maria Angela Dias pelo desenvolvimento da pesquisa em curso, assim como pelas reflexões sobre ensino de Geometria Descritiva compartilhados com os membros do Grupo de Pesquisa Educação do Olhar.

Referências

CORMEN, T.H. et al. **Algoritmos:** Teoria e prática. [trad. Arlete Simille Marques]. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. [versão e-book].

DIAS, M. A. **Projeto FAPERJ.** Rio de Janeiro, 2011.

DIAS, M. A. **Conferência proferida para promoção de cargo Titular.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

GANI, D.C. **A geometria de Gaspard Monge:** o método descritivo que prescinde da técnica da dupla projeção ortogonal e independe dos meio de representação. 2016. 209 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, PROARQ, UFRJ, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/21/teses/836118.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2019.

LYNN, G. (Coord.). **L'archéologie du numérique.** Montréal: CCA, 2v. 2013.

MARQUES, J. S. **As Imagens do Desenho:** Percepção espacial e representação. Trabalho de síntese, Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto, 2006.

MITCHELL W. J. **A lógica da arquitetura: projeto, computação e cognição.** Tradução Gabriela Celani. Campinas, SP: Ed. Unicamp, 2008.

POTTMANN, H., ASPERL, A., HOFER, M., KILIAN, A. **ARCHITECTURAL GEOMETRY.** Exton: Bentley Institute Press, 2007.

RODRIGUES, A. **Geometria Descritiva:** operações fundamentais e poliedros. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1961.

SCHEER, D. R. **The Death of Drawing:** Architecture in the Age of Simulation. Kindle Edition. New York: Ed. Routledge, 2014.

UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Disciplina de Geometria Descritiva I – código FAR 116** – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Sistema Integrado de Gestão Acadêmica - SIGA. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

AMBIENTE WEB DE REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL PARA VISUALIZAÇÃO DOS PLANETAS DO SISTEMA SOLAR

SIQUEIRA, Paulo Henrique[1]

Resumo

Este artigo mostra o desenvolvimento de um ambiente web para visualizações dos planetas do Sistema Solar em Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV). Com objetivo de mostrar o Sistema Solar de maneira mais próxima da realidade, as medidas usadas neste trabalho envolvem distâncias entre os planetas e o Sol, limites de distâncias mínimo (periélio) e máximo (afélio), rotações, além de inclinações e excentricidades das órbitas elípticas. Para melhorar a visualização das órbitas, as métricas de distâncias, diâmetros e rotações foram adaptadas com o conceito de equivalência de áreas de círculos e médias geométricas, suavizando as diferenças de grandezas. O ambiente desenvolvido pode ser usado em sala de aula para a visualização do Sistema Solar em RA, com a possibilidade de manipulações das representações dos planetas pelos alunos com o ambiente criado em RV, além de estudos das leis de Kepler, propriedades de inclinações e rotações dos planetas. Este trabalho serve como uma maneira de encorajar os professores para desenvolverem materiais com a tecnologia mostrada com o objetivo de propagar e popularizar o uso de RA e RV em ambiente web nas salas de aula.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Realidade Virtual; Visualização gráfica.

Abstract

This paper shows the development of a webpage environment created to visualizations of the Solar System planets with Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR). With the objective to show the Solar System closer to reality, the measurements used in this paper involve distances between the planets and the Sun, limits of minimum (perihelion) and maximum distances (aphelion), rotations, inclinations and eccentricities of the elliptical orbits. To improve the orbits visualization, distances, diameters and rotations metrics were adapted with proportional circles areas and geometrical mean, smoothing the differences of magnitudes. The developed environment can be used in the classroom to visualize the Solar System in AR, with the possibility of manipulations of the planets representations by the students with the environment created in VR, besides studies of the laws of Kepler, properties of inclinations and rotations of the planets. This work serves as a way to encourage teachers to develop materials with the technology shown in order to propagate and popularize the use of AR and VR in classroom programmed as in a web environment.

Keywords: Augmented Reality; Virtual Reality; Graphical Visualization.

[1] Universidade Federal do Paraná, paulohs@ufpr.br

1 Introdução

Disciplinas que envolvem conceitos tridimensionais quase sempre necessitam de recursos auxiliares para a completa compreensão dos alunos e o desenvolvimento ideal de suas habilidades espaciais. A manipulação dos objetos pelos alunos é importante para ajudar a compreensão destes conceitos. Os materiais concretos podem ser feitos hoje em dia com impressões 3D para aulas de Biologia (McMENAMIN et al., 2014), Geometria (HULEIHIL, 2017) ou disciplinas com conteúdos que envolvam representações 3D. O desenvolvimento de ambientes ou aplicativos web para o ensino também ajuda em visualizações e manipulações de conceitos de Geometria (CANTOS, IZQUIERDO e CANTOS, 2016).

Outra alternativa para auxiliar o ensino de conteúdos que envolvem conceitos de 3D é o uso de modelagem com tecnologias virtuais. A Realidade Virtual (RV) serve para criar um ambiente imersivo com manipulação dos objetos através de controles e óculos imersivos (MORO et al., 2017). Ambientes em RV auxiliam a visualização de fenômenos físicos ou biológicos, simulações de treinamentos, jogos educacionais e outras áreas da educação.

A Realidade Aumentada (RA) utiliza um dispositivo com câmera para colocá-lo junto com o ambiente da imagem da câmera, criando camadas virtuais de objetos 3D e texto sobre a imagem da câmera em tempo real (KIRNER e KIRNER, 2011). Trabalhos recentes mostram aplicações de RA muito interessantes para auxílio no ensino de várias áreas, tais como Geometria (GONZÁLEZ, 2017) e Arquitetura (ABDULLAH et al., 2017). As contribuições do uso de RA na área da educação demonstram que se trata de uma poderosa ferramenta para uso em sala de aula, pois permite várias formas de interações visuais no aprendizado de diversas disciplinas (AKÇAYIR e AKÇAYIR, 2017).

Os conceitos básicos de Astronomia não são fáceis de ensinar, pois são conteúdos distantes da realidade cotidiana dos alunos. A representação do Sistema Solar envolve conceitos de Geometria, tais como distâncias, diâmetros, rotações e excentricidades das órbitas. Os recursos de RA podem contribuir na visualização de cada planeta (XIAO et al., 2018), ou com relações da órbita da Terra com o Sol (SHELTON e HEDLEY, 2002).

O uso da RA pode complementar a utilização dos materiais didáticos tradicionais no ensino dos conceitos da Astronomia, pois os alunos podem interagir e visualizar os planetas e suas propriedades de maneira mais efetiva e significativa. A RV pode auxiliar na interação dos alunos com as representações dos planetas, transformando o ensino dos conteúdos de Astronomia em aulas de campo virtuais (DEVECIOGLU-KAYMAKCI, 2016).

Neste trabalho são apresentados os elementos para a construção de um ambiente web que utiliza as tecnologias de RV e RA para representar o Sistema Solar. A ideia principal é usar uma página em HTML para RA, com links para as páginas desenvolvidas em RV. Na página em RA, os alunos visualizam o Sistema Solar através de diversos pontos de vista e acessam os sites de RV para manipularem as representações dos planetas e órbitas com dispositivos móveis, computadores ou podem até imergirem na cena com óculos de RV.

Os comandos usados na construção do ambiente proposto em RA e RV são intuitivos, e exigem apenas conhecimentos básicos de HTML. Trata-se de uma excelente e simples ferramenta de programação, que possibilita aplicações em sala de aula sem dificuldades apontadas no uso de algumas tecnologias de RA (MUNOZ-CRISTÓBAL et al., 2018).

2 Dados da Modelagem

Os dados para construção do modelo de Sistema Solar nos ambientes de RV e RA foram obtidos da *National Aeronautics and Space Administration - NASA* e envolvem distâncias, diâmetros e períodos de rotação em torno do sol e dos próprios planetas.

2.1 Distâncias e diâmetros

As informações de distâncias utilizadas de cada planeta são: diâmetro (*d*), distância do sol (*r*) e os limites de distâncias ao sol periélio e afélio. A modelagem das distâncias dos planetas ao Sol pode ser feita utilizando-se um planeta como referência e calculando-se as demais distâncias relativas através de regras de três simples. Considerando-se a distância de Plutão ao Sol como um referencial p_{dist} = 100% e R = 26m os valores proporcionais das distâncias dos demais planetas ao Sol r_p são mostrados na Tabela 1.

Porém, conforme mostra a Tabela 1, as menores distâncias têm valores muito próximos e menores do que 1m, dificultando-se a visualização entre estas órbitas. Para melhorar as visualizações das órbitas sem perder as proporções das distâncias, o conceito de área dos círculos centrados no Sol pode ser utilizado, considerando os círculos como aproximações das órbitas dos planetas. Desta forma, o raio do círculo de uma órbita r_o é considerado com área de proporção p_{dist} em relação à área do círculo da órbita de Plutão:

$$\pi r_o^2 = p_{dist}\pi R^2 \quad \therefore \; r_o = \sqrt{p_{dist}R^2} = R\sqrt{p_{dist}}, \tag{1}$$

ou seja, r_o é a média geométrica entre $p_{dist}R$ e R. Os valores dos raios r_o calculados através da equação (1) são mostrados na Tabela 1.

A Figura 1 mostra a vista superior da representação das órbitas até Plutão utilizando-se os raios proporcionais r_p e os raios com áreas proporcionais r_o. A visualização das órbitas com os raios r_o fica mais clara e compreensível para aplicar em sala de aula, sem perder a proporcionalidade, que foi usada nas áreas dos círculos.

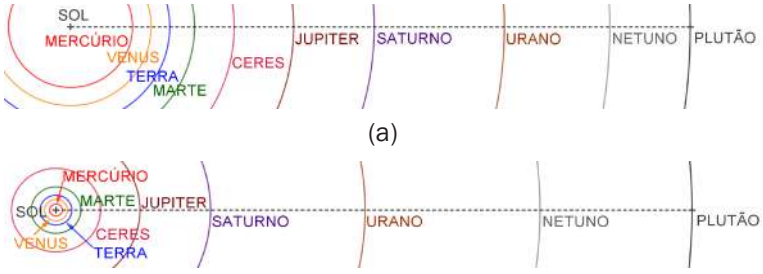
Os diâmetros dos planetas também podem ser calculados através da equação (1), usando-se como referência o diâmetro do Sol. A Tabela 1 mostra os percentuais p_d dos diâmetros dos planetas em relação ao diâmetro do Sol, os diâmetros proporcionais d_p e os diâmetros propostos d_{prop} através da equação (1), considerando-se o diâmetro do Sol com medida D = 4m utilizado no ambiente virtual.

Tabela 1 – Diâmetros e distâncias ao Sol

astro	***r* (10^6 km)**	**p_{dist} (%)**	**r_p (m)**	**r_o (m)**	***d* (km)**	**p_d (%)**	**d_p (m)**	**d_{prop} (m)**
Sol	-	-	-	-	*1.391.016*	*100*	*D = 4*	*4*
Mercúrio	57,9	1	0,25	2,57	4.879	0,35	0,014	0,237
Venus	108,2	1,8	0,48	3,52	12.104	0,87	0,035	0,373
Terra	149,6	2,5	0,66	4,14	12.756	0,92	0,037	0,383
Marte	227,9	3,9	1	5,11	6.792	0,49	0,02	0,28
Jupiter	778,6	13,2	3,43	9,44	142.984	10,3	0,411	1,284
Saturno	1.433,5	24,3	6,31	12,81	120.536	8,67	0,347	1,177
Urano	2.872,5	48,6	12,64	18,13	51.118	3,67	0,147	0,767
Netuno	4.495.1	76,1	19,79	22,68	49.528	3,56	0,142	0,755

Ceres	413	7	1,82	6,88	952	0,07	0,003	0,105
Plutão	*5.906,4*	*100*	*R = 26*	*26*	2.370	0,17	0,007	0,165
Haumea	6.452	109	28,4	27,17	1.240	0,09	0,004	0,119
Makemake	6.847	116	30,14	27,99	1.430	0,1	0,004	0,128
Eris	10.125	171	44,57	34,04	2.326	0,17	0,007	0,164

De acordo com a primeira Lei de Kepler, as órbitas dos planetas são elípticas e o Sol ocupa a posição de um dos focos da cada órbita (MURRAY e DERMOTT, 1999). A posição correta da elipse de cada órbita é possível considerando-se as medidas que representam a maior (afélio) e a menor (periélio) distância da órbita de um planeta ao Sol.



(a)

(b)

Figura 1. Distâncias entre as órbitas com: (a) médias geométricas; (b) proporção direta dos raios.
Fonte: o autor.

O deslocamento Δ de cada planeta em relação ao Sol, é a diferença entre a distância de cada órbita r_o com os respectivos perihelions. Portanto, cada órbita sofre um deslocamento Δ, que é uma translação da órbita elíptica a partir do centro do Sol na direção do afélio de cada planeta. O periélio de Mercúrio mede $46x10^6$km (NASA, 2019), o equivalente em RV/RA a *ph* = 2,83m com uso da média geométrica. O deslocamento deste planeta mede $11,9x10^6$km, que pode ser representado no ambiente virtual com valor Δ = 0,28m.

2.2 Períodos orbital e de rotação

O período orbital t_o é a quantidade de dias que um planeta leva para fazer uma rotação completa de 360º em torno do Sol. O período de rotação t_r representa o número de dias que um planeta leva para completar uma rotação de 360º em torno de seu próprio eixo (MURRAY e DERMOTT, 1999; NASA, 2019).

O período orbital de Mercúrio representa apenas 0,1% do período orbital de Plutão, ou seja, enquanto Mercúrio dá 1000 voltas em torno do Sol, Plutão consegue completar apenas 1 volta. Estas grandes diferenças acontecem também com os períodos de rotação. Por exemplo, Jupiter leva pouco mais de 9 horas para completar uma rotação em torno de seu eixo, enquanto Venus tem o período de rotação de 243,02 dias (NASA, 2019).

Para suavizar grandes diferenças que existem entre os períodos orbitais e de rotação dos planetas e do Sol, a mesma metodologia com médias geométricas pode ser utilizada para estas medidas, evitando-se problemas de visualizações causados por rotações muito lentas ou rápidas.

Usando-se o período orbital de Plutão de 90.500 dias como referência, com duração em RV/RA de 5.000s, os períodos orbitais de Marte e Mercúrio, que medem 687 e 88 dias respectivamente, transformam-se em 435,4s e 155,88s na programação virtual com médias

geométricas. Utilizando-se a mesma referência, os períodos de rotação do Sol, de Vênus e de Mercúrio, que medem 35, 243,02 e 58,65 dias, respectivamente, transformam-se em 98,3s, 259,01s e 127,24s para uso em RV/RA.

2.3 Ângulos, inclinações e excentricidade das órbitas

A representação da órbita de um planeta pode ser feita através de uma linha imaginária que passa pelo centro do planeta e descreve uma elipse em torno do Sol. Esta elipse tem centro posicionado com deslocamento Δ a partir do centro do Sol, com uma inclinação *i* em relação a um plano de referência. A interseção deste plano com o plano da elipse é chamada de linha dos nós, e o eixo *d* com origem no centro do Sol é utilizado como referência para todos os planetas (MURRAY e DERMOTT, 1999).

A posição do perihelion de um planeta é possível com a determinação de dois ângulos: a longitude do nó ascendente Ω, formada entre o eixo *d* e a linha dos nós; e a longitude do perihelion ω, formada entre a linha dos nós e o ponto perihelion. Os ângulos Ω e ω estão ilustrados na Figura 2.

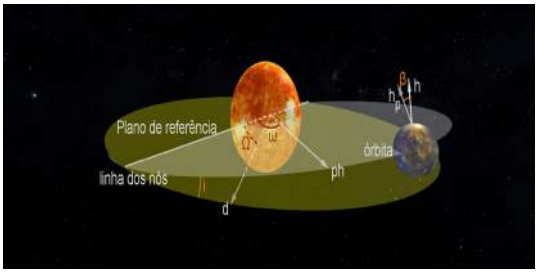


Figura 2. Ângulos usados para posicionar as órbitas dos planetas.
Fonte: o autor.

Considerando-se o eixo *h* ortogonal ao plano da órbita, cada planeta tem um eixo denominado h_p que passa por seus polos. O ângulo β formado entre os eixos *h* e h_p é chamado de inclinação ou obliquidade do planeta (MURRAY e DERMOTT, 1999) e está ilustrado na Figura 2. Os valores destes ângulos podem ser consultados em NASA (2019).

Apesar dos valores pequenos de excentricidades, as órbitas dos planetas possuem formato elíptico. O semi-eixo maior da elipse da órbita de um planeta é a distância r_o do mesmo até o Sol. O cálculo da medida do semi-eixo menor *b* da órbita de um planeta pode ser feito usando-se a definição de excentricidade de uma elipse com semi-eixo maior r_o e distância focal 2*c*:

$$e = c/r_o, \text{ onde } c^2 = r_o^2 - b^2$$

Substituindo-se o valor de *c* na primeira igualdade, obtém-se o valor de *b*:

$$b = r_o\sqrt{1 - e^2}. \qquad (2)$$

Os planetas Vênus, Terra e Netuno ficam com as representações aproximadas por círculos, pois têm excentricidades próximas de zero. No caso da excentricidade de Plutão, que vale *e* = 0,248, o eixo menor em RV/RA mede *b* = 25,19m, equivalente a 96,9% do eixo maior r_o = 26m. No caso de Mercúrio, com *e* = 0,206, seu eixo menor mede *b* = 2,519m em RV/RA, equivalente a 97,9% do valor r_o mostrado na seção 2.1.

3 Realidade Virtual

Os elementos do Sistema Solar mostrados na seção 2 foram programados tanto em Realidade Virtual quanto em Realidade Aumentada. Nos dois casos, foram utilizadas as bibliotecas do A-frame, ambiente desenvolvido pela equipe de RV do Mozilla (OLIVEIRA, 2018). O A-frame utiliza funções da biblioteca Three.js do Java com *tag*s do HTML puro, permitindo que toda a programação de RV ou RA seja feita em uma página da web, que segue a composição de *tag*s com princípios de herança e hierarquia (A-FRAME, 2019).

As *tag*s principais da modelagem de uma parte do Sistema Solar em RV são mostradas nesta seção, ilustradas na Figura 3. As informações colocadas nesta figura incluem as *tag*s do Sol e de Mercúrio e os demais planetas têm estrutura similar. Na *tag* de cabeçalho da página HTML está inserida a referência à biblioteca principal do A-frame entre as linhas 3 e 5. Todas as referências de bibliotecas podem ser inseridas nesta *tag* de cabeçalho.

A modelagem do Sistema Solar está definida nas *tag*s do corpo da página HTML. Nas linhas 7 e 8 da Figura 3 encontram-se as definições para interação do usuário com o mouse ou controle de RV e a câmera da cena com posição inicial nas coordenadas x (direita/esquerda), y (altura) e z (profundidade). Os valores iniciais são: x = 0 que centraliza a câmera na tela; y = 2m que representa a altura do observador; e z = 8m para afastar o observador da origem do sistema, onde está representado o Sol.

As *tag*s que definem as texturas usadas nos planetas estão colocadas entre as linhas 9 e 13. As imagens foram retiradas do site gratuito de modelos do Sistema Solar (SOLAR SYSTEM, 2019). A imagem da Via Láctea está referenciada como imagem de fundo de 360º da cena na *tag a-sky* da linha 14.

A modelagem do Sol está nas *tag*s entre as linhas 15 e 18. A textura do Sol está referenciada como *#sun*, raio de 2m e animação para representar o período de rotação de 98,3s. Como a unidade do A-frame é milisegundos, a duração da animação equivale a t_r = 98.300ms. Nesta *tag* de animação são definidos o ângulo de inclinação do eixo β = 7.25º em relação ao eixo x e a rotação completa de 0º a 360º em torno do eixo y.

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3  <head>
4   <script src="https://aframe.io/releases/0.8.2/aframe.min.js"></script>
5  </head>
6  <body>
7  <a-scene cursor="rayOrigin:mouse">
8  <a-entity camera look-controls position="0, 2, 8"></a-entity>
9  <a-assets>
10   <img id="milkyway" src="imagens/milky_way.jpg">
11   <img id="sun" src="imagens/sun.jpg">
12   <img id="mercury" src="imagens/mercury.jpg">
13 </a-assets>
14 <a-sky src="#milkyway"></a-sky>
15 <a-sphere src="#sun" radius="2">
16  <a-animation attribute="rotation" dur="98300" easing="linear" repeat="indefinite"
17   from="7.25, 0, 0" to="7.25, 360, 0"></a-animation>
18 </a-sphere>
19 <a-entity id="i" rotation="7, 48.3, 0" scale="1, 1, 0.979">
20  <a-entity id="i_ph" rotation="0, 77.45, 0">
21   <a-entity id="desl" position="-0.28, 0, 0">
22    <a-sphere src="#mercury" radius="0.12" position="2.57, 0, 0" scale="1, 1, 1.021">
23     <a-animation attribute="rotation" dur="127240" easing="linear" repeat="indefinite"
24       from="0.03, 0, 0" to="0.03, 360, 0"></a-animation>
25    </a-sphere>
26    <a-text id="label" value="MERCURY" position="2.57, 0.3, 0"></a-text>
27    <a-torus id="orb" rotation="-90, 0, 0" radius="2.57" color="cyan"
28      radius-tubular="0.008"></a-torus>
29    <a-animation id="p_orb" attribute="rotation" dur="155880" repeat="indefinite"
30      to="0, 360, 0" easing="linear"></a-animation>
31   </a-entity>
32  </a-entity>
33 </a-entity>
34 <tags dos outros planetas do sistema solar>
35 </a-scene>
36 </body>
37 </html>
```

Figura 3. *Tag*s da página de RV em A-frame para a modelagem do Sistema Solar.
Fonte: o autor.

As *tag*s da órbita de Mercúrio estão colocadas entre as linhas 19 e 33 da Figura 3. A primeira *tag* com id=”i” define a inclinação do plano da órbita com as medidas i = 7º em torno do eixo x e Ω = 48,3º em torno do eixo y. A excentricidade é usada como fator de escala sobre o semi-eixo menor da elipse, com valor b_p = 0,979.

A *tag* com id=”i_ph” (linha 20) define a longitude do perihelion ω = 77,45º em torno do eixo y. A *tag* com id=”desl” (linha 21) faz a translação do plano da órbita com o valor Δ = 0,28m. A linha 23 tem a referência da textura *#mercury*, raio $d_p/2$ = 0,12m, distância ao Sol r_o = 2,57m, escala inversa da excentricidade $1/b_p$ = 1,021 no eixo menor, inclinação do eixo β = 0,03º e a animação para o período de rotação t_r = 127.240ms.

A *tag a-text* com id=”label” (linha 26) posiciona o rótulo do planeta. A *tag* com id=”orb” (linha 27) define a órbita como um toro de raio maior r_o e raio tubular 0,008m. A *tag* com id=”p_orb” (linha 29) define a animação do período orbital t_o = 155.880ms. As *tag*s dos outros planetas podem ser colocadas a partir da linha 34 da Figura 3.

Uma forma de interação com os elementos da cena é através da função de órbita (NGO, 2019), que permite a movimentação da câmera em torno dos objetos da cena. Ao usar os óculos de RV, a movimentação da câmera com a função de órbita é automática. Nos computadores, tablets e smartphones, a movimentação da câmera em torno dos objetos pode ser feita através do mouse, teclado ou *touch*.

A Figura 4 mostra uma região das órbitas modeladas em RV com códigos HTML do A-frame. Esta visualização mostra as inclinações de órbitas e posições relativas dos planetas em relação ao Sol com as métricas propostas na seção anterior. A Figura 5 mostra uma parte do Sistema Solar modelado em RV, destacando-se os planetas mais próximos do Sol e também a grande inclinação i = 10,6º da órbita de Ceres.

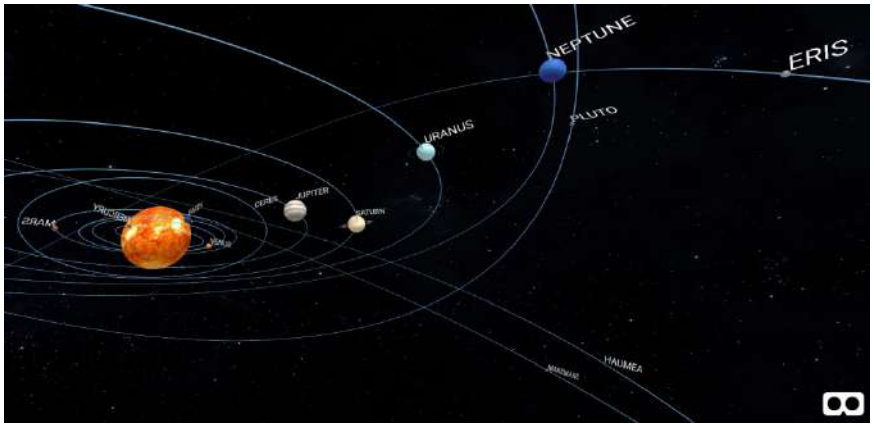


Figura 4. Visão ampliada das órbitas do Sistema Solar modeladas em RV.
Fonte: o autor.

Por se tratar de uma página web, os visitantes têm opções de visualizações em tablets, computadores, smartphones, além dos oculus Rift, oculus Vive, Daydream e gearVR. Os comandos de interações com os planetas podem ser modelados na imersão da cena de RV para manipulações individuais de planetas (MURPHY, 2019) ou teleporte em locais da cena (SERRANO, 2019).

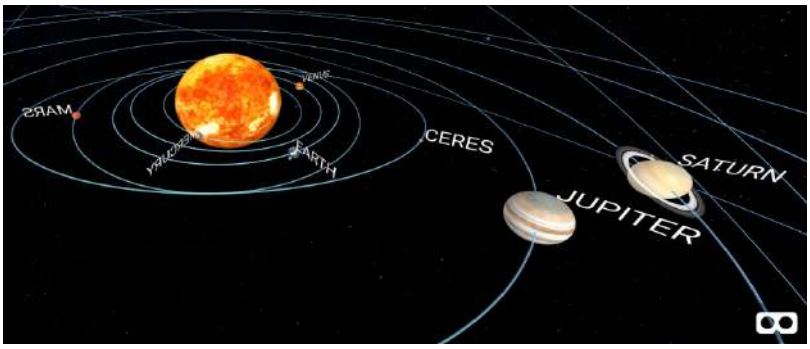


Figura 5. Visualização parcial do Sistema Solar com RV usando-se A-frame.
Fonte: o autor.

4 Realidade Aumentada

Em um ambiente programado em Realidade Aumentada, os elementos modelados em Realidade Virtual podem ser misturados com objetos físicos mostrados através da câmera de um dispositivo. A programação da página web do Sistema Solar em RA usa as mesmas *tags* estruturais mostradas na Seção 3, incluindo-se a *tag* referencial da visualização em RA, desenvolvida por Etienne (2019), que deve ser inserida no cabeçalho da página junto com a *tag* referencial do A-frame.

As *tags* do Sistema Solar em RA estão colocadas na Figura 6. A *tag* da cena em RA tem a inclusão de propriedades de incorporação da imagem da webcam e captura de interação

com mouse ou raios de controles em objetos com links (linhas 7 e 8). A cena em RA tem marcadores, que funcionam com códigos de bits 0 e 1 em forma matricial de imagens que são reconhecidas através da webcam (ISHII, 2010). Estes marcadores funcionam como pontos de referência, onde podem ser estabelecidas posições específicas para os objetos virtuais que aparecem na imagem real da webcam.

```
1  <head>
2   <script src="https://aframe.io/releases/0.8.2/aframe.min.js"></script>
3   <script src="https://jeromeetienne.github.io/AR.js/aframe/build/
4      aframe-ar.min.js"></script>
5  </head>
6  <body>
7  <a-scene embedded cursor="rayOrigin:mouse" raycaster="objects:[link];"
8     arjs='sourceType:webcam; detectionMode:mono_and_matrix; matrixCodeType:3x3;'>
9  <a-marker preset="hiro">
10   <a-link href="solarsystem.html" title="VR"></a-link>
11   <a-entity position="0 0.5 0" scale="0.2 0.2 0.2">
12    <tags dos planetas do sistema solar>
13   </a-entity>
14 </a-marker>
```

Figura 6. *Tags* da página de RA em A-frame para a modelagem do Sistema Solar.
Fonte: o autor.

Quando a imagem de um marcador for reconhecida na cena de RA, os elementos modelados em RV são ativados. Existem mais de 80 opções de marcadores programados na biblioteca desenvolvida por Etienne (2019), que são representados por *tags* que englobam os elementos programados em RV que são ativados. Os mais comuns são hiro, kanji e os *QR* (*quick response*) *codes*, ilustrados na Figura 7.

Figura 7. Marcadores usados no A-frame: hiro, kanji e o *QR code* #20.
Fonte: o autor.

Com os marcadores impressos, os alunos podem acessar de seus dispositivos a página web, visualizam os marcadores programados e os respectivos objetos programados em RV aparecem nas telas dos dispositivos em RA. O marcador hiro foi usado para a visualização em RA dos planetas do Sistema Solar. A estrutura de suas *tags* está entre as linhas 9 e 14 da Figura 6. Nestas *tags*, *a-entity* serve para agrupar os elementos do Sistema Solar, posicioná-los sobre o marcador e usar escalas. A *tag link* (linha 10) cria a interação para acesso das páginas programadas em RV através de círculos azuis que aparecem sobre os marcadores. A Figura 8 mostra o Sistema Solar em RA com o marcador hiro.

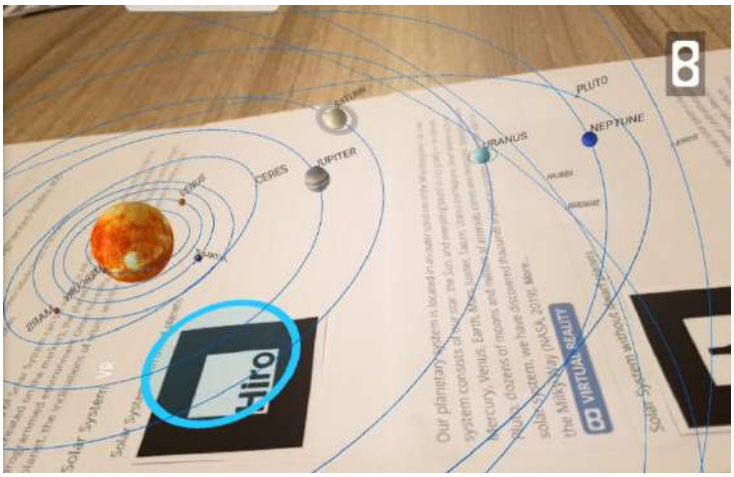


Figura 8. Visualização dos planetas do Sistema Solar em RA com o marcador hiro.
Fonte: o autor.

A visualização dos planetas de forma individual pode ser feita na mesma página com outros *QR codes*. Com esta visualização, é possível mostrar os pontos afélio e periélio, a linha dos nós, a inclinação do eixo e os períodos dos planetas. O uso do *QR code* #20 está ilustrado na Figura 9, com os elementos de Marte.

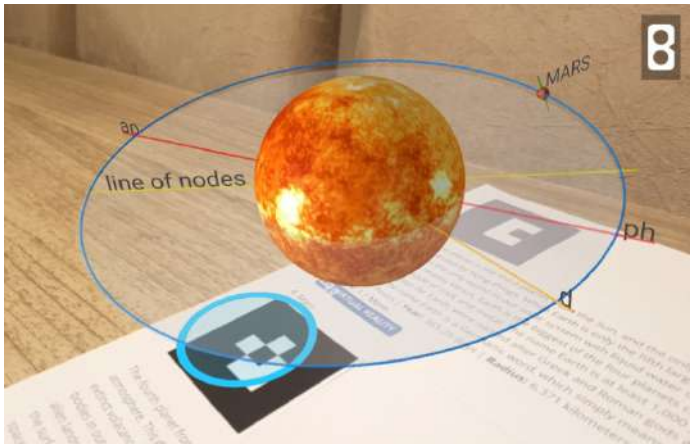


Figura 9. Visualização da órbita de Marte em RA com o *QR code* #20.
Fonte: o autor.

A página desenvolvida em RA possui todos os links para visualizações dos elementos em RV mostrados neste trabalho e encontra-se disponível em: https://paulohscwb.github.io/solar-system/

5 Conclusões

Este trabalho mostra um sistema baseado em web para visualização do Sistema Solar em Realidade Virtual e Realidade Aumentada. Através da visualização de marcadores impressos, os alunos podem visualizar os planetas do Sistema Solar em RA com qualquer dispositivo com webcam e acesso à internet, com links para as visualizações em RV.

As métricas propostas neste trabalho utilizam o conceito de equivalência de áreas de círculos e médias geométricas, com objetivo de melhorar as visualizações das órbitas e dos

planetas com uma suavização de grandezas. O resultado mostra que se trata de uma ferramenta útil para uso em sala de aula, pois permite que os alunos visualizem e manipulem as representações gráficas dos planetas com seus dispositivos ou que usem os óculos de Realidade Virtual para imersão completa na cena.

O ambiente programado pode ser explorado em aulas sobre excentricidade de elipses, ângulos, proporções e as leis de Kepler. Todos os elementos podem ser visualizados em RA e RV e os alunos podem movimentar a câmera da cena para encontrarem os melhores pontos de vista do Sistema Solar em RV com ferramentas desenvolvidas para o A-frame para orbitar a câmera em torno dos objetos.

Algumas vantagens da criação de ambientes de RA e RV como páginas da web para uso em sala de aula são a praticidade, baixo custo, ótimo desempenho, a simplicidade de programação e o funcionamento em todos os tipos de smartphones e tablets. Outra vantagem desta ferramenta é o carregamento quase que imediato do site, pois é construído em HTML com referências de bibliotecas de RV desenvolvidas em Java. Os alunos não precisam fazer download de aplicativos e diversos marcadores podem ser usados em uma mesma página de HTML, que permitem a criação de materiais didáticos com diversos temas programados em RA e RV. Esta ferramenta pode ser usada em outras disciplinas, tais como Geometria, Cálculo Diferencial e Integral, Estatística, Biologia, Química, Engenharia e outras áreas que utilizam representações gráficas em 3D.

Referências

ABDULLAH, F., KASSIM, M. H. B., SANUSI, A. N. Z. **Go virtual: exploring augmented reality application in representation of steel architectural construction for the enhancement of architecture education**. Advanced Science Letters, v. 23, n. 2, p. 804-808, fev. 2017.

A-FRAME. **A-frame documentation of Virtual Reality.** Disponível em: **<**https://aframe. io/docs/0.8.0/introduction>. Acesso em: 20 fev. 2019.

AKÇAYIR, M., AKÇAYIR, G. **Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature**. Educational Research Review, v. 20, p. 1-11, fev. 2017.

CANTOS, L. A., IZQUIERDO, J. L., CANTOS, E. C. **Interactive multimedia application for teaching and learning in Analytical Geometry.** IEEE Latin America Transactions, v. 14, n. 7, p. 3461-3466, out. 2016.

DEVECIOGLU-KAYMAKCI, Y. **Embedding Analogical Reasoning into 5E Learning Model: A Study of the Solar System**. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, v. 12, n. 4, p. 881-911, fev. 2016.

ETIENNE, J. **Efficient Augmented Reality for the Web. Disponível em:** <https://github. com/jeromeetienne/AR.js>. Acesso em 20 fev. 2019.

GONZÁLEZ, N. A. A. **Development of spatial skills with virtual reality and augmented reality.** International Journal on Interactive Design and Manufacturing, v. 12, n. 1, p. 133-144, mar. 2017.

HULEIHIL, M. **3D printing technology as innovative tool for math and geometry teaching applications**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 164, n. 1, p. 1-7, 2017.

ISHII, H. **Augmented Reality: Fundamentals and Nuclear Related Applications**. International Journal of Nuclear Safety and simulation, v. 1, n. 1, dez. 2010.

KIRNER, C., KIRNER, T. G. **Development of an interactive artifact for cognitive rehabilitation based on augmented reality.** In: International Conference on Virtual Rehabilitation, 2011, Zurich: IEEE, p. 1-7.

McMENAMIN, P. G. et al. **The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology**. Anatomical sciences education, v. 7, n. 6, p. 479-486, jun. 2014.

MORO, C. et al. **The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy.** Anatomical sciences education, v. 10, n. 6, p. 549–559, abr. 2017.

MUNOZ-CRISTÓBAL, J. A. et al. **Game of Blazons: Helping Teachers Conduct Learning Situations That Integrate Web Tools and Multiple Types of Augmented Reality**. IEEE Transactions on learning technologies, v. 11, n. 4, p. 506-519, out. 2018.

MURPHY, W. **All-in-one natural hand controller, pointer, and gaze interaction library for A-Frame.** Disponível em: <https://github.com/ wmurphyrd/aframe-super-hands-component>. Acesso em: 20 fev. 2019.

MURRAY, C. D., DERMOTT, S. F. **Solar system dynamics**. Cambridge: Cambridge university press, 1999.

NASA. **Planetary Fact Sheet, Planetary Science.** Disponível em: <https://nssdc. gsfc.nasa. gov/planetary/factsheet>. Acesso em: 20 fev. 2019.

NGO, K. **Orbit controls for A-Frame**. Disponível em: <https://github.com/supermedium/ superframe/tree/master/components/orbit-controls>. Acesso em: 20 fev. 2019.

OLIVEIRA, J. R. **Visualização de conteúdos multimédia num ambiente de realidade virtual**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2018.

SERRANO, F. **A-Frame teleport controls component.** Disponível em: <https://github.com/ fernandojsg/aframe-teleport-controls>. Acesso em 20 fev. 2019.

SHELTON, B. E., HEDLEY, N. R. **Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students**. In: The First IEEE International Workshop Augmented Reality Toolkit, 2002, Darmstadt: IEEE, p. 1-8.

SOLAR SYSTEM. **Free online model of Solar System and night sky: Solar textures.** Disponível em: <https://www.solarsystemscope.com/textures>. Acesso em 20 fev.2019.

XIAO, J. et al. **Assessing the Effectiveness of Augmented Reality Courseware Eight Planets in the Solar System.** In: International Conference on Information Technology in Medicine and Education, 9., 2018, Hangzhou: IEEE, p. 388-392.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

APLICAÇÃO DE CONCEITOS GEOMÉTRICOS NOS CURSOS DE DESIGN POR MEIO DA ETNOGEOMETRIA

MACHADO, Silvana Rocha B [1],
VERTULLI, Marcos Jerônimo A[2],

RESUMO

Esta pesquisa analisa alguns padrões geométricos do artesanato de culturas originárias com um olhar voltado para as relações geométricas como grafismos, as isometrias de translação, reflexão e rotação além de detectar aspectos da linguagem visual. Nos etnodesenhos indígenas e de outras culturas (Ásia, África e Polinésia) observam-se diversos padrões que para eles são extraídos da natureza (dos animais, insetos e vegetais) ou do cotidiano, e para os estudiosos da Geometria são exemplos interessantes para a exploração no estudo da Etnogeometria. Com a pesquisa, desenvolveu-se por meio de método exploratório outras maneiras de abordar o ensino do Desenho e estimular a criatividade. A partir dessa metodologia os alunos criaram alguns produtos aqui apresentados, como uma réplica de apoio de cabeça africano, uma coleção de azulejos e uma divisória, ambos inspirados em povos indígenas brasileiros.

Palavras-chave: etnodesenhos. padrões geométricos. cultura material.

Abstract

This study analyzes some geometrical patterns of handicrafts from originary cultures focusing geometric correspondence with graphics, isometric of translation, reflection and rotation, in addiction to detecting aspects of visual language. The etnodrawings of indigenous' cultures – and other from Asia, Africa and Polynesia, for example – have patterns that are considered by its members as taken from nature (animals, insects, plants) or daily life, and for students of Geometry they are interesting examples of any study including Etnogeometry. So, this research developed, through exercises, new approaches of teaching Design and stimulating creativity. Using this methodology the students created some products shown here, such as a replica of an African headrest, a collection of tiles and a partition wall (these both inspired by Brazilian indigenous).

Keywords: etnodrawing. geometric patterns. material culture.

[1] Universidade Veiga de Almeida. silvana.rbm.sr@gmail.com
[2] Universidade Veiga de Almeida. marvertulli@gmail.com

1 Introdução

Este trabalho teve como ponto de partida uma pesquisa de iniciação científica realizada pelos alunos de Design de Interiores da Universidade Veiga de Almeida (UVA), que usou como fonte de inspiração a temática Etnogeometria, ou seja, uma Geometria empírica feita por povos originários. Os povos originários não são primitivos e sim culturas que fazem seus desenhos, que aqui denominamos etnodesenhos, seguindo alguma técnica, como nos povos indígenas (ameríndios), os indianos, os africanos e da Polinésia.

Os etnodesenhos possuem uma Geometria peculiar de cada povo originário porque possuem características geométricas de cada um, podendo-se identificar por meio deles tanto o estilo etnogeométrico de cada cultura como os fundamentos de Geometria e Design que podem ser aplicados em cursos de Design de Interiores, Gráfico, Moda, Desenho Industrial e Arquitetura.

Foi levada em consideração a utilização de conceitos geométricos adotados nos cursos de Design de Interiores, com conteúdos de Geometria das Transformações com os movimentos de translação, rotação, reflexão e homotetia, aplicação de malhas e princípios perceptivos tanto de maneira digital como instrumental.

A pesquisa de iniciação científica é uma oportunidade para que os alunos desenvolvam suas habilidades acadêmicas, aprofundem os conteúdos já vistos em sala de aula e materializem suas ideias nos produtos criados por eles. Esta pesquisa proporcionou uma interação dos alunos porque puderam colocar em prática por meio de esboços, diagramação com malhas, utilização de programas gráficos e prototipagem a teoria dos fundamentos em Geometria e Design aprendida.

A temática adotada nos trabalhos foi a geométrica/etnogeométrica. Os alunos puderam relembrar-se de alguns conceitos de Design nas reuniões de orientação do trabalho e exemplificar conteúdos de conhecimento teórico com comentários sobre a técnica adotada por aqueles povos cujas peças etnográficas serviram de referência para os exercícios e, posteriormente, aos projetos e montagem dos produtos de inspiração étnica.

2 Referências etnogeométricas

A bibliografia adotada na pesquisa referia-se à Geometria com base estruturante das composições bidimensionais, e alguns autores foram escolhidos por seu conteúdo especificamente etnogeométrico. Os trabalhos dos autores Paulus Gerdes (1992), Machado e Gomes (2017), Crowe e Whasburn (1988) – importantes no processo evolutivo da aprendizagem – serviram de referências que foram utilizadas pelos alunos, o que confirma a relevância do estudo da teoria para o desenvolvimento da prática. Além disso foram usados como estudo de caso peças etnográficas dos povos originários com aplicações de Etnogeometria encontradas em etnodesenhos pesquisados em museus, livros, artigos, sites e exposições.

3 Metodologia

Aplicou-se o método exploratório incluindo exercícios com a teoria na criação dos padrões etnogeométricos e depois nos produtos que os alunos criaram.

Na representação gráfica dos exercícios usou-se inicialmente a malha estrutural, para os esboços à mão livre, e depois programas CAD nas representações bidimensionais, e para

a modelagem tridimensional usou-se o SketchUp. Para as ilustrações, o *software* livre InkScape, além do Photoshop.

Os produtos finais foram criados no FAB LAB (laboratório de prototipagem) da UVA, *campus* Tijuca, e foi utilizada a máquina de corte a laser em MDF e papelão reutilizado. O papelão da primeira experiência, foi descartado por não oferecer bom acabamento.

3.1 Exercícios desenvolvidos com os alunos

Desenhar é uma das maneiras de expressar o pensamento, afinal, como diria o pensador chinês Confúcio que viveu entre 552 e 479 a.C: "uma imagem vale mais do que mil palavras". Desde a infância até a vida adulta o desenho é usado para registrar e divulgar uma ideia, sejam garatujas infantis, ou a elaboração de esboços/projetos e a criação de conceitos artísticos por profissionais da área ou universitários. A partir das aulas de artes e desenho geométrico, no ensino fundamental e médio, até as disciplinas de desenho técnico dos cursos técnicos e na graduação, o aluno pode aprimorar-se tecnicamente, além de desenvolver a criatividade.

Segundo Andrade et al:

> O desenho é a primeira representação gráfica utilizada pelas crianças. Desenhar é um ato inteligente de representação que põe forma e sentido ao pensamento e ao conteúdo que foi assimilado. O desenho é ferramenta essencial do processo de desenvolvimento da criança e não deve ser entendido como uma atividade complementar, ou de divertimento, mas como uma atividade funcional. Ou seja, consiste em usar o desenho como procedimento para sistematização dos conteúdos nas áreas do conhecimento (ANDRADE et al. 2007).

Professores constatam que cada vez mais os alunos da graduação carecem dos fundamentos básicos em disciplinas que envolvem representações gráficas, o que dificulta a aprendizagem nessas aulas. Além disso, os alunos não se interessam muito pelo uso de ferramentas analógicas, preferindo utilizar as tecnológicas, como os *softwares* de desenho, impondo mais um desafio aos docentes que ministram essas disciplinas: estimular e incentivar o uso de esboços manuais na fase inicial para depois usar o computador.

3.1.1 Ferramenta analógica- esboços manuais

Na primeira fase da pesquisa foram trabalhados esboços em malhas, porque alguns alunos possuem dificuldade de esboçar suas ideias. Esboços menos formais são importantes para transmitir o conceito do que se pretende fazer, seja uma composição ou projeto e não precisam ter um acabamento perfeito, isso pode ser feito com a ferramenta digital mais adiante, a intenção foi de esboçar de um modo mais livre para que comunicassem ideias.

3.1.1.1 Composições com padrões de cestaria

A primeira atividade teve como tema os padrões da cestaria do povo Baniwa. Os cestos de referência são de arumã (planta de onde são extraídas as fibras para os trançados) e possuem padrões geométricos.

O objetivo desta atividade foi criar composições com transformações geométricas com movimentos de rotação, translação, reflexão e homotetia. Cada aluno escolheu um

módulo para com ele criar composições com simetria de translação e rotação; depois, usar uma simetria de reflexão; e por último criar uma homotetia com um dos padrões.

Figura 1 – Padrões encontrados na cestaria baniwa: 1) Rabo de pacu (Tsiipa ittipi); 4) Sarapó pintado assado (Maanapi pamitsirinikhaa pamodzoa); 6) Tapuru (Aakoro Iewhe); 9) desenho com cruz igual ao das costas do besouro (Kettamarhi).
Fonte: https://www.artebaniwa.org.br/pop_silaba_urutu.html

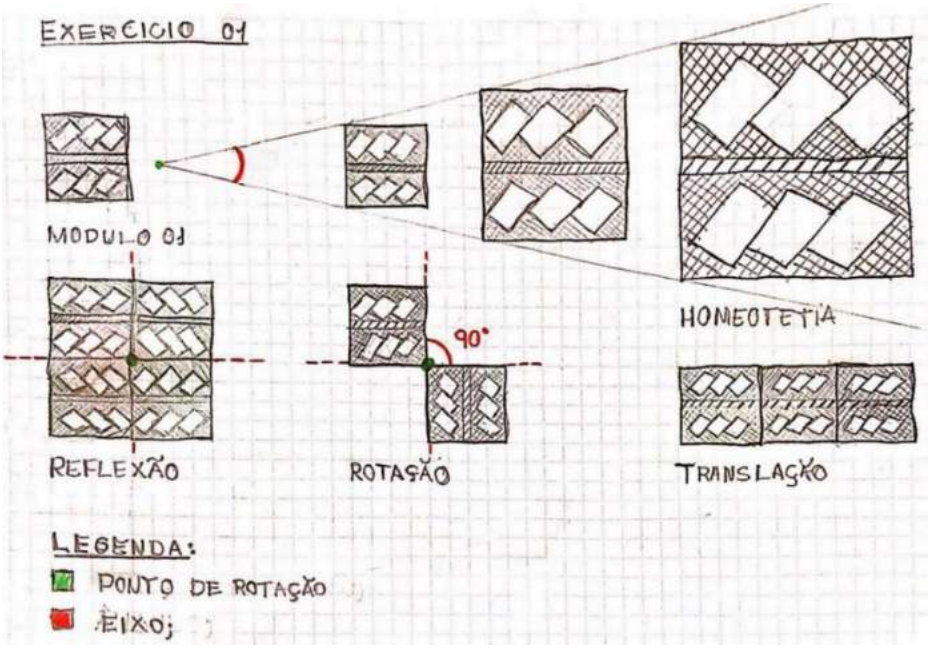
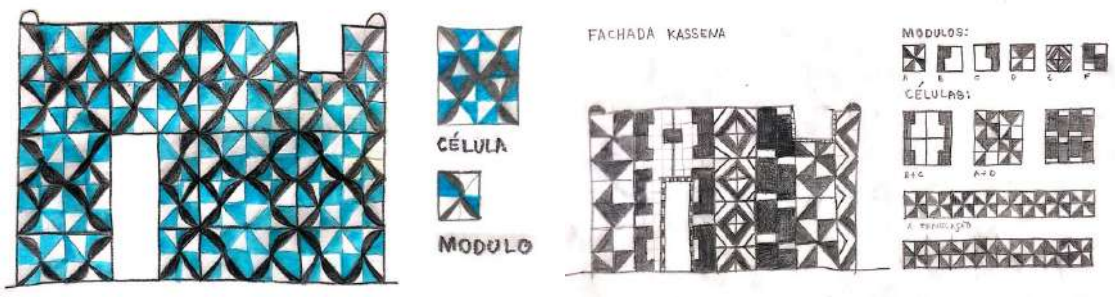


Figura 2 – Exercício usando a malha quadriculada do padrão 4.
Fonte: sujeito 1.

3.1.1.2 Composições instrumentais com fachadas

Na outra atividade, foi solicitado que os estudantes desenhassem à mão livre na malha ou papel manteiga no formato A4, por cima da folha modelo e à lápis, composições geométricas com figuras planas e com elas realizassem simetrias de translação, reflexão e rotação, tendo como referência os padrões dos povos Kassena ou Sotho da África do Sul.



(a) (b)

Figura 3 – a) composição inspirada na fachada sotho; b) inspirada na fachada kassena.
Fonte: a) sujeito 1; b) sujeito 2

Em ambas composições das fachadas, os alunos usaram as figuras planas, entretanto a lógica utilizada em cada uma foi diferente. Na Figura 3 a) composição com inspiração sotho, o aluno dividiu a fachada em quadrados e dentro de cada um utilizou três cores e simetria de reflexão. A intenção foi que as cores sempre ficassem alternadas, ou seja, não se repetissem em cada casamento de módulo. Já na composição da Figura 3 b) que teve inspiração no povo Kassena, os padrões com figuras planas, foram trabalhados em listras verticais com simetria e translação e reflexão.

3.2 Ferramentas digitais

Depois de trabalharem com esboços, foi solicitado aos alunos desenhar, com a ferramenta digital, os padrões desenhados anteriormente na malha, montando composições de translação, rotação, reflexão e homotetia com os programas CAD e Inkscape[3] para criar outras composições partindo dos esboços. Nenhum dos colaboradores da pesquisa havia trabalhado com o Inkscape antes, mas após as instruções de como utilizar alguns comandos eles desenvolveram as atividades sem dificuldades.

Figura 4 - 1) Rabo de pacu (Tsiipa ittipi); 2) Escama de pirarucu (Pirarucu Iwhi); 3) Desenho das costas de um tipo de besouro (Kettamarhi); 4) Sarapó pintado assado (Maanapi pamitsirinikhaa pamodzoa); 5) Pegada de onça (Dzawi iphoakaromi); 6) Tapuru (Aakoro Iewhe); 7) Desenho das costas de um tipo de besouro, sem cruz (kettamarhi makorotshaninadalitsa); 8) Olho de ave noturna (Makowethi); 9) Desenho das costas de um tipo de besouro, com cruz (Kettamarhi); 10) Pegada de massarico (Iwithoipa).
Fonte: Arte Baniwa (Disponível em: https://www.artebaniwa.org.br/pop_silaba_urutu.html Acesso em:16 set 2016)

3.2.1 Primeira composição – Movimento de translação

Na composição da Figura 5, o aluno escolheu o padrão nove e retirou um módulo que seria a quarta parte dele e a atividade foi feita com o *software* livre Inkscape.

Figura 5 – Movimento de translação com a quarta parte do padrão.
Fonte: sujeito 3.

3.2.2 Segunda composição – Movimento de reflexão

Com o mesmo módulo o aluno usou o movimento de reflexão com eixos horizontais e verticais, indicados pelos eixos em vermelho. Na Figura 6 a) ele usou o movimento de reflexão com sobreposição de parte dos módulos com eixo vertical, já na Figura 6b) o aluno fez o movimento de reflexão com sobreposição tanto no eixo horizontal como no eixo vertical.

[3] O Inkscape é um *software* livre compatível com o Corel Draw.

(a) (b)

Figura 6: a) movimento de reflexão com sobreposição na extremidade direita.
Fonte: sujeito 3.

3.2.3 Terceira composição – homotetia

Partindo de um padrão, foi feita uma composição com homotetia, e aumentando seu tamanho proporcionalmente, alinhando todos os padrões pelo centro, do menor para o maior.

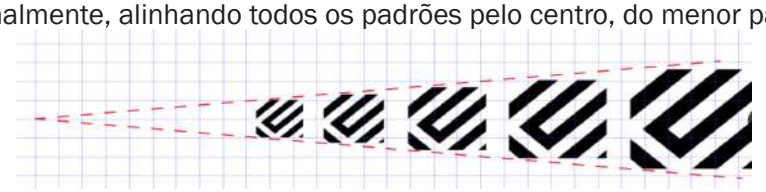
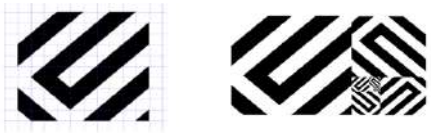


Figura 7 – homotetia.
Fonte: sujeito 3

3.2.4 Quarta composição - homotetia

Partindo de um padrão, foram construídas outras composições utilizando a Geometria das transformações. Depois, esse padrão foi copiado com base no módulo, fazendo uma homotetia agrupada com seis módulos.



(a) (b)

Figura 8 a): módulo individual; Figura 8 b): homotetia agrupada.
Fonte: sujeito 3.

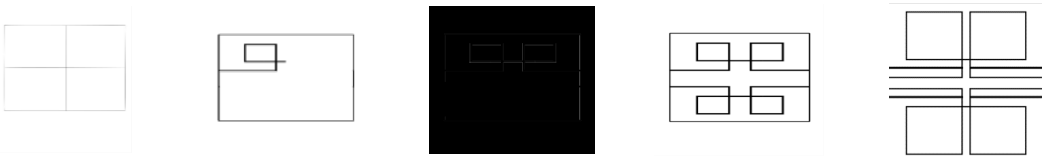
3.2.5 Produtos desenvolvidos com inspiração em peças etnográficas e pintura corporal

Após praticarem com várias atividades a Geometria das transformações, ao final da pesquisa os alunos criaram produtos inspirados nas culturas indígenas e africanas: uma coleção de azulejos, uma divisória com elementos vazados e a reprodução de um apoio de cabeça africano.

3.2.5.1 Produto 1: coleção de azulejos

O produto criado por este aluno teve inspiração na pintura corporal do povo Karajá – uma coleção de azulejos de 20 X 20 cm – e foi usado o *software* livre Inkscape.

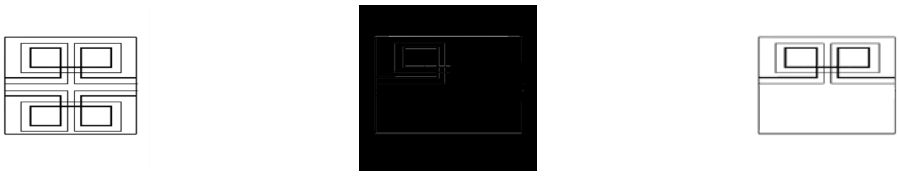
Para criar a composição dividiu-se a peça em quatro partes e desenhou-se um quarto do módulo. Para finalizar, foi aplicada a simetria de reflexão de eixo vertical e depois outra reflexão com eixo horizontal. Da mesma maneira foi feita uma variação do padrão misturando linhas finas e largas.



1 2 3 4 5

Figura 9 – Sequência da construção dos padrões criados no Inkscape.
Fonte: sujeito 1

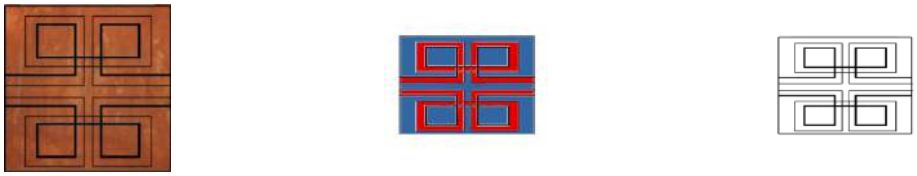
Um segundo padrão do azulejo foi criado a partir do primeiro, e foi usada a homotetia e a simetria de reflexão.



1 2 3

Figura 10– Sequência utilizando a homotetia e em seguida de reflexão vertical e horizontal dos padrões.
Fonte: sujeito 1

Com o quadrante superior criado, abaixo vê-se a simetria de reflexão para compor o quadrante inferior, e aplicando cores e texturas ao azulejo.



(a) (b) (c)

Figura 11: a) azulejo 20 x 20 com textura de argila; b) azulejo 20 x 20 azul real e urucum; c) azulejo 20x20 na cor branca.
Fonte: sujeito 1

Na Figura 12 a) o aluno fez a paginação com a coleção preto e branco, e na Figura 12 b) ele montou uma maquete eletrônica da bancada de cozinha com os azulejos entre a bancada e os armários suspensos. A paginação foi disposta de maneira alternada, mesclando padrões semelhantes, mas de espessuras de linhas diferentes utilizando-se a Geometria das transformações com translação e reflexão. Percebe-se que forma uma translação vertical na segunda coluna e alternada na primeira, terceira e quarta colunas.

(a) (b)

Figura 12 – paginação de azulejos.
Fonte: sujeito 1.

3.2.5.2 Produto 2

Divisória inspirada na pintura corporal indígena do povo Karajá. Com o módulo A foram feitas três composições: da direita para a esquerda, na primeira composição houve translação e rotação; na segunda, reflexão; na terceira, translação e rotação. Já com o módulo B, foram feitas mais três composições: da direita para a esquerda, na primeira composição houve translação e rotação; na segunda, reflexão; na terceira, translação e rotação.

(a) (b)

Figura 14 – Protótipo dos módulos A e B em MDF.
Fonte: sujeito 2

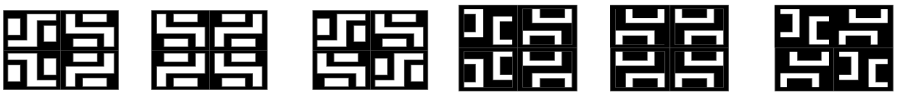


Figura 13 – Sequência de composições com translação, rotação e reflexão.
Fonte: sujeito 2

Figura 15 – Modelagem em 3D.
Fonte: sujeito 2.

3.2.7.3 Produto 3: apoio de cabeça com inspiração africana

Esse objeto foi inspirado em um apoio de cabeça do povo Nguni da África do Sul. Primeiramente modelou-se o apoio com o *software* Sketchup e depois foram desenhados os padrões dos pés e tampo. Foram aplicadas duas texturas na modelagem: a de madeira que predomina em toda peça e outra para os padrões étnicos utilizando o *software* Inkscape. Para a construção das simetrias criou-se um módulo que sofreu movimento de reflexão e translação, de acordo com a composição original da foto de referência.

Figura 16 – Apoio de cabeça modelado e com os materiais.
Fonte: sujeito 3

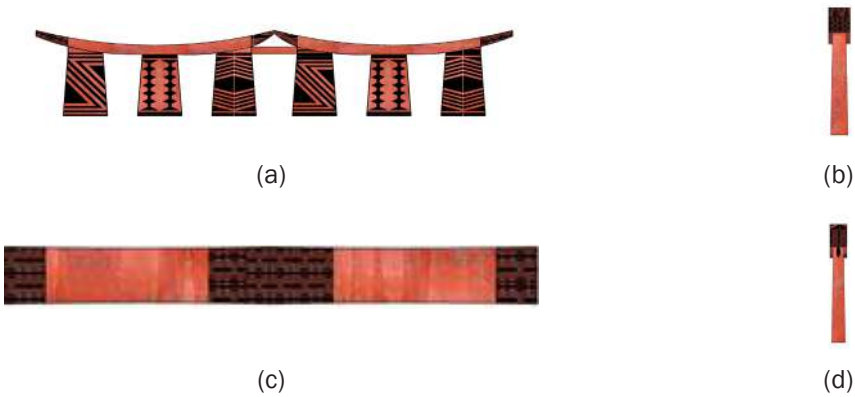
Figura 17 – apoio de cabeça referência da peça etnográfica para a pesquisa.
Fonte: Finch & Co Antiques and works of art

Para reproduzir os padrões foram desenhados módulos que sofreram simetria de reflexão Figuras 17 a) e b), sendo que na Figura 17 c) os padrões passaram primeiro pela simetria de translação e depois reflexão com eixo horizontal e vertical. Na Figura 17 foram marcados os eixos de reflexão com linhas de eixo indicadas em vermelho e verde com as setas indicando a direção do que foi refletido.

(a) (b) (c)

Figura 17- a) padrão com linhas inclinadas e reflexão vertical e horizontal; b) padrão com linhas inclinadas, triângulos e retângulos dispostos com simetria de reflexão de eixo oblíquo; c) padrões triangulares e losângulos que se transladam e se refletem no eixo vertical e horizontal.
Fonte: sujeito 3

Em outra etapa, depois de identificar e desenhar os padrões nos pés, tampo e aplicar os materiais na modelagem, foram geradas as vistas técnicas (frontal, superior e lateral e corte), para representar separadamente cada parte do objeto.



(a) (b)

(c) (d)

Figura 18 - a) vista frontal; b) vista lateral; c) vista superior; d) corte transversal
Fonte: sujeito 3

4 Conclusão

Os princípios da Geometria são fundamentais para muitas áreas do conhecimento e esta pesquisa foi um meio de aprender e de exercitar possibilidades através das atividades propostas, tanto com as ferramentas analógicas como as digitais, que estimularam a criação de composições e produtos apresentados pelos alunos.

A experiência de trabalhar com os *softwares* livres como o Inkscape foi importante porque mostrou uma alternativa sem custo para a instituição ou o aluno de usar a ferramenta digital e também colaborar com os desenvolvedores do programa. É sempre bom lembrar que estes *softwares* não criam sozinhos, são apenas ferramentas em que podemos usar os conhecimentos teóricos em Design, para com eles desenharmos.

As análises dos exemplos de peças etnográficas ressaltaram os conteúdos das disciplinas que envolvem Geometria plana, Geometria das Transformações, Desenho Técnico e projetos em geral que contribuíram para estimular o ensino/aprendizagem de Desenho, além de respeitar o conhecimento da cultura material de povos originários, levando à reflexão de como tal estudo pode contribuir para que a comunidade acadêmica abra novas possibilidades para futuros trabalhos.

AGRADECIMENTOS

A realização deste artigo contou com a colaboração dos alunos que participaram do projeto de iniciação científica cooperando com as composições e produtos – Matheus Souza, Marystela Gryvet, Marcos J. A. Vertulli –, e os colaboradores Thais Valle, Sthephanie Anjos e Nangela Lima, nossos sinceros agradecimentos. A equipe experimentou a construção de novos conceitos no que diz respeito à atividade projetual e de criação de composições que servirão para o aprimoramento gráfico.

Agradecimentos são devidos também à equipe do FAB LAB da UVA pelo apoio às prototipagens dos produtos.

Igualmente gratos ao Museu do Índio do Rio de Janeiro (FUNAI), em especial à museóloga Ione Helena P. Couto, coordenadora do Patrimônio Cultural, que disponibilizou bibliografias e peças etnográficas que foram fundamentais para este trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.F, Arsie, K. C., Cionek, O. M. **A contribuição do Desenho de observação no processo de ensino e aprendizagem**. Artigo - GRAPHICA:2007, VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, Curitiba,PR 2007.

ARTE BANIWA, cestaria arumã. Disponível em: <https://www.artebaniwa.org.br/pop_silaba_urutu.html> Acesso em: 16 set 2016

CROWE, D. W;WASHBURN, D.K. e. **Symmetries of Culture: Theory and Practice of Plane Pattern Analysis**, University of Washington Press, Washington, 1988.

DRESSLER, Andréa. **Arte indígena - índios Karajás**. abril 2015. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/AndreaDressler/arte-indgena-ndios-karajs>. Acesso em: 17 set 2018

GERDES, Paulus. **Sobre o despertar do pensamento geométrico**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1992.

MACHADO, Silvana Rocha B.; GOMES, Luiz Vidal. (artigo) **A simetria dos padrões étnicos dos indígenas brasileiros e relações geométricas nas cestarias**. Rio de Janeiro: SPGD, novembro de 2016.FINCH AND CO, **South African North Nguni Carved Wood**. London, ago. 2012. Disponível em: <http://bit.do/eSJGd>. Acesso em: 13 set 2018.

PIB SOCIOAMBIENTAL, **Povos Indígenas no Brasil**. Goiás, dez 1999. Disponível em: <https://piSb.socioambiental.org/pt/Povo:Karajá>. Acesso em: 02 out 2018.

VEJA MATEMATICA, **homotetia no Brasil**. Disponível em: <http://www.vejamatematica.com.br/dg05_homotetia.html>. Acesso em: 02 out 2018.

WONG, Wucius. **Princípios da forma e do desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DOCUMENTAÇÃO PATRIMONIAL NA ERA DIGITAL: ESTUDOS SOBRE LASER SCANNER E FOTOGRAMETRIA

SILVA, Giulia Ravanini [1],
VIZIOLI, Simone Helena Tanoue [2]

Resumo

Considerando a crescente importância dada ao patrimônio arquitetônico, a documentação é o ponto de partida para compreender as transformações que um monumento passou ao longo dos anos e também para retratar seu estado atual, ajudando em estudos, na preservação e possíveis intervenções de restauros. Entre os diversos métodos de documentação existentes, nos últimos anos se destacaram duas revolucionárias tecnologias baseadas na digitalização tridimensional através de nuvens de pontos: o laser scanner e a fotogrametria. Este artigo tem como objetivo principal o estudo e a experimentação do mapeamento digital através destes. Por meio de estudos teóricos e de aplicações práticas, pretende-se ressaltar a relevância destas tecnologias no campo da documentação de patrimônios histórico-culturais e como ferramenta para produção de documentação e representação.

Palavras-chave: fotogrametria; documentação patrimonial; modelo digital; representação digital.

Abstract

Considering the increasing importance given to architectural heritage, documentation is the starting point for understanding the transformations that a monument has undergone over the years and also to portray its present state, helping in studies, preservation and possible restoration interventions. Among the various methods of documentation available, in recent years two revolutionary technologies based on three-dimensional scanning have been highlighted through point-clouds: laser scanner and photogrammetry. This article has as main aim the study and the experimentation of digital mapping through these different methods. Through theoretical studies and practical applications, it is intended to highlight the relevance of these technologies in the field of documentation of historical-cultural heritage and as a tool for production of documentation and representation.

Keywords: photogrammetry; heritage documentation; digital model; digital representation.

[1] Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP). E-mail: giulia.ravanini.silva@usp.br
[2] Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP). E-mail: simonehtv@usp.br

1 Introdução

Nos últimos anos foi observada uma crescente importância dada ao patrimônio arquitetônico, contemplada no aumento considerável de material gerado sobre assunto, na criação de órgãos ligados à sua preservação e na elaboração de um aparato legal que se volta para sua proteção. A documentação é o ponto de partida de todos estes processos: com a finalidade de registrar seu estado atual e auxiliar na compreensão das transformações ocorridas ao longo dos anos, a documentação também é essencial para preservação e possíveis intervenções no monumento. "A documentação representa uma parte importante e essencial no processo de preservação do patrimônio e da memória, uma vez que qualquer atividade a ser desenvolvida, seja na conservação ou na restauração de sítios e monumentos históricos, requer seu registro o mais completo e preciso possível. " (AMORIM E GROETELAARS, 2008, p.93).

A partir do final do século XX, os rápidos avanços nas tecnologias de digitalização tridimensional por nuvens de pontos se mostraram grandes aliados do processo de documentação patrimonial, com o desenvolvimento de tecnologias como *laser scanner* e fotogrametria. Seja pela facilidade de aquisição e geração de dados, pela extrema precisão ou pela crescente disponibilidade, ambas têm se mostrado o futuro das técnicas de digitalização tridimensional de patrimônio. Através de processos automatizados e digitais, estas conseguem recriar objetos das mais diferentes escalas em modelos tridimensionais digitais, e estão se tornando cada vez mais acessíveis.

> Embora os dados estejam reunidos da mesma forma que uma década atrás, muito mais pode ser feito no seu processamento em escritórios ou estúdio. As ofertas de softwares trabalhando com nuvens de pontos são abundantes, variando em preço e processo, do barato e simples para o caro e complexo (WARDEN, 2009, p.7).

Este artigo tem como principal objetivo o estudo destas duas tecnologias de modelagem digital através da criação de nuvens de pontos. Considerando a revolucionária possibilidade de documentação patrimonial através de sua preservação em modelos digitais, propõe-se o esclarecimento das potencialidades de ambas técnicas citadas através da compreensão teórica de seus desempenhos, limitações e diferenças, testando este conhecimento por meio de experimentações práticas.

2 Técnicas de documentação digital de patrimônio: um panorama

No século XX, o desenvolvimento da computação gráfica levou à criação de programas geradores de maquetes eletrônicas, grandes aliadas ao ato de projetar, já que permitem uma visão tridimensional do projeto ao mesmo tempo em são facilmente manipuláveis. Como explicam Groat e Wang (2013) a tecnologia computacional confundiu ainda mais a distinção entre representação e simulação. Contudo, levando em consideração a necessidade de uma alta precisão na representação para documentação, *softwares* usados na criação de modelos e que dependem de desenhos e medidas empíricas, como *Sketchup* ou *Revit*, se mostram insuficientemente sofisticados na representação de objetos de interesse patrimonial.

Entre as diversas tecnologias de documentação que surgiram nas últimas décadas, duas se destacaram no meio da preservação digital: o laser scanner e a fotogrametria. Am-

bas têm se mostrado revolucionárias, ao reproduzir o próprio objeto de interesse, em seu estado real, de maneira extremamente precisa através de um modelo digital baseado em pontos levantados no local. Essa representação, ao contrário de *softwares* que dependem de medidas empíricas, pode revelar tridimensionalmente e com uma precisão milimétrica irregularidades, patologias e camadas de história. "A tecnologia, neste ponto, está ultrapassando a metodologia, desafiando as práticas acadêmicas e profissionais a se manterem atualizadas" (WARDEN, 2009, p.8, tradução do autor).

2.1 Laser Scanner

A origem desta tecnologia remonta aos anos de 1960, sendo primeiramente utilizada em levantamentos topográficos ou da construção civil. Porém, a partir dos anos 1990 com a rápida popularização dos computadores, seu uso se expandiu para diversas áreas, entre elas, a documentação de patrimônios arquitetônicos. Hughes e Louden (2005) explicam que aplicações na preservação histórica envolvem o registro das condições existentes e da forma dos edifícios, tanto quanto componentes arquitetônicos e materialidade, de forma extremamente precisa.

Sua popularidade se deve principalmente ao emprego de um equipamento de fácil manuseio e cada vez mais portátil, que realiza levantamentos de pontos com precisão milimétrica, através da medição e do registro de objetos através da conversão da geometria espacial para pontos em coordenadas *x, y, z*, gerando um modelo tridimensional virtual em um período razoável de tempo. Ebrahim (2015) traça um paralelo entre o funcionamento de uma estação de escaneamento e uma câmera, pois ambos utilizam um campo de visão cônico e funcionam apenas se a superfície não está obscura; contudo, enquanto a câmera coleta informações sobre a cor das superfícies, o scanner estima distâncias entre superfícies. Porém, "A precisão final do produto final depende de diversos fatores, como as capacidades inerentes do instrumento, distância do scanner ao objeto, ângulo de incidência do raio laser em referência à superfície, material da superfície do objeto, etc." (FASSI E COL., 2013, p.74, tradução nossa).

Num panorama geral, as técnicas de *laser scanner* continuam a evoluir e apresentar novas possibilidades, como equipamentos menores, mais leves e com um maior alcance, e em *softwares* cada vez mais eficientes. "Esta tecnologia une os dois campos, da engenharia e da preservação histórica, ao expandir a habilidade de medir objetos, estruturas e paisagens com uma certa facilidade. O *scanner* 3D diminui o tempo em campo e aumenta a precisão e segurança" (HUGHES E LOUDEN, 2005, p.45, tradução do autor). Devido a sua sofisticada capacidade de documentação espacial, a tecnologia foi utilizada na documentação de importantes monumentos, como as ruínas de Petra, na Jordânia, em 2006 e a Catedral de Notre Dame, em Paris, realizado em 2010 (ver Figura 1). No caso do segundo exemplo, em que a estrutura do telhado da catedral foi destruída por um incêndio em abril de 2019, a nuvem de pontos será um documento crucial para uma futura reconstrução.

> O arquivo de modelagem 3D arquitetônica é importante de diversos pontos de vistas; o registro de um monumento/edifício é fundamental quando é necessário um processo de reconstrução ou restauração, por exemplo em casos de destruição pelo fogo, terremoto, guerra ou erosão. Também é

> crucial para estudos históricos e pesquisas arqueologia. Modelos tridimensionais permitem que cenas sejam visualizadas de diferentes pontos de vistas que podem ser difíceis no mundo real devido a dimensões e objetos ao redor. Adicionalmente, é considerada uma ferramenta eficiente para turismo virtual e museus virtuais. (ALSHAWABKEH, 2006, p.8, tradução do autor).

Figura 1 - Nuvem de pontos resultante do levantamento da Catedral de Notre Dame.
Fonte: TALLON, André. Laser Light on Gothic Architecture. The Global Magazine of Leica Geosystems. Nº 68. 2017. (Disponível em: http://facultysites.vassar.edu/antallon/ pdfs/reporter_68_mag_en.pdf)

No contexto brasileiro, o *laser scanner* ainda é pouco explorado. Empecilhos como os custos elevados do equipamento usado para digitalização de objetos de grande escala (na ordem de 50.000 dólares) e a falta de técnicos especializados são os principais motivos da falta de avanços. Entre os casos conhecidos de aplicação da tecnologia partindo de iniciativa nacional está o levantamento do histórico Casarão 8 em Pelotas, tombado pelo IPHAN, em que a coleta de dados foi feita em parceria com uma empresa que disponibilizou o *laser scanner*.

> Este estudo tratou-se essencialmente do problema de construir uma cultura, em um contexto acadêmico específico, capaz de perceber a importância e de usufruir imediatamente das potencialidades de uma nuvem de pontos para a representação de uma edificação de interesse patrimonial. Sem uma infraestrutura conceitual e tecnológica suficiente para isto, buscou-se o estabelecimento de uma parceria. (BORDA E COL, 2016, p.655)

2.2 Fotogrametria

A geração do modelo digital fotogramétrico é baseada na “Técnica de medição tridimensional que usa fotografia para obter a localização de pontos comuns entre múltiplas fotos, de maneira que ocorra a reconstrução tridimensional de um modelo digital de um objeto” (ROMERO E BUSTAMANTE, 2017, p.17). A tecnologia foi adotada desde o início do século XX por órgãos militares, principalmente como uma ferramenta de mapeamento aéreo, porém foi apenas no final do século, com os avanços da computação e a sua popularização que, junto com o *laser scanner*, a fotogrametria se tornou, ao mesmo tempo, mais sofisticada e popularizada.

O processo depende apenas de uma câmera, de preferência com ajustes manuais, de um *software* e de um computador[3] adequados para a sistematização das informações. Por isso, considerando a questão dos custos, um *software* de fotogrametria tem um custo aproximado de trinta vezes menos que uma estação adequada de *laser scanner.* Com a difusão de computadores capazes de gerar uma grande quantidade de dados e com os avanços da computação gráfica houve uma maior possibilidade da execução de levantamentos envolvendo a fotogrametria, contudo as duas fases do processo têm diferentes dificuldades.

Fassi e col. (2013) advertem que a fotogrametria é uma ferramenta de medição caracterizada por uma rápida fase de aquisição de dados, porém, seguida por uma medição manual consumidora de tempo e um estágio de processamento de dados computacionais. A fase de levantamento fotográfico deve ser feita com bastante cuidados técnicos, já que deve haver uma cobertura de todas as superfícies do objeto, duas fotos cobrindo a mesma área devem se sobrepor em pelo menos 60% da área. As câmeras mais recomendadas para o procedimento são as DSLR de alta resolução.

> As etapas de planejamento de campo e de levantamento fotográfico são extremamente importantes e influenciam diretamente o produto final, uma vez que permitem determinar os recursos a serem usados (para o levantamento dos pontos de controle e para a tomada fotográfica completa do objeto), a quantidade de fotos e os ângulos adequados para a tomada fotográfica. (AMORIM E GROETELAARS, 2008, P.104)

A segunda fase envolve o *upload* das fotos para um *software* SfM (*Structure from Motion*), tal como o *Agisoft Photoscan (Metashape)* ou *Pix4d*, que, através de um algoritmo, posicionam em coordenadas definidas pelo software para definir pontos comuns de todas as fotos, produzindo uma nuvem tridimensional de pontos baseado em imagens do objeto. Além da documentação espacial, o software também capta informações como cores e texturas e devido a esta maneira de funcionamento, não é recomendado a escolha de objetos que possuem superfícies reflexivas ou extremamente uniformes (superfícies brancas e lisas, por exemplo).

Romero e Bustamante (2017) argumentam que as vantagens de usar um *software* SfM incluem o baixo custo, novos aprendizados e extrema portabilidade e a maior desvantagem se relaciona à falta de escala dos modelos gerados, sendo necessário combinar o modelo com medidas empíricas ou topográficas do local para gerar um modelo mais preciso.

> No entanto, apesar dessas facilidades, a utilização adequada desta técnica, visando a obtenção de resultados satisfatórios às finalidades a que se propõem, requer o conhecimento dos fundamentos da Fotogrametria e de outras disciplinas, como a Geometria Projetiva, a Fotografia e a Ciência da Computação. Além disso, faz-se necessário o domínio conceitual das técnicas de restituição fotogramétricas e dos sistemas de aquisição de imagens, para permitir o conhecimento dos limites e as possibilidades de seu uso. (AMORIM E GROETELAARS, 2008, P.104)

Tal como o caso da Catedral de Notre Dame e a aplicação do Laser Scanner, a fotogrametria também surge como um grande auxílio à documentação de estruturas históricas que

[3] Recomenda-se o uso de *workstation* em função das necessidades exigidas para renderização e manipulação dos dados coletados.

não existem mais. Como ocorreu no caso de reconstrução digital do tempo de Bel em Palmira (ver Figura 2), na Síria, que foi destruído pelo Estado Islâmico em 2015. Uma pesquisa realizada pela Universidade de Ciências Aplicadas e Artes, na Suíça, e pela Universidade Politecnica de Marche, na Itália, buscou reconstruí-lo contando com duas fontes de imagens, as turísticas de domínio público encontradas na internet e imagens panorâmicas feitas com equipamentos profissionais em 2010. Como explica Wahbeh e col. (2016) as reconstruções virtuais tridimensionais também são uma importante declaração que crimes de guerra podem destruir fisicamente monumentos e artefatos, contudo sua representação virtual ajudará a preservá-los na memória da humanidade.

Figura 2 - Modelos digitais do Templo de Bel em representação sombreada e texturizada.
Fonte: WAHBEH, Wissam, NEBIKER, Stephan & FANGI, Gabriele. Combining Public Domain and Professional Panoramic Imagery for the Accurate and Dense 3d Reconstruction of the Destroyed Bel Temple in Palmyra, 2016, p. 80.

3 Estudo de caso: Escola Estadual Dr. Álvaro Guião, São Carlos

A Escola Estadual Dr. Álvaro Guião (ver Figura 3) foi escolhida como objeto de estudo de caso por ser um importante patrimônio da cidade de São Carlos. Tombado em 1985 pelo CONDEPHAAT (Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico) como patrimônio do estado de São Paulo, o edifício da escola é um marco da arquitetura escolar do período republicano e está implantado em uma área privilegiada da cidade, representado um importante elemento na memória de diversas gerações de sãocarlenses.

Figura 3 - Entrada principal da escola durante os anos 1920.
Fonte: Arquivo da Escola Álvaro Guião.

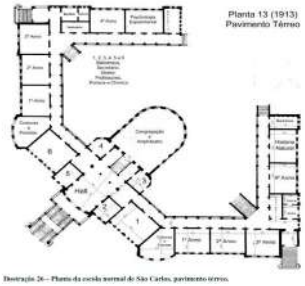


Figura 4 - Planta de 1913 do pavimento térreo da Escola Normal.
Fonte: MORILA, Ailton Pereira. Um Monumento na Avenida: A Escola Normal de São Carlos. Revista HISTEDBR Online. Campinas. N. 19 (2005), p.52.

O edifício foi projetado pelo arquiteto alemão Carlos Rosencratz (1875-1951) e inaugurado em 1916. O projeto apresenta estilo eclético, tendo como principais influências a arquitetura *art-nouveau* e neoclássica. Implantado numa área central, o edifício ocupa um quarteirão, tendo sua entrada principal na Avenida São Carlos, a principal via da cidade. A escolha de sua implantação em um terreno próximo ao ponto mais elevado da cidade, que permitia o edifício ver e ser visto, também é simbólica. Como explica Morila (2005, p.52) "uma nova etapa na modernização de São Carlos e do país erguia-se em terreno mais alto que a Catedral – símbolo da Colônia e do Império – o símbolo maior da República." A lógica do simbolismo da vigilância e da hierarquia está presente por todo edifício. O acesso ao térreo se dá pela imponente escada de granito de seis metros de largura, que além de elevar os olhos do edifício para a cidade se localiza no cruzamento de duas importantes vias da cidade, e nele está o aparato administrativo da escola, contando com um hall de entrada, diretoria, secretaria, anfiteatro, biblioteca, oito salas de aula e salas especiais.

3.1 Experimentações com a fotogrametria

Com o objetivo de investigar as potencialidades em questões de documentação em modelos digitais gerados através de nuvens de pontos, foi escolhido um objeto de menor escala presente no edifício da Escola Estadual Álvaro Guião como objeto de estudo para uma experimentação prática. A tecnologia escolhida para o processo foi a fotogrametria, que, quando comparada ao *laser scanner*, apresenta custos mais baixos, processo mais rápido e fácil, além de ter resultados semelhantes. Como argumenta Adami (2016), um conhecimento aprofundado sobre as possibilidades permite a escolha mais adequada, porém, quando possível, recomenda-se uma combinação de ambas para gerar produtos ainda mais precisos e que permitem a comparação de resultados.

> Para escolher a melhor tecnologia deve-se considerar a proposta geral da documentação, a disponibilidade de instrumentos, as características do objeto em si, os requerimentos nos quesitos de resolução e precisão, além dos aspectos de logística. (PIETRONI, 2014, p.661, tradução do autor)

Nesta primeira fase da experimenta0ção foi definido o objeto de estudo: um busto representando o Dr. Álvaro Guião localizado na entrada da escola, em frente à escadaria de acesso principal (Figura 5). Esculpido em 1940, o ano seguinte à sua morte, e assinada apenas pelo nome Ozorlini, o busto em bronze tem largura máxima de 64,5 cm e altura de 80 cm, sua base está a 1,30 metros do chão. A escolha se justifica por ser um objeto de fácil alcance e fácil acesso, com uma superfície consideravelmente irregular para estudos e que permite ser fotografado em um giro de 360º.

O estudo fotográfico resultou em 81 fotos do objeto, realizadas com uma câmera Nikon D3100. Distante do busto em um raio de 2,5m, foram definidos 16 pontos marcados no chão para auxiliar o processo. Foram realizadas 20 fotos a uma altura de 1,50 metros e 19 a uma altura de 1 metro. Foram tiradas 42 fotos a altura de 2 metros, sendo estas de uma distância que variou entre 20cm e 1m de distância, com o objetivo de maior aproximação dos detalhes faciais.

Figura 5 - Busto do Dr. Álvaro Guião.
Fonte: Autoria própria, 2018.

O *software* escolhido para o processamento dos dados foi o já citado *Agisoft Photoscan*, que primeiramente conseguiu alinhar 57 posições de câmera (Figura 6), as outras doze foram alinhadas através do posicionamento de alvos virtuais em pontos das fotos. No passo seguinte, foram calculados quase 325 mil pontos de amarração (Figura 7), que em seguida foram refinados para uma nuvem densa de alta qualidade, com mais de 2 milhões de pontos (Figura 8). Por fim, os pontos foram triangulados resultando num modelo tridimensional com 411.130 faces (Figura 9), neste modelo existe a opção de adicionar uma textura baseada nas informações captadas das fotos (Figura 10). Para finalizar, podem ser salvas fotos do modelo ou ele pode ser baixado diretamente em algum site de visualização de modelos fotogramétricos.[4]

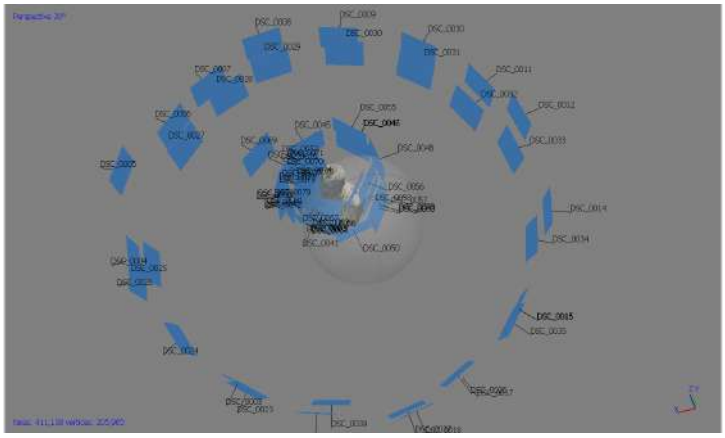


Figura 6 - Alinhamento das fotografias no software Agisoft Photoscan.
Fonte: Autoria própria. 2018.

Figura 7, 8, 9 e 10 - Processo de geração do modelo digital.
Fonte: Autoria própria. 2018.

4 O modelo final está disponível em https://sketchfab.com/models/11ab2d28bdb3499a91591604657d47e3

Alguns problemas enfrentados influenciaram no modelo final, como a disponibilidade do *software* em modo aberto gratuito por curto período de tempo impediu experimentações mais complexas com objetos de maior escala. Na fase de levantamento fotográfico a dificuldade de tirar fotos da parte superior do busto resultou em um espaço sem pontos no topo da cabeça do objeto (Figura 11) e, como o objeto está exposto ao ar livre, pode perceber-se a influência da incidência de raios solares vistas no modelo texturizado. Contudo, como experimentação piloto com a técnica de fotogrametria, o resultado é satisfatório, mesmo pequenos detalhes estão no modelo digital, como por exemplo a assinatura do escultor (Figura 12). Comparando os pontos levantados durante a pesquisa e o resultado final (Figura 13) foi possível comprovar as diversas potencialidades desta tecnologia no campo de documentação patrimonial digital.

Figura 11 - Problemas encontrados.
Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 12 - Detalhe.
Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 13 - Perfil do Busto.
Fonte: Autoria própria, 2018.

Este experimento inicial abriu novos horizontas para continuar a pesquisa envolvendo a aplicação de fotogrametria. Pretende-se continuar os experimentos, agora com o objetivo de captar objetos de maior escala, como por exemplo ambientes internos da Escola, em

espaços como o hall de entrada e o anfiteatro. Ambientes que podem impulsionar a discussão das potencialidades da tecnologia, por seus elementos ornamentais rebuscados, como colunas e balaústras em ferro ornadas com motivos florais, e pelo valor da documentação de um patrimônio tombado.

4 Conclusão

A documentação digital é fundamental na preservação da memória, uma vez que, preserva um objeto real em meio virtual. Neste estudo, através das investigações realizadas por meio de análises, exemplos e estudo de caso, pode-se inferir que tanto o *scanner 3D* quanto a fotogrametria possuem processos diversos de aquisição e geração de dados e tais processos resultando em diferentes vantagens e desvantagens. Contudo, no cenário atual de documentação patrimonial, ambas se mostraram como métodos com resultados mais completos e precisos.

Enquanto outros *softwares* de modelagem digital, mesmo os BIM, que ainda são limitados na reprodução de objetos, edifícios e sítios de interesse patrimonial com a precisão necessária para um estudo aprofundado de sua situação atual, os resultados das tecnologias de digitalização por nuvens de pontos permitem análises de desgastes, forma e materialidade, facilitando modificações nos modelos e auxiliando de forma extremamente precisa em futuras intervenções nos objetos levantados.

O objeto estudo de caso, por exemplo, está exposto a intempéries há quase oito décadas, e o início de uma documentação contínua pode acompanhar uma possível degradação, realizando mapeamentos digitais e comparando metricamente mudanças no objeto, também criando uma base de dados capaz de auxiliar em caso de danos.

Considerando a crescente ampliação do leque de aplicações das tecnologias de sensoriamento remoto, a diminuição de custos e a maior portabilidade e capacidade de seus equipamentos, espera-se que ocorra uma maior disseminação destas tecnologias no Brasil já que se mostram as mais eficientes em documentar sítios e monumentos históricos de forma rápida e precisa. Considerando a facilidade de visualização dos resultados, estas tecnologias também são aliadas na disseminação de estudos relacionados ao patrimônio e numa consequente maior valorização e preservação destes.

Agradecimentos

Ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, pelo apoio e infraestrutura disponibilizado, ao Núcleo de Apoio à Pesquisa de Estudos em Linguagem de Arquitetura e Cidade (N.ELAC-IAU.USP) pelo suporte, ao professor Andrea Adami, do Politecnico di Milano e a professora Adriane Borda pela assessoria técnica, à coordenação da Escola Álvaro Guião pela possibilidade dos experimentos, ao Programa Unificado USP/Santander pela bolsa de iniciação científica.

Referências

ALSHAWABKEH, Yahya. **Integration of Laser Scanning and Photogrammetry for Heritage Documentation**. Tese – Institut fur Photogrammetrie der Universitat Stuttgard. Stuttgard, 2006.

AMORIM, Arivaldo L.; GROETELAARS, Natalie J. (2008). A fotogrametria digital na documentação do patrimônio arquitetônico. **Forum Patrimônio: ambiente construído e patrimônio sustentável**. Belo Horizonte: Vol.2, N.2 (2008), pp.92-105.

BORDA, Adriane et al. Pontos (de vista) sobre o patrimônio: entre o escaneamento e a fotogrametria. In: **Anais do SIGraDi 2016, XX Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital**, 2016. Buenos Aires, Argentina.

EBRAHIM, Mostafa Abdel-Bary. 3D Laser Scanners' Techniques Overview. **International Journal of Science and Research.** Volume 4, n. 10, outubro 2015.

FASSI, Francesco et al, Comparison between laser scanning and automated 3d modelling techniques to reconstruct complex and extensive cultural heritage área. In: 3DARCH 2013, 2013. Trento, Itália. **ISPRS Archives** – Volume XL-5/W1, 2013

GROAT, Linda; WANG, David. **Architectural Research Methods**. Hoboken: Wiley, 2013.

HUGHES, Karen E.; LOUDEN, Elizabeth I. Louden. Bridging the Gap: Using 3-D Laser Scanning in Historic-Building Documentation. **APT Bulletin.** Vol.36, No. 2/3(2005), pp.37-46.

MORILA, Ailton Pereira. Um Monumento na Avenida: A Escola Normal de São Carlos. **Revista HISTEDBR Online**. Campinas. N. 19 (2005), p.52.

PIETRONI, Eva; ADAMI, Andrea. Interacting with virtual reconstructions in museums: the Etruscanning project. **Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH).** Volume 7, N. 2 (2014), pp. 9-29.

ROMERO, Diego; BUSTAMANTE, Alfredo. Photogrammetry as a Tool to Replace Eroded Decorative Architectural Elements. **APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology**, Vol. 48, No. 1, SPECIAL ISSUE ON CONCRETE (2017), pp. 15-22.

TALLON, André. Laser Light on Gothic Architecture. **Global Magazine of Leica**. Nº 68. 2017. (Disponível em: http://facultysites.vassar.edu/antallon/pdfs/reporter_68_mag_en.pdf)

WAHBEH, Wissam, NEBIKER, Stephan & FANGI, Gabriele. (2016).Combining Public Domain and Professional Panoramic Imagery for the Accurate and Dense 3d Reconstruction of the Destroyed Bel Temple in Palmyra. **ISPRS Annals of Photogrammetry.** (2016).

WARDEN, Robert. Towards a New Era of Cultural-Heritage Recording and Documentation. **APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology**. Vol. 40, No. 3/4, ANNIVERSARY ISSUE (2009), pp. 5-10.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

O DESENHO DIGITAL FRENTE A CULTURA DO DESENHO NA FOTOGRAFIA DAS REDES SOCIAIS

AMORIM, Robson Bastos[1],
FERREIRA, Edson Dias[2]

Resumo

A produção do desenho, seguindo tendências econômicas, tem ganhado novas plataformas a partir dos avanços tecnológicos. Essa produção engloba, através de suportes como o smartphone, ferramentas de criação/edição que exigem um domínio de técnicas e ferramentas da ação mecânica do desenho porém no suporte da plataforma digital. Neste contexto aparente distinto da utilização do desenho por parte do usuário, os aplicativos de produção e edição fotográfica reafirma sua presença no uso, transparente para o usuário, de camadas aplicadas automaticamente, filtros "artísticos" sob fotografias produzidas, etc. Assim, este artigo visa abordar como a cultura do desenho se apresenta frente as tendências culturais tecnológicas na produção de um público consumidor e produtor de conteúdo digital. Para esse trabalho, será realizado um estudo qualitativo em livros e artigos publicados sobre o tema focando em como o desenho fotográfico é utilizado, e como este cria um padrão cultural que não apenas socializa as pessoas em determinados grupos, como também o torna um potencial consumidor.

Palavras-chave: Fotografia, Cultura, Redes sociais.

Abstract

The production of design, following the economic trends, has gained new platforms from the technological advances. This production includes, through media such as the smartphone, tools of creation/editing that relate to a series of information and tools of action. In this context, the use of the application can be used as part of the user, the data editing application and the video editing is reaffirms the user's presence transparent to the user of automatically applied particles, "artistic" filters under the photographs produced, etc. aims at a culture of digital content design and dissemination. For this work, a qualitative study will be carried out in books and the articles on topics such as photographic design are used, and how to create a cultural pattern that is not only to socialize as people in certain groups, but also to become a potential consumer.

Keywords: Photography, Culture, Social networks.

[1] Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), rbsonnn@gmail.com
[2] Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), edson.orientacaomestrado@yahoo.com.br

1 Introdução

O mercado consumidor tem se modificado bastante ao longo dos tempos. Muitas dessas mudanças ocorrem devido a evolução tecnológica, que trouxe novas tendências a este, introduzindo uma nova maneira de consumir e produzir conteúdos, muitos destes expostos nas redes sociais. Nesse sentido, acreditamos que o smartphone é a ferramenta chave para compreensão das mudanças ocorridas nesse mercado. Assim, faremos um recorte que terá como objeto de análise o desenho nas redes sociais, e como este produziu um perfil de consumidores e produtores de conteúdos que podem ser observados através das fotografias publicadas nas redes sociais.

O uso do desenho aqui se apresenta para atender duas demandas, sendo a primeira responsável por priorizar a veiculação de imagens como forma de interação e socialização de indivíduos, e a segunda para atender a mecanismos de comercio digital (e-comercy).

Para dar início e delimitar melhor este trajeto social/histórico precisamos definir algumas concepções que nos levam ao uso, por exemplo, do smartphone como ferramenta de produção gráfica. Isto porque, a câmera acoplada a este dispositivo predispõe uma nova maneira de lidar com a fotografia, no sentido que até o advento da fotografia, registrar graficamente um fato obrigava o indivíduo a ter um certo domínio da ação mecânica de natureza gráfica que pudesse tornar, para outros indivíduos, o fenômeno visível não apenas no momento de sua ocorrência (FERREIRA, 2007), esta ação mecânica se tornou transparente ao usuário do smartphone, que apenas clica na tela do dispositivo e uma série de algoritmos pré-definidos viabilizam as configurações necessárias para a captura do momento almejado.

Para o pesquisador Sousa (2000), a fotografia surge num panorama positivista, obra de descobertas anteriores, e da pretensão do homem em encontrar uma forma mecânica de representação e reprodução do real. Também ao analisar a fotografia, Santaella (1999) define o surgimento do fenômeno fotográfico como uma quebra de paradigma, quando suscita uma transformação na maneira como o homem passa a lidar com a imagem a partir de então.

Desde modo dispositivos como o smartphone, caracterizado pela junção de ferramentas tecnológicas em um único suporte, e que tenha dentre estas ferramentas a câmera fotográfica, teve uma proliferação bastante expressiva. Ela foi acompanhada pela disseminação significativa da prática de captura de imagens e, em consequência, por uma considerável dilatação do domínio de visibilidade de fotografias pessoais, e como estas vem sendo mostradas (SANTOS, 2016).

Isso porque, ao atentarmos para o contexto publicitário da última década, percebemos que os smartphones viraram uma mídia importante na estratégia de exposição de qualquer empresa, o que corroborou para uma área totalmente nova de estudo dentro do Marketing, o Mobile Marketing, e fez com que várias agências de propaganda se especializassem nesta área para atender às demandas crescentes. Nesse sentido, faz-se indispensável entender esse fenômeno que é, ao mesmo tempo, social, cultural e tecnológico.

Essa maneira de produzir e consumir algo, na realidade, é o modo como a sociedade, nos últimos anos, tem aprendido a lidar com as diferentes formas de conteúdo nos mais diversos meios de comunicação. Desta maneira, em um período que a interatividade e o fluxo de informações são intensos, observa-se também o modo como os novos suportes tecnoló-

gicos tem influenciado essa dinâmica que configuram o que Jenkins (2008) nos apresenta como convergência:

> Por convergência refiro-me ao fluxo de conteúdos através de múltiplas plataformas de mídia, à cooperação entre múltiplos mercados midiáticos e ao comportamento migratório dos públicos dos meios de comunicação, que vão a quase qualquer parte em busca das experiências de entretenimento que desejam. Convergência é uma palavra que consegue definir transformações tecnológicas, mercadológicas e sociais [...] (JENKINS, 2008, p.29)

Assim esse conceito trabalha com a noção do uso de múltiplas mídias, na maioria das vezes para fins comerciais, seja para potencializar o alcance de uma mensagem, aumentar a presença e visibilidade de uma marca em vários ambientes ou envolver ao máximo o usuário com uma narrativa ou conteúdo, nesse caso quando a abordagem visa a inserção desse indivíduo em um grupo através do consumo ou utilização de determinado item.

Essas concepções sobre o consumo e utilização dos meios digitas estão inseridas no que denominamos de novas tecnologias de comunicação e informação, que definiremos como o período que surge a partir de 1975, com a fusão das telecomunicações analógicas com a informática, na concepção do computador, e que permitiu a veiculação, sob um mesmo suporte, de distintas formas de mensagens. Essa revolução digital gera, progressivamente, a passagem de mais media (cujos símbolos são a TV, o rádio, a imprensa, o cinema) para formatos individualizadas de produção, consumo, difusão e estoque de informação (LEMOS, 2013).

Nesse contexto a ONU (Organização das Nações Unidas) e a UIT (União Internacional das Telecomunicações), em 2012, apontavam que o mundo já possuía mais de um bilhão de usuários de mídias sociais, o que corroborava a importância, e como progressivamente as pessoas estavam passando mais tempo nas redes sociais. Também, segundo estudo realizado pela consultoria ComScore, em 2013, o Brasil já era o país com maior tempo de uso médio em mídias sociais por usuário no mundo, com treze horas mensais. Tudo isso tem gerado várias implicações culturais e comportamentais na sociedade contemporânea, que se comunica e consomem informações de forma mais intensa, dinâmica e interativa do que em qualquer outra época, estimulada pelo surgimento das redes sociais virtuais, em que o acesso se dá em grande parte pelos smartphones como aponta os dados abaixo da Nielsen Mobile Report (2014) através de pesquisa encomendada pela Mobile Marketing Association e patrocinada por: Fidelity Mobile, Spring Wireless, Adsmovil, Vivo E Ginga:

Figura 1 - Comportamento Online.
Fonte: MOBILE MARKETING ASSOCIATION, Mobile Report Brasil, Abril/2014, Disponível em: https://pt.slideshare.net/mmalatam/mma-nielsen-mobile-report-brasil-q1-2014-completa, 2014.

Outra característica que aparece com a chegada do smartphone é que com frequência, empresas tentam adaptar os seus já existentes produtos e práticas ao mundo mobile. Entretanto, esse é o mínimo requerido para se pensar o *mobile*. "A verdadeira chave para o sucesso não é adaptar suas práticas, mas entender os meios pelos quais a mobilidade pode, vai e deve mudá-las". (HAYDEN; WEBSTER, 2014, p.149).

2 Desenho e redes sociais

O conceito de Imagem é muito amplo, traz consigo através da concepção de Desenho o entendimento de fotografia (*foto*- luz e contraste; *grafia*- desenhar), isto porque é na compreenção do desenho como algo interno ao sujeito, que este caminho é trilhado, isto é, no entendimento que o desenho se apresenta não apenas na sua materialização física sobre uma superfície qualquer, o fato é que ao dotá-lo de materialidade, o desenhador, necessariamente, expressa sua intencionalidade, que se apresenta como característica fundamental para a produção deste.

> "Portanto, ao assumir a fotografia como suporte privilegiado para expressar uma idéia materializando-a enquanto tal, muito provavelmente, como resultante desta ação, será possível reconhecer e mesmo estabelecer aproximação com o conceito de desenho aqui empregado; sobretudo pelo caráter de intencionalidade que esta ação envolve." (FERREIRA, 2007, p. 6)

Assim, visando um melhor intendimento desta conexão, desenho e redes sociais, abordaremos também o conceito de imagem, pois na concepção de imagem encontramos as representações, que segundo Abbagnano (2000), pode ser atribuído em dois sentidos, sendo o primeiro, " imagem como produto da imaginação" e, no segundo, "imagem como sensação ou percepção".

Sobre estas definições de imagem, Joly (1996) explora o segundo sentido trazido por Abbagnano, como no trecho a seguir:

> "A imagem mental distingue-se do esquema mental, o qual colige os traços visuais suficientes e necessários para reconhecer um desenho ou uma qualquer forma visual. Trata-se então de um modelo perceptivo de objeto, de uma estrutura formal que interiorizamos e associamos a um objeto e que alguns traços visuais são bastante para evocar." (JOLY, 1996, p. 19)

Dialogando com este pensamento, Santaella e Nöth observam que os processos de produção da imagem dividem-se em pré-fotográficos e pós fotográficos. No primeiro caso, a produção das imagens pré-fotográficas é dotada de uma materialidade. "Resulta deste processo, não só uma imagem, mas um objeto único, autêntico, fruto do privilégio da impressão primeira, originária, daquele instante santo e raro (...) gesto irrepetível." (SANTAELLA e NÖTH, 1997, p.164). Já no processo pós-fotográfico a materialidade desaparece, a imagem atualiza-se e assume uma nova visualidade. Ao longo do século XX, a fotografia esforça-se para abolir um vínculo com o real, destacando seu carácter artificial e sua capacidade de transformar o mundo captado pela câmera fotográfica.

Também a Imagem estabelece uma relação com o ausente desenvolvida com a consciência da morte (MORIN, 1979), importante pois através dela o sapiens trava uma luta com a intenção de vencê-la, fazendo com que apareça, as relações simbólicas, isto é, a construção

da subjetividade nas relações comunicativas. Neste momento é que surgem as representações e, com elas, a relação do homem com os desenhos, as pinturas, as gravuras e os muitos sentidos a eles atribuídos. (FERREIRA, 2007).

Já nas redes sociais, o que tem se tornado tendência, é o compartilhamento de fotografias da vida cotidiana, montagens de cenas com intuito humorístico, ou até mesmo o uso das aplicações voltadas a produção de imagens utilizadas em função do entretenimento e trabalho. Sobre essa forma de produzir desenho Ferreira (2007) diz:

> Refletir a seu respeito são passos que possibilitam caminhar para a superação da situação posta. Agir, enquanto resposta efetiva, significa entender que já não cabe mais pensar desenho como se pensava até o advento do computador e, claro, da computação gráfica, enquanto forma efetiva de representá-lo. Também não cabe assumir esta forma como única maneira de representar desenhando, uma vez que, ao se alargar o conceito, possibilitou a outras linguagens serem lidas como desenho. (FERREIRA, 2007, p. 6)

Essas são algumas das formas populares com que o desenho surge frente ao apelo tecnológico do smartphone. Estas fotografias são produzidas e pós produzidas em aplicativos instalados nesses dispositivos, que de maneira transparente para o usuário do smartphone, traz mudanças que dialogam com a tendência cultural da atualidade, como a suavização de fundo (desfoque do *background*), clareamento ou correção automática de imperfeições de pele (criação e sobreposição de *layers*), ou filtros que fazem a partir da fotografia, simulação de riscos e tonalidades criando uma ambientação artística frente a reprodução do real. Essas ferramentas ajustam rapidamente níveis e tons, transformando cores, luzes e sombras nas fotografias. Estas intervenções são mais que apenas efeitos, pensando na construção que permeia o funcionamento interno do *software*, e faz com que essas fotografias aproxime cada vez mais o usuário do desenho artístico.

3 A Cultura em evidência

Para abordarmos como a tendência do smartphone se insere no contexto cultural contemporâneo, é importante compreender qual a definição de cultura que utilizaremos. Nesse caso, será o contexto antropológico, pois dialoga na potencialidade de aglutinação de conhecimento que o sapiens desenvolveu ao longo dos tempos. Nesse momento Sodré (1983) nos ajuda ao pontuar o discurso cultural no que se refere ao símbolo: “Dentro ou fora do discurso antropológico, a apalavra cultura relaciona-se com as práticas de organização simbólica, de produção social de sentido, de relacionamento com o real.” (SODRÉ, 1983, p. 12).

Esta relação simbólica, faz com que os consumidores/produtores de conteúdo, se conectem, estabelecendo uma ligação que abrange as atitudes, percepções, hábitos, motivações, desejos e necessidades destes. Uma vez que o nosso objetivo é perceber a influência da cultura no comportamento do consumidor, definimos cultura como a soma total das crenças, valores e costumes aprendidos que servem para direcionar o comportamento de consumo dos membros de determinada sociedade SCHIFFMAN; KANUK, 2000, p. 286).

Assim, nesse modelo de sociedade voltada ao consumo Karsaklian (2000) observa que entende-se por interação social o envolvimento de duas ou mais pessoas, em que os atos de um indivíduo são o resultado e a causa das ações do outro, ou seja, resposta de uma certa

ação executada por um deles. De acordo com a autora, grupos que exercem influência direta ou indiretamente no comportamento do consumidor, é chamado de grupos de referência, podendo ser considerados sob duas dimensões: os grupos primários ou secundários e os grupos formais ou informais.

Já Lewis e Bridges (2004), salientam como este perfil de consumismo atua, pois muitos consumidores acham que para ter personalidade e auto realização devem se renovar sempre, comprando cada vez mais, procurando a autenticidade, apenas para manter á aparência, que afinal, é artificial, e ainda enxergam em marcas uma história poderosa que consideram agregar certo valor à sua originalidade.

Assim os smartphones utilizam das redes sociais para que cada vez mais o usuário esteja envolvido e por consequência, consumindo conteúdo, de modo que a vida na rede social seja o referencial que cada pessoa inserida na rede tenha sobre outras pessoas. Como exemplo, temos fotografias em locais de alto padrão aquisitivo, ou utilizando produtos de maior preço para o contexto social que ganham destaque, fazendo com que as empresas explorem cada vez mais esse perfil consumidor com a justificativa implícita de que consumindo determinado produto estaria agregando valor a si mesmo. Não é muito raro observar pessoas que exibem fotografias no espelho para mostrar, mesmo que de maneira despropositada, o mais novo modelo de smartphone.

No mundo das redes sociais as imagens que ganham maior destaque, são as que tem o maior número de curtidas, *likes*, e que dessa maneira são as primeiras que aparecem nas pesquisas feitas dentro dessas plataformas de relacionamento.

4 A tecnologia na tomada de decisões

A mobilidade disponibilizada pelos smartphones permite que eles sejam usados com diversos objetivos. É possível organizar ações do dia-a-dia pessoal, utilizá-lo como ferramenta de trabalho, como instrumento de busca rápida de informações, como forma de manter pessoas sempre conectadas em grupos, buscando inclusive opinião dos mesmos na hora de comprar ou vender algum produto, assim Lemos (2013) nos traz sobre o smartphone:

> Devido sua portabilidade, espaço virtual igual (virtual peer space), a cidade não é mais um espaço urbano anônimo; até mesmo ao sair para fazer compras, jovens irão mandar fotos aos amigos dos pares de sapatos que compraram, ou mandar notícias rápidas sobre as ótimas liquidações que estão entrando. Após encontrarem-se face a face, uma sequência de mensagens de texto continuará as conversas enquanto os amigos se dispersam em trens, ônibus e a pé, dedos polegares datilografando em teclados portáteis numéricos. (ITO, 2003 apud LEMOS, 2013, n.p.)

Portanto as organizações, que observam as necessidades dos consumidores, estão considerando, em seus planejamentos de marketing o uso de estratégias digitais que utilizam smartphones, como o investimento em mídias sociais, e-mail marketing, dentre outras estratégias.

A MMA – Mobile Marketing Association (2009) estabelece mobile marketing como “um conjunto de práticas que permite que organizações se comuniquem e se engajem com seu público de uma forma interativa e relevante através de qualquer dispositivo móvel ou rede” (tradução própria). Entende-se que o marketing móvel é “a utilização de um meio sem fio

para fornecer aos consumidores, sensíveis ao tempo e à localização, informações personalizadas que promovem bens, serviços e ideias, beneficiando, assim, todas as partes interessadas". (SCHARL; DICKINGER; MURPHY, 2005, p. 165).

5 Conclusão

A partir das concepções e dados expostos, podemos observar que a cultura do desenho, ao contrário do que aparenta, encontra-se reafirmada através do aparato tecnológico do smartphone, suporte utilizado como exemplo, e que traz muitas potencialidades ao conectar pessoas, utilizando seu apelo funcional, nos mais diversos grupos e com os mais diversos intuitos. Assim, para além das empresas que estão utilizando o poder do smartphone para direcionar os usuários ao consumo de seus produtos através das fotografias nas redes sociais, temos a reflexão acerca do pensamento gráfico presente no planejar do ato fotográfico, e automatizado nos aplicativos dos suportes tecnológicos digitais.

Assim, o uso do suporte digital juntamente com a produção do desenho tem ganhado visibilidade na contemporaneidade, ao serem usados por várias marcas através das fotografias (desenhos fotográficos) para agregar valores a estas, e desta maneira se tornarem capazes de socializar e influenciar pessoas, para que estas estejam, cada vez mais, inseridas em determinados contextos e/ou grupos sociais.

Referências

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia Tradução de Alfredo Bosi**, 2. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1982.

FERREIRA, Edson Dias, **Desenho, fotografia e cultura na era da informática**, Graphica, 2007.

HAYDEN, Tim; WEBSTER, Tom. **The Mobile Commerce Revolution: Business success in a wireless world**. Indianapolis: Que, 2014.

JENKINS, Henry. **Cultura da convergência**. São Paulo: Aleph, 2008.

JOLY, Martine. **Introdução à análise da imagem**.Tradução de Marina Appenzeller, 1996.

KARSAKLIAN, Eliane. **Comportamento do consumidor**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LEMOS, A. **Cibercultura e Mobilidade: a Era da Conexão**. In: LEMOS, A. (Org.). Comunicaciones móviles. Revista Razón y Palabra, n. 41, out-nov. México, 2004. Disponível em: <https://www.razonypalabra.org.mx/anteriores/n41/alemos.html> Acesso em: 21 set 2013.

LEMOS, André. Cibercultura: **tecnologia e vida social na cultura contemporânea**. Porto Alegre: Sulina, 2013.

LEWIS, David; BRIDGES, Darren. **A alma do novo consumidor**. 1. ed. São Paulo: Editora M. Books do Brasil, 2004.

MOBILE MARKETING ASSOCIATION. MMA **Updates Definition of Mobile Marketing**. 2009. Disponível em: http://mmaglobal.com/news/mma-updates-definition-mobilemarketing Acesso: em 23 abr 2019.

MOBILE MARKETING ASSOCIATION, **Mobile Report Brasil**, Abril/2014, Disponível em: https://pt.slideshare.net/mmalatam/mma-nielsen-mobile-report-brasil-q1-2014-completa, 2014.

MORIN, Edgar. **O enígma do homem: para uma nova Antropologia**. Tradução de Fernando de Castro Ferro. 2.ed. Rio de Janeiro: ZAHAR, 1979.

SANTAELLA, Lúcia. **Imagem.** São Paulo: Editora Iluminuras Ltda, 1999.

SANTOS, Francisco Coelho dos. **AS FACES DA SELFIE Revelações da fotografia social**, REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS SOCIAIS - VOL. 31 N° 92 Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte. Outubro de 2016.

SCHARL, A., DICKINGER, A., MURPH, J.. **Diffusion and success factors of mobile marketing.** Electronic Commerce Research and Applications. v. 4, n. 2, p. 159–173, 2005.

SCHIFFMAN, Leon G.; KANUK, Leslie Lazar. **Comportamento do consumidor**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

SODRÉ, Muniz de Araujo. **verdade seduzida**: por um conceito de cultura no Brasil. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1983.

SOUSA, Jorge Pedro. **Uma história crítica do fotojornalismo ocidental**. Chapecó/Florianópolis: Editora Grifos/Letras Contemporâneas, 2000.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA POR MANUFATURA ADITIVA NA PRODUÇÃO DE UMA CÂMERA FOTOGRÁFICA ANALÓGICA PINHOLE: DA CONSTRUÇÃO DO OBJETO À REVELAÇÃO DAS FOTOS

HELLMEISTER, Luiz Antonio Vasques[1],
MARGADONA, Laís Akemi[2],
PORSANI, Rodolfo Nucci[3].

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados da prototipagem de uma câmera analógica *pinhole* 3D por meio da Aplicação de Tecnologia de Prototipagem Rápida por Manufatura Aditiva por meio de modelo *open source*. A plataforma analógica foi escolhida por possibilitar um mecanismo sucinto de captura fotográfica e também devido às suas potencialidades para o ensino da fotografia. O trabalho se divide em dois eixos: teórico, discorrendo sobre as tecnologias de impressão e foto utilizadas para a produção do protótipo; e prático, apresentando a câmera produzida e o primeiro teste com o negativo colorido exposto. Dessa forma, pretende-se traçar discussões sobre ambas as tecnologias, bem como trazer a fase inicial do protótipo da câmera, que deve ser utilizado como ferramenta para ensino de fotografia no curso de Design da FAAC/UNESP.

Palavras-chave: fotografia; prototipagem; *pinhole*; impressão 3D.

Abstract

The objective of this article is to present the results of an analog pinhole camera 3D prototyping, through the application of Additive Manufacturing Rapid Prototyping Technology, from an open source model. The analogue platform was chosen due to allow a succinct mechanism of photographic capture and its potentialities for photography teaching. This work is divided into two main axes: theoretical, discussing the printing and photo technologies used to produce the prototype; and practical, presenting the camera and the first test of the exposed color negative. In this way, it is intended to draw up discussions about both technologies, as well as to bring the initial phase of the camera prototype, which should be used as a teaching tool for photography in the FAAC/UNESP Design course.

Keywords: photography; prototyping; pinhole; 3D printing.

[1] Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).
luizhellmeister@ unesp.br
[2] Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).
laisakemi.ma@gmail.com.
[3] Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).
rodolfonporsani@gmail.com

1 Introdução

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados do processo de fabricação de uma câmera fotográfica analógica *pinhole* por meio da Aplicação de Tecnologia de Prototipagem Rápida por Manufatura Aditiva. A escolha desse método de produção do protótipo foi devido a fatores como o barateamento dos custos e popularização das tecnologias e matérias-primas nos últimos anos. Já na captura fotográfica, o processo analógico foi selecionado devido ao custo mais baixo do material fotossensível (o filme ou papel fotográfico), comparativamente muito menor ao de um sensor digital, além das potencialidades de ensino de fotografia que a plataforma oferece, conforme será visto mais adiante.

A simplicidade do mecanismo de uma câmera analógica *pinhole* – do inglês, buraco de agulha – dispensa sofisticações como objetivas e elementos eletrônicos, tornando o processo de captura fotográfica mais sucinto e resumido. Para ambos os procedimentos, prototipagem da câmera e realização do processo fotográfico, contou-se com a estrutura de dois laboratórios da Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação (FAAC/UNESP), a saber: Laboratório Difusão e Laboratório de Fotografia (FOTOLAB). Nas etapas de revelação e ampliação do filme colorido, utilizou-se um *minilab* terceirizado na cidade de Bauru, SP.

Historicamente, devido ao avanço das produções tecnológicas na II Guerra Mundial e no pós-guerra, principalmente ligadas à informática e computação, tiveram no início na década de 1980 o advento do CNC – Comando Numérico Computacional e com ela as produções comerciais das Tecnologias de Prototipagem Rápida. Contudo, foi somente na última década que elas se tornaram economicamente acessíveis. Durante esse tempo as tecnologias evoluíram, possibilitando o surgimento de diversas alternativas para manufatura aditiva e subtrativa, além do incentivo à ciência dos materiais e a pesquisa e desenvolvimento de diversas matérias-primas.

Com a popularização de câmeras analógicas compactas e filmes de pequeno formato nos anos 1960, e o surgimento das primeiras máquinas digitais no início dos anos 1990, hoje a tecnologia de fotografia se popularizou ao ponto de estar inserida em um leque de aparelhos. Ainda assim, a hegemonia da fotografia digital não sinalizou um catastrófico fim da era analógica. Henriques et al. (2017) argumentam sobre os novos usos dados às mídias analógicas no design gráfico e na fotografia: numa contemporaneidade digital marcada pela sofisticação dos *softwares* de manipulação gráfica, os imprevistos e erros dos processos manuais são explorados como um importante recurso visual. Muitos fotógrafos compartilham seus registros analógicos nas plataformas digitais, num termo que Valle (2012) denomina como “fotógrafos migrantes”.

Além do potencial imagético da plataforma analógica, enfatiza-se seus usos no setor educativo. Peter Glendinning (GLENDINNING, documento eletrônico), durante a especialização *online* de fotografia da Universidade Estadual de Michigan na plataforma *Coursera*, enfatiza a importância do analógico – e de não se visualizar a fotografia imediatamente – na construção do olhar fotográfico. Monforte (1997), também argumenta sobre a importância de se experimentar e praticar a fotografia em filme, “na qual o fotógrafo traduz a experiência visual nas múltiplas camadas de emulsão fotossensível” (MONFORTE, 1997).

No Brasil, algumas iniciativas educativas com a fotografia *pinhole* podem ser encontradas. No Ensino Superior, Gobbi e Leite (2013) introduzem o uso dessas câmeras na formação de alunos da licenciatura em Ciências Sociais, e Crocomo et. al (2018) apresentam o projeto de extensão da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) "Floripa *Pinhole"*, aberto à comunidade acadêmica em geral, e que busca difundir o "aprimoramento de técnicas fotográficas contemporâneas" (CROCOMO et al., 2018).

Ainda, a Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) criou o "Manual prático de fotografia *pinhole"* (FALIERI, 1999), e em abril de 2018, o Banco Cultural BRDE abriu uma oficina gratuita da técnica com o Festival *Pinhole Day* em Florianópolis. Na internet, também é possível encontrar modelos de câmera *pinhole* para impressão em papel e também em outros materiais – como a própria câmera deste trabalho, fabricada em 3D.

Dessa forma, este trabalho interdisciplinar tem como intuito realizar a comunhão das tecnologias de fotografia analógica e impressão 3D FFF, na construção de uma ferramenta funcional com fins educacionais. O modelo *pinhole* é um projeto *open-source,* isto é, um modelo colaborativo de código aberto, que sofreu modificações para ser utilizado como instrumento didático em sala de aula de fotografia, lecionada aos alunos dos cursos da FAAC/UNESP, campus Bauru. Como resultado, espera-se oferecer a primeira fase de um protótipo funcional de uma câmera fotográfica analógica, bem como discussões e o caminho metodológico para a produção desse objeto.

2 Materiais e métodos

O caminho metodológico e materiais utilizados para o processo de construção do protótipo da câmera consistiram em:

a) Prototipagem na impressora particular *Homemade Angra* desenvolvida pelo pesquisador, conforme será visto mais adiante;

b) Materiais utilizados: filamento ABS 1.75mm, vermelho aranha 3DLAB;

c) Acabamento em solventes cetônicos e tinta preto-fosco automotivo.

Para a produção fotográfica, foram considerados os passos e materiais a seguir:

a) Revisão de obras que abordem as questões técnicas da produção analógica: Martins (2014), Schisler (2007), Trigo (2009), Monforte (1997) e Browner (1967);

b) Revisão de bibliografia específica a respeito da câmera *pinhole* na contemporaneidade: Falieri (1999); Dietrich (1998), sobre o processo subjetivo da produção de uma imagem *pinhole*; Gobbi e Leite (2013) e Crocomo et al. (2018) sobre o uso educativo no Ensino Superior; Ymayo Filho (2003), sobre o uso dos *minilabs*;

c) Utilização do filme fotográfico colorido Kodak Kodacolor, ISO 200, obtido em loja especializada na cidade de Bauru (SP);

d) Para o processamento químico do filme exposto pela câmera pinhole (revelação em processo C-41 e ampliação em papel fotográfico), foi contratado o serviço de um minilab terceirizado da cidade de Bauru (SP). Mais detalhes a respeito desse processo serão explicitados mais adiante.

3 Eixo teórico

Neste item, será discorrido e justificado o uso das tecnologias utilizadas para a produção do protótipo 3D da câmera: a Tecnologia de Prototipagem Rápida por Manufatura Aditiva e a fotografia analógica, com a câmera *pinhole*.

3.1 O que é Tecnologia de Prototipagem Rápida por Manufatura Aditiva

Na contemporaneidade estamos inseridos na denominada Quarta Revolução Industrial, movimento caracterizado por uma economia com intensa presença de tecnologias digitais flexíveis e conectividade interpessoal e intercontinental rápida e estável, em que o principal valor imaterial é a informação. Dentro desse contexto de constantes mudanças, a CNC (Comando Numérico Computadorizado), de manufatura subtrativa e aditiva, é uma tecnologia vital (PORSANI, 2017).

A Tecnologia CNC de Prototipagem Rápida de Manufatura Aditiva, habitualmente intitulada como Impressão 3D, é uma terminologia dada a todo processo tecnológico de materialização de determinado objeto, que inicialmente passou por um processo de desenvolvimento por modelagem em formato tridimensional digital (3D virtual). Sendo posteriormente convertido em coordenadas CNC na linguagem de máquina (código G) e protótipo em um objeto real e palpável, através do processo de adição de matéria, camada à camada.

Dentro dessa tecnologia existe a subdivisão em famílias, de acordo com os diferentes processos e respectivas matérias primas envolvidas. A vertente tecnológica mais difundida e popularizada é *a FDM® - Fused Deposition Modeling®,* Modelagem por Fusão e Depósito – tradução própria). Contudo, devido a restrições comerciais desse nome, um termo de uso livre é o FFF (*Filament Fused Fabrication* - Fabricação por Filamento Fundido).

A tecnologia FFF popularizou-se principalmente após 2010 com as quedas das patentes, a difusão de projetos *open-source* nos fóruns, comunidades *makers* e também devido à grande oferta de matéria-prima plástica de baixo custo. O surgimento de uma produção nacional mesmo que em pequena escala, de impressoras 3D para as mais diferentes finalidades, também colaborou para o processo de disseminação tecnológica.

3.2 O que é uma câmera analógica *pinhole*

As câmeras *pinhole*, também chamadas de câmeras estenopeicas ou de orifício, são equipamentos artesanais de construção muito simples e de poucos elementos, e podem ser elaboradas com uma diversidade de materiais como caixas de madeira, papelão, latas de leite em pó ou de outros alimentos (FALIERI, 1999). A *pinhole* é um compartimento isolado, dotado de um pequeno orifício para a passagem da luz. No plano em que a imagem é formada, é posicionado um material sensível à luz, que pode ser o filme ou papel fotográfico (Figura 1).

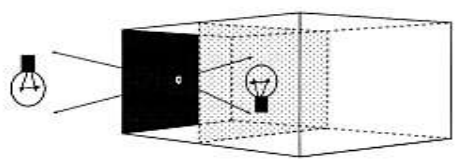


Figura 1 – Esquema de funcionamento de uma câmera *pinhole*
Fonte: FALIERI, Cleber (1999). Ilustração por Claudia Jussan.

Outra característica importante das câmeras *pinhole* é de que elas não necessitam de lentes para seu funcionamento. Dietrich (1998), descreve que "a máquina *pinhole* é o instrumento mais simples para provocar ou evocar uma representação" (DIETRICH, 1998, p.63). O pequeno orifício funciona, no caso, como diafragma fixo no lugar de uma objetiva (FALIERI, 1999). Sem componentes de vidro ou outro elemento entre o assunto retratado e o material fotossensível, é possível produzir uma câmera artesanal simples e de baixo custo.

No entanto, a produção de uma câmera desse tipo apresenta alguns desafios técnicos. O controle do diâmetro do orifício do diafragma é crucial, visto que até frações de milímetros podem influenciar na nitidez e definição da imagem (TRIGO, 2012). Ainda, "o aumento ou a redução no diâmetro do orifício piora a qualidade da imagem", sendo que o é aumento capaz de prejudicar a definição, e a redução do orifício, degradar a qualidade fotográfica devido aos efeitos da difração (TRIGO, 2012).

Outro desafio é a produção de uma câmera perfeitamente vedada. Um ponto de luminosidade externa além do orifício pode gerar desde vazamentos de luz (efeito conhecido como *light leak*, em inglês, e explorado na fotografia experimental de movimentos artísticos como a Lomografia) à exposição total do material sensível, queimando-o ou velando-o. Problemas técnicos como esse e outros só podem ser descobertos após o processamento completo do filme ou papel fotográfico, o que torna lento o processo de detecção de erros na construção do dispositivo.

Neste trabalho, utilizou-se um modelo *open-source* de câmera 3D que tem o filme como material sensível à luz.

3.3 O processamento do filme exposto pela câmera

Após o processo de captura, o filme deve ser submetido a um processo químico para que as imagens possam ser visualizadas, chamado de revelação. Após o procedimento químico, as imagens do filme (que pode ser negativo ou positivo, colorido ou preto-e-branco) podem ser ampliadas em papel fotográfico ou digitalizadas a partir do negativo.

Nesta fase da pesquisa, optamos pelo uso de um filme negativo colorido, devido a seu baixo custo, tanto do material quanto do processamento em laboratório, denominado C-41 (MARTINS, 2014). O procedimento padrão de um processamento de um filme colorido é por meio dos *minilabs* químicos*,* isto é, "equipamentos para revelação de filmes fotográficos e reprodução de cópias em papel fotográfico" (YMAYO FILHO, 2003), encontrados em lojas especializadas de fotografia, como aquelas conhecidas pela "revelação em uma hora". No primeiro negativo exposto pela câmera, o procedimento químico foi terceirizado para o laboratório *Quality* Foto, em Bauru (SP).

4 Eixo prático

Neste item, serão apresentados o processo de prototipagem 3D da câmera analógica *pinhole*, bem como o primeiro teste de exposição do negativo.

4.1 A prototipagem da câmera pinhole

O processo de produção da câmera *pinhole* deu-se inicialmente pela pesquisa de modelos tomando base os filmes 35mm, devido a sua facilidade tanto de compra como de revelação.

Foram encontrados alguns modelos *open-source* gratuitos pelo *website Thingiverse*, repositório de projetos abertos.

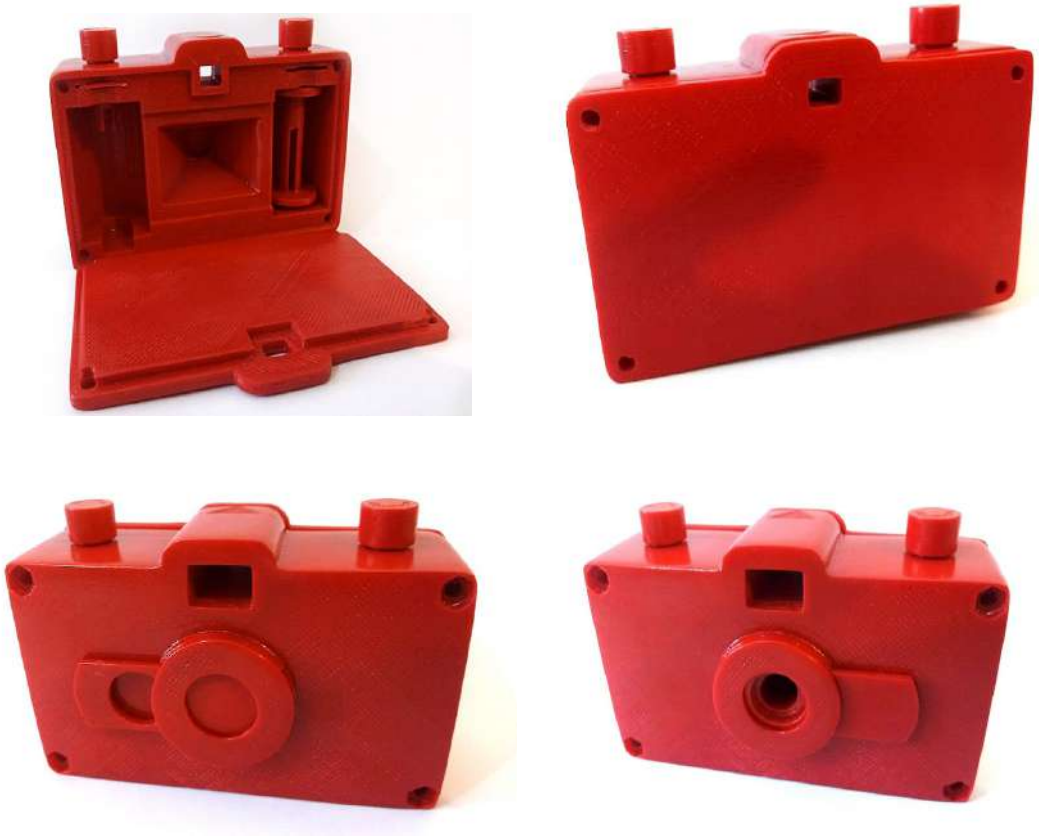
Após o *download* dos arquivos, estes foram avaliados e os objetos foram submetidos ao processo de preparação para impressão 3D por fatiamento e conversão para *g-code*, utilizando o programa *Repetier Host - Cura* , respeitando as diretrizes da impressora e da matéria-prima escolhida, o ABS – Acrilonitrila Butadieno Estireno, devido sua opacidade, resistência física, facilidade de impressão, acabamento e bom custo benefício. O objeto foi manufaturado em impressora particular Angra 3D *homemade*, em material ABS premium da empresa *3DFila* com densidade de 60%. O projeto despendeu cerca de 12 horas-máquina (Figuras 2).

Figuras 2 - Processo de Prototipagem por Deposição de Material Fundido.
Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

Em seguida, passou por um processo de acabamento com lixa 220 e 320 (Figura 3), e posteriormente submetida ao processo de vaporização com o solvente Propanona para garantir uma textura lisa e brilhante.

Figura 3 - Componentes Impressos após abrasão por lixa 220.
Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

Foi montada para avaliação dimensional após a secagem das peças. (Figura 4).



Figuras 4 - Pinhole Montada após vaporização dos componentes com solventes cetônicos
Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

A parte interna da câmera que armazena os rolos e câmara escura foi pintada com tinta automotiva em esmalte sintético na cor preto fosco, a fim de garantir a penumbra suficiente necessária no processo de foto analógica (Figura 9).

Após a montagem e manuseio observou-se a necessidade do desenvolvimento de um novo gatilho mais prático com fechamento por elástico. O novo gatilho foi modelado em 3D digital no *software Solidworks* 2016 e posteriormente prototipado em ABS e implementado. Finalizando a montagem do projeto com a inserção de uma fina chapa de alumínio com um furo centralizado como obturador, seguido da montagem final da câmera fotográfica (Figura 5).

Figura 5 – Câmera fotográfica finalizada
Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

A partir deste último estágio, a câmera foi abastecida com filme e utilizada, conforme será visto no próximo item.

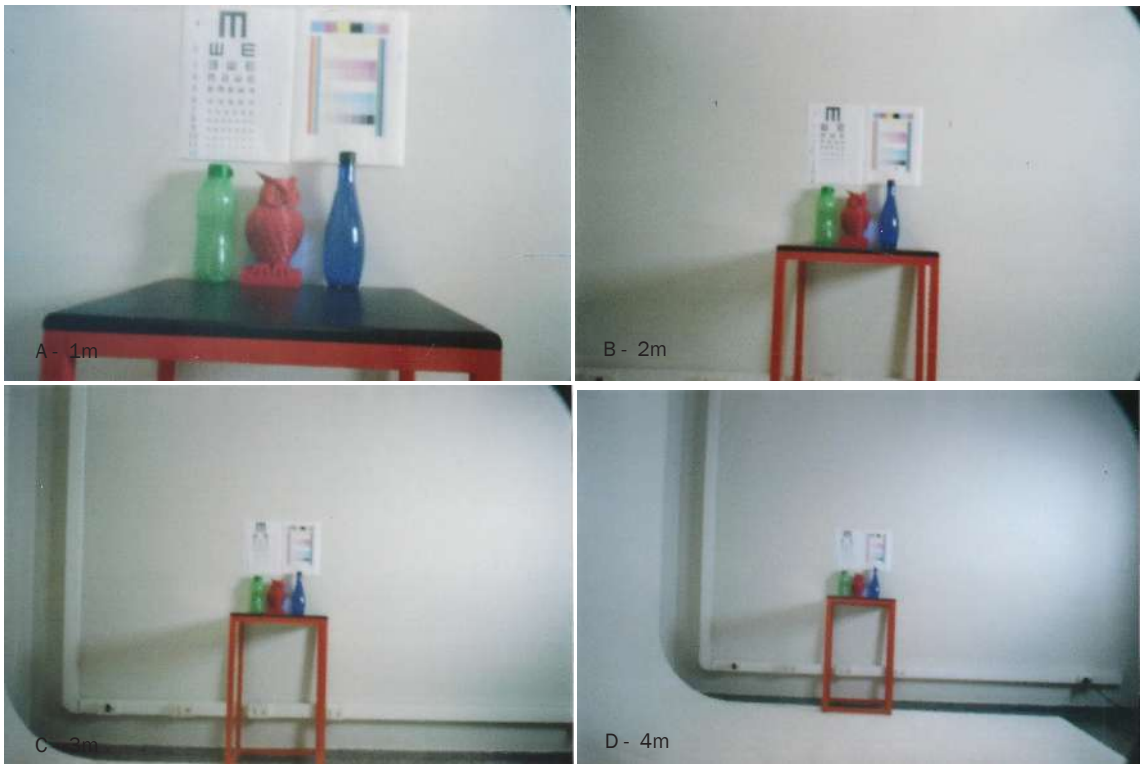
4.2 Expondo o filme à luz

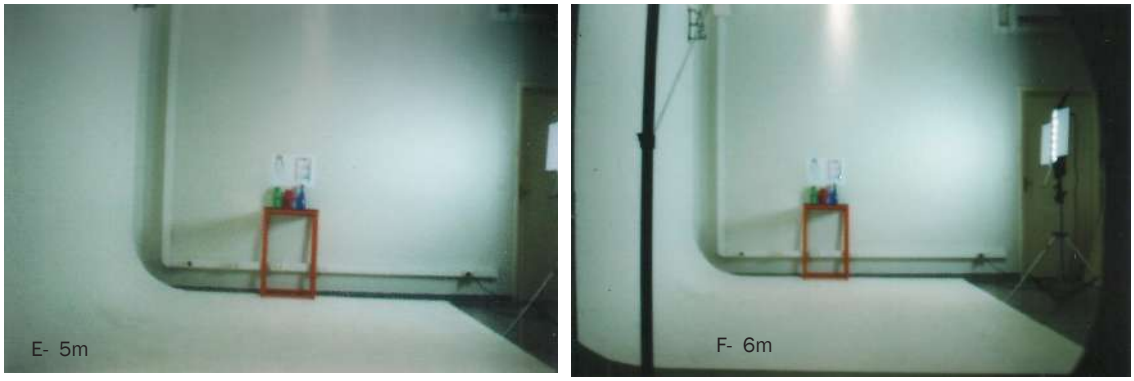
A câmera foi abastecida com filme negativo colorido Kodak Kodacolor 200, 36 poses. 18 imagens foram produzidas no estúdio do Laboratório de Fotografia da FAAC/UNESP. A intenção desta série de fotos foi checar o tempo de exposição necessário para o diafragma criado para a câmera, bem como a distância mínima para obtenção de foco e definição. As imagens foram reveladas e ampliadas em tamanho 10x15 cm e digitalizadas.

Produziu-se uma cena com objetos das cores vermelho, azul e verde. Na parede, dois cartazes para exames oftalmológicos foram impressos e afixados. Uma fonte de luz contínua de média intensidade foi acesa, em conjunto às luzes fluorescentes da sala. As imagens foram fotografadas em seis distâncias em relação ao assunto (de 1 a 6 metros), com 3 tempos de exposição para cada imagem (1, 2 e 3 segundos). Duas imagens foram perdidas devido a problemas na captura.

Para a cena, consideramos que 3 segundos foi o melhor entre os três tempos testados para obtenção de uma fotometria adequada. Na Figura 6, encontram-se as imagens (A B C D E F) expostas por 3 segundos, considerando-se as seis distâncias em que a cena foi fotografada.

Figuras 6 – Imagens produzidas pela câmera *pinhole,* nas distâncias de 1 a 6 metros em relação à cena fotografada, respectivamente.





Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

Na avaliação de nitidez e foco, consideramos que a distância mais próxima, 1 metro, foi a que forneceu a melhor definição (A).

5 Considerações finais

Dessa forma, este trabalho apresentou o percurso metodológico da construção de uma câmera analógica *pinhole* por meio do processo de prototipagem por manufatura aditiva. O processo fotográfico, da captura à ampliação das fotos, foi também foi descrito. É a conjunção de duas pesquisas teórico-práticas em design de produto e processos fotográficos.

Nas próximas etapas, filmes negativos preto e branco serão escolhidos para novos testes, visto que no Laboratório de Fotografia da FAAC/UNESP é possível encontrar todos os químicos necessários para a produção de uma fotografia monocromática, da revelação do filme à ampliação em papel. Esse tipo de filme não foi a escolha para os testes iniciais devido ao seu custo mais alto comparativamente ao negativo colorido, bem como a impossibilidade de comprá-lo na cidade em que residem os pesquisadores.

Por fim, há a possibilidade de uso da câmera produzida como instrumento didático nas disciplinas de Fotografia pertencentes à grade curricular do curso de Design da FAAC/UNESP, visto que exercícios de fotografia analógica já são ministrados no curso. A impressão de novas câmeras colaboraria para a execução dos exercícios, suprindo a deficiência de equipamentos de captura encontrada presentemente no laboratório.

Ressalta-se que este trabalho pretende apresentar o processo inicial da construção da câmera fotográfica; logo, estes materiais e métodos estão em fase de testes e aprimoramento, e devem ser aperfeiçoados e corrigidos ao longo dos próximos passos da pesquisa. Posteriormente, novos assuntos devem ser selecionados para a produção de um ensaio fotográfico com a câmera *pinhole*.

Assim, esperamos que este trabalho tenha contribuído com reflexões e metodologias dentro de ambas as esferas de conhecimento, design de produto e fotografia.

Agradecimentos

À CAPES, processo número 88882.180467/2007-01 - UNESP-BAURU - DESIGN, Ao Laboratório Difusão, ao Laboratório de Fotografia (FAAC/UNESP) e à Quality Foto, em Bauru (SP).

Referências

BROWNER, Robert E. **Fotografia**: Arte e Técnica. 7. ed. revisada e ampliada. São Paulo: Agência Editora Iris, 1967.

CROCOMO, Fernando; GUIDOTTI, Flávia; GIACOMELLI, Ivan. Floripa *Pinhole*: A utilização de técnicas primitivas de registro fotográfico para o desenvolvimento de habilidades com a fotografia contemporânea. In: Encontro Nacional de Professores de Jornalismo, 17, 2018, Palmas. **Anais do XVII Encontro Nacional de Professores de Jornalismo**. Associação Brasileira de Ensino do Jornalismo: Palmas, 2018.

DIETRICH, Jochen. Câmara obscura. **Porto Alegre**, v.9, n.17, p.61-72, nov. 1998.

FALIERI, Cleber. ***Pinhole***: Manual prático da fotografia estenopeica. Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais (EBA/UFMG). Ilustrações por Claudia Jussan. 1999. Disponível em: <www.eba.ufmg.br/cfalieri/index.html>. Acesso em: 04 mar. 2019.

GLENDINNING, Peter. Photography Basics and Beyond: From Smartphone to DSLR. Especialização da Michigan State University na plataforma digital *Coursera*. Disponível em: <www.coursera.org/learn/exposure-photography>. Acesso em: 04 mar. 2019.

GOBBI, Maria Aparecida; LEITE, Maria Cristina Stelo. Olhar pelo buraco da agulha: *pinhole* numa proposta de estágio e formação de professores em ciência sociais. **Olh@res**, v.1, n.1, p.263-283, maio 2013.

HENRIQUES, Fernanda; MARGADONA, Laís Akemi; GADOTTI, Marcela. O pensar híbrido contemporâneo no design e na fotografia: diálogos entre o artesanal e o digital. **Educação Gráfica**, v.21, n.1, 2017, p.198-208.

MARTINS, Nelson. **Fotografia**: da analógica à digital. 3. reimpr. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2014.

MONFORTE, Luiz Guimarães. **Fotografia pensante**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 1997.

PORSANI, R.N.; SILVA, B. B. da; Hellmeisteir L. A. V., **Revisão teórica da história da manufatura aditiva e das propriedades dos principais insumos e estruturas de preenchimento nas impressoras 3D FDM open material**.. In: ANAIS DO CONGRESSO INTERNACIONAL E WORKSHOP DESIGN & MATERIAIS, 2017, Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ, 2018.

SCHISLER, Millard W. L. **Revelação em preto-e-branco**: a imagem com qualidade. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

TRIGO, Thales. **Equipamento fotográfico**: teoria e prática. 5. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

VALLE, Isabella. Fotografando digitalmente, pensando analogicamente: os fotógrafos migrantes. **Revista Ícone**, Pernambuco, v. 14, n. 2, dez. 2012.

YMAYO FILHO, Fuzio. **Estudo sobre o valor, a qualidade o sacrifício percebidos pelo consumidor de *minilabs* fotográficos digitais na cidade de São Paulo**. São Paulo: FGV-EAESP, 2003. 225p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Administração de Empresas da FGV-EAESP, Campo de Conhecimento de Administração Mercadológica).

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

TENTATIVAS DE DEFINIÇÃO DO DESIGN – UM CONCEITO EM EXPANSÃO

SANTOS, Arthur H[1]

Resumo

Este artigo é o capítulo inicial da dissertação de mestrado intitulada Ideias Postas em Práticas: o lugar da criatividade e da experimentação no design contemporâneo. Muitos trabalhos sobre design começam com definições oficiais ou com a etimologia da palavra. Talvez fosse redundante persistir nesse caminho, elencando definições e conceitos de e sobre design, porém essa insistência se mostra válida, uma vez que as variadas definições adotadas pelos designers em seu discurso podem ter muito a revelar quando confrontadas com a sua prática do design.

Palavras-chave: design, conceito, prática.

Abstract

This article is he initial chapter of the master's thesis titled Ideas put into Practice: the place of creativity and experimentation in contemporary design. Many works on design begin with official definitions or with the etymology of the word. Perhaps it would be redundant to persist on this path, setting definitions and concepts of design, but this insistence is valid, since the various definitions adopted by the designers in his speech may have a lot to reveal when confronted with his practice of design.

Keywords: design, concept, practice.

[1] UFRJ – Programa de Pós-Graduação em Design (arthenrique@gmail.com)

1 Introdução

O filósofo Giorgio Agamben (2009, p. 27) destaca a importância das questões terminológicas para a filosofia e cita a terminologia como "o momento poético do pensamento". Na entrevista *Sobre a filosofia*, Gilles Deleuze discorre sobre qual é o papel desta disciplina:

> A filosofia tem uma função que permanece atual, criar conceitos. Ninguém pode fazer isso no lugar dela. [...] Hoje é a informática, a comunicação, a promoção comercial que se apropriam dos termos "conceito" e "criativo", e esses "conceituadores" formam uma raça atrevida que exprime o ato de vender como o supremo pensamento capitalista, o cogito da mercadoria. (DELEUZE, 1992, p. 170)

Resta aos não filósofos a indagação. Indagar é fazer perguntas; interrogar. Observar com atenção; procurar descobrir. Pensar sobre o sentido de algo; refletir. Assim, definir (o que vem a ser design) aparece aqui não no sentido de precisar, indicar com exatidão, mas como uma forma de tornar mais nítido, mais claro um objeto ou conceito. É uma forma de aproximação. A filosofia é apenas um ponto de partida para o caminho que se pretende percorrer.

2 Revisão da Literatura

Tomou-se assim como ponto inicial o livro *Existe Design? - indagações filosóficas em três vozes* cujos ensaios versam sobre as possíveis relações entre filosofia, design e áreas correlatas, iniciando "um diálogo entre o 'fazer' e o 'pensar' design", convidando o leitor a uma reflexão sobre o design. (MIZANZUK; PORTUGAL; BECCARI, 2012, p. 11).

No primeiro ensaio, *Crença como sobrevivência*, Ivan Mizanzuc (2012, p. 19) afirma que as discussões sobre a definição de design são bastante frequentes e acaloradas, e que alguns aspectos dessas discussões parecem realmente insolúveis. Essas questões apoiam-se, sobretudo, na forma como se dá a escolha por uma definição mais satisfatória, a qual "aparenta, cada vez mais, ser um recurso político de defesa de seus próprios interesses – ao dizer que design é X em vez de Y, o discurso é moldado por interesses que vão além de uma lógica que vise à 'realidade objetiva'." Neste ponto, o autor propõe um passo atrás para iniciar com a pergunta que dá título ao livro: existe design?

Daniel Portugal inicia o ensaio *Sobre Sócrates e alces* com a afirmação de que "é preciso compreender a pergunta antes de tentar respondê-la.", afirmação esta que é confirmada com duas interrogações: "O que se quer saber quando se pergunta se alguma coisa existe? Isto é, existe alguma coisa que não existe?".

> Esta pequena digressão, finalizada na interrogativa, tem como único objetivo indicar que o mundo organizado que vemos, composto por alces, cadeiras, mesas etc., não existe independentemente da nossa linguagem e da nossa imaginação. [...] Portanto, as coisas que existem nessa realidade existem, em parte, porque foram inventadas por nós. (MIZANZUK; PORTUGAL; BECCARI, 2012, p. 25-26)

O autor (2012, p. 32) aprofunda a questão e, ao final, adverte que "o design não está ligado a uma busca da verdade". Dialogando com as questões suscitadas até aqui, Marcos Beccari invoca *O Deus Design*. Para Beccari (2012, p. 35-36), o mais legal seria justamente a possibilidade de o design não existir, desdobrando a pergunta inicial em outra: "e se não con-

seguimos suportar o fato de que a vida é basicamente infeliz, insegura e desconfortável, de modo que, para justificar nossa 'vocação superior', tivemos que inventar um deus Design?". O design seria uma espécie de artifício divino que nos faria enxergar o mundo não como realmente ele é, mas através de uma visão privilegiada. No entanto, ao privilegiar uma visão, os fatos de que tentamos nos afastar não deixam de existir. Nesta sentença encontra-se a "natureza trágica da religião do Design". Ironicamente, "ao trapacear a desgraça humana, o Design somente reforça uma sensação de que estamos sendo enganados."

Citando Vilém Flusser, o autor afirma que o design pode ser entendido como ficção, não no sentido de invenção, mas no sentido da palavra latina *fingere*, feitiço ou encantamento, "coincidência de algo que adquire forma enquanto é pronunciado". Entre outras coisas, design também pode significar destino, quando ao propomos questões a nós mesmos tentamos tomar posse do destino a fim de moldá-lo, numa tentativa de resolver a nossa "própria existência, remanejando retroativamente suas próprias condições de possibilidade." Somos assim forjados para e pelo design." (MIZANZUK; PORTUGAL; BECCARI, 2012, 39-40)

Ao final do livro, chega-se à pergunta primordial: Afinal, o que é design? No ensaio *Design como sintoma*, Mizanzuk fala das controvérsias entre as definições correntes e recorrentes, sobretudo as fundamentadas nas possíveis origens do design.

O design surge com a era industrial? Ou o design é ontológico: nasce junto com o próprio *Homo sapiens*, ou seja, "sempre fomos e sempre seremos" todos designers? O problema principal desta última visão é que, ao tratarmos toda a produção humana como design, os limites e referências são perdidos, uma vez que "ao chamarmos tudo de design, nada é design" (MIZANZUK; PORTUGAL; BECCARI, 2012, p. 100-101). Estas questões não estão fechadas e os embates delas provenientes parecem distantes de serem encerrados.

O autor presume que o design "jamais se definirá pelo conflito interno que lhe é caro". A indefinição faz parte da própria "natureza" do design e também é a garantia da sua sobrevivência, ousa dizer. Beccari (2012, p. 102) cita o livro *Design para um mundo complexo*, onde Rafael Cardoso aponta para a imaterialidade como foco, onde a preocupação principal no design atual seria não apenas resolver problemas tais como eles se apresentam, mas antes disso, reavaliá-los, entendendo que "ao pensarmos o design como uma forma de repensar problemas, reavaliamos o próprio pensar, cultivando novas complicações, o alimento primordial do design." (MIZANZUK; PORTUGAL; BECCARI, 2012, p. 105).

A seguir, em *Design como Mediação*, Daniel Portugal (2012, p. 109) começa justificando o fato de a pergunta definidora (e não definitiva!) mostrar-se somente ao final. Esta justificativa se dá pela pressuposição de que "toda a definição é enviesada", uma vez que existem diversas circunstâncias ou fatos os quais devem ser considerados, organizados e consolidados antes que se possa propor alguma definição.

O autor argumenta que o design é uma atividade e, como tal, tem uma finalidade ou um objeto, por ele delineado como "a forma aparente ou aparência", atentando que essa atividade "não tem como objetivo específico adequar a forma de um objeto a funções específicas, e sim trabalhar a forma pensando em seus potenciais comunicativos" (MIZANZUK; PORTUGAL; BECCARI, 2012, p. 110).

A partir daí, formula uma definição, que ele ressalta ser provisória, em que o design pode ser caracterizado como "uma atividade que atua sobre as formas (ou aparências) das coisas, com o objetivo de trabalhar seu papel de mediadoras das relações entre humanos e coisas, e das relações dos humanos entre si e consigo mesmos através das coisas" e complementa apontando que esta atuação sobre as formas se dá pela sua concepção, mais precisamente, pelo projeto. Para fundamentar sua definição, Portugal acrescenta "que o design, tal como o entendemos, é uma atividade característica de um tipo específico de cultura ou visão de mundo." (MIZANZUK; PORTUGAL; BECCARI, 2012, p. 111-112).

O último ensaio, *Um desvio ao impossível*, tem como ponto de partida uma definição de design proposta por Marcos Beccari (2012, p. 117), citando a etimologia da palavra:

> de origem anglo-saxã referente a projeto e que, entre sujeito e objeto (compartilhando da mesma raiz etimológica latina), evoca a simbólica existencial do projectum – lançar-se para frente ou, como prefere Deleuze, aceitar que o sentido mirado permanece uma operação aberta, interminável.

Dessa forma, enfatiza que o design parece ser uma atitude extremamente ambiciosa, sendo capaz de articular questões de possibilidade por meio de condições de impossibilidade, pensando nas coisas e entre as coisas, ocupando o espaço do que é potencial e do realizado. "Retomando uma dinâmica ficcional-oracular no lugar de mera conduta de projeto, o design tem funcionado como desvio projetual necessário para o enfrentamento – não mais adiado por antecipação – do real." (MIZANZUK; PORTUGAL; BECCARI, 2012, 121-123).

Na conclusão do livro, faz-se a revelação final de que o objetivo fundamental de formular tantas e tão difíceis questões não é, em última análise, chegar a respostas que possam ter alguma aplicação mais prática e sim oferecer um caminho alternativo que possa ser seguido em buscas de novas perguntas e respostas, e de novas ideias que podem surgir no encontro com outras ideias. O que se busca afinal não são certezas ou conciliações e sim livrar-se do "excesso de respostas prontas no design" (MIZANZUK; PORTUGAL; BECCARI, 2012, 127).

O supracitado Vilém Flusser, no ensaio *Sobre a palavra design*, lembra que, em inglês, design funciona como substantivo, mas também como verbo e que, além dos significados mais usuais como "propósito", "plano", "intenção", ou ainda, "projetar", "configurar", "proceder de modo estratégico", a palavra possui outros significados menos explorados ou até mesmo ocultos. "Esquema maligno", "conspiração", "tramar algo", "simular", significados que estão relacionados a "astúcia e a "fraude". Conclui que "o design ocorre em um contexto de astúcias e fraudes. O designer é portanto um conspirador malicioso que se dedica a engendrar armadilhas." (FLUSSER, 2017, p. 181-182). Em seguida, o autor traz as palavras "mecânica" e "máquina" e cita a palavra grega *mechos*, associando "mecanismo" a algo que tem como objetivo enganar, criar uma armadilha. Nesse mesmo contexto, aparece a palavra "técnica", do grego *techné*, que significa "arte". A partir daí, Flusser continua a associação entre essas palavras, dizendo que elas estão intimamente ligadas, mas que, no entanto, esta relação vem sendo negada desde a Renascença.

> A cultura moderna, burguesa, fez uma separação brusca entre o mundo das artes e o mundo da técnica e das máquinas, de modo que a cultura se dividiu em dois ramos estranhos entre si: por um lado, o ramo científico,

> quantificável, “duro”, e por outro o ramo estético, qualificador, “brando”. (FLUSSER, 2017, p. 183)

O design viria ocupar o espaço entre esses dois mundos, na interseção entre a arte e a técnica, significando o lugar em que essas “caminham juntas, com pesos equivalentes, tornando possível uma nova forma de cultura”. O autor afirma que esta poderia ser uma boa explicação, mas não o suficiente, uma vez que todos os termos têm em comum as conotações de engodo e malícia e traz de volta o exemplo da alavanca, uma máquina simples, que através da técnica, da arte, ou seja, do design, tem como objetivo enganar a gravidade, burlando as leis da natureza. Assim, o design estaria na formação do próprio *homo sapiens* e na base de toda cultura, com o propósito de “enganar a natureza por meio da técnica, substituir o natural pelo artificial por meio da técnica, [...] com astúcia, nos transformar de simples mamíferos condicionados pela natureza em artistas livres”, concluindo que “o ser humano é um design contra a natureza.” (FLUSSER, 2017, p. 184-185).

O autor (2017, p. 186) alerta para as possíveis consequências da posição que a palavra design vem adquirindo no discurso contemporâneo, e conclui que as explicações apresentadas não devem servir de desalento, pois outras concepções distintas e igualmente aceitáveis para a palavra design poderiam emergir, dependendo do design adotado.

Para Bruno Latour (2014), em uma “extraordinária carreira”, o termo design vem crescendo não só em compreensão, mas também em extensão. O autor narra que, em sua juventude, o termo design, importado do inglês para o francês, não significava nada além do que os franceses chamam hoje de *relooking* – “uma bela palavra inglesa que, infelizmente, não existe em inglês”. *Relook* significa nada mais do que dar uma aparência mais bela ou uma forma mais harmônica a um produto, acrescentando uma espécie de “verniz formal”, algo superficial, que é usado para revestir as formas duras e pouco atraentes dos objetos concebidos pelos engenheiros, tornando esses objetos mais aceitáveis. Esse “design” funcionaria sempre em adição, como um “não só... mas também”. Latour afirma que esta definição não muito elaborada serve apenas de ponto de partida para compreender melhor como o design vem se expandindo de modo contínuo, sendo cada vez mais importante, ocupando uma posição central na produção. A atuação do design estendeu-se dos meros objetos cotidianos para outros cenários, de paisagens inteiras, ao interior do corpo humano e chegando até à natureza, de forma que o termo design parece já não ter limites.

Essa ampliação dos limites do design indica uma mudança na maneira de lidarmos com os objetos e ações de uma forma geral. Para pontuar a questão, Latour lança uma provocação, afirmando que, se o design é o meio pelo qual podemos formular ou reformular todas as coisas, design é um dos termos que pode substituir a palavra “revolução”.

Falando ainda da posição de destaque que o design parece ocupar nos dias atuais, encontramos repercussão nas ideias tratadas por Ezio Manzini no livro *Design: quando todos fazem design*. Segundo Manzini (2017, p. 43), os termos “design” e “designer” vêm sendo aplicados cada vez mais a atividades, noções e, até, pessoas para além da comunidade onde estes termos são tradicionalmente reconhecidos. A consequência disso é que o design vem sendo reconhecido por um número crescente de pessoas “como um modo de pensar e um comportamento aplicáveis a inúmeras situações”. Por este mesmo motivo, o significado

do termo design parece hoje menos preciso do que em outras épocas, sobretudo para as pessoas da área. Desta forma, a frase “somos todos designers” faz cada vez mais sentido, independente da vontade de quem quer que seja. Segundo o autor, essa afirmação tem origem na “observação de onde veio o design: a maneira como lidamos com o mundo”, mais precisamente, “como construímos nossos ambientes”. Este mundo é resultado na nossa própria construção enquanto seres humanos, fundada nos significados que acrescentamos a esse mesmo mundo. Essa construção pode se dar através de dos modos principais: o modo convencional, seguindo a tradição ou a maneira de fazer da forma como sempre foram feitas, e o modo design que:

> é o produto da combinação de três dons humanos: senso crítico (a capacidade de olhar para o estado das coisas e reconhecer o que não pode, ou não deveria ser aceitável), criatividade (a capacidade de imaginar algo que ainda não existe) e o senso prático (a capacidade de reconhecer maneiras viáveis de fazer as coisas acontecerem). (MANZINI, 2017, p. 45)

Ao reunir estes três fatores, é possível conceber alguma coisa que poderá estar disponível caso sejam realizadas as ações adequadas. Portanto, esse modo de agir baseia-se na capacidade que todos nós seres humanos possuímos e, potencialmente, podemos ter acesso. Em última análise, o modo convencional e o modo design coexistem, porém o modo design tem-se tornado predominante.

Em relação às capacidades e às formas com que elas podem mostrar-se nos dias de hoje, Manzini apresenta duas dimensões: resolução de problemas e produção de sentido, mencionando que as conversas sobre o design, ou ainda sobre o que o design faz têm origem em uma definição de Herbert Simon, no livro *The Sciences of the Artificial*. Simon (apud MANZINI, 2017, p. 48-49) escreve que o design “está voltado para o modo como as coisas devem ser – como elas devem ser a fim de atingir metas e de funcionar”. À primeira vista, esta afirmação aproxima o conceito de design ao conceito de solução de problemas dos mais diversos. Ainda que esta interpretação seja importante e largamente difundida, não é única. É possível tomar certa distância desta definição e mudar o foco para uma definição do design “que acentua o seu papel no campo da cultura e, portanto da linguagem e da significação”, desta forma a definição de Simon poderia expressar-se de outra forma: “o design relaciona-se com dar sentido às coisas – como elas devem ser a fim de criar novas entidades de sentidos”. Esta definição não substitui a primeira, apenas é uma forma diferente de expressá-la e que leva em conta o fato de que nas atividades humanas, e nos produtos dessas atividades, devem ser considerados “dois mundos”: um mundo físico e biológico (onde os seres humanos vivemos, as coisas funcionam e os problemas podem ser solucionados) e um mundo social (onde dialogamos e sentidos são produzidos). Estas duas dimensões coexistem, são autônomas, mas estão em interação constante (MANZINI, 2017, p. 48-49).

Para Rafael Cardoso (2012, p. 231), “diante de tantas mudanças no design e no mundo, compete repensar o escopo de atuação do campo para melhor definir seu papel atual.” O design possui um enorme campo de possibilidades diante da complexidade do mundo em que estamos inseridos. Uma vez que atividade do design é historicamente orientada para o “planejamento de interfaces e para a otimização de interstícios”, a tendência é que essa ati-

vidade também se amplie conforme cresça a complexidade do sistema e também cresçam "instâncias de inter-relação entre suas partes". O design irá expandir-se na direção de quase todos os outros campos do conhecimento com os quais manterá um diálogo de maior ou menor intensidade, constituindo-se assim em um campo ampliado, aberto para as mais diversas áreas, em diferentes níveis de aproximação. E, justamente, essa "capacidade de construir pontes e forjar relações num mundo cada vez mais esfacelado pela especialização e fragmentação de saberes" é onde reside a importância do design hoje (CARDOSO, 2012, p. 234).

Todas essas informações, afirmações e, ainda, conformações são bastante abstratas para chegar-se a uma explicação razoável a alguém que não esteja familiarizado a atividade do design. Por isso mesmo, Cardoso apresenta "uma tentativa de delimitar um campo impossível de ser delimitado":

> Em grande parte, o design é uma área projetual que atua na conformação da materialidade – em especial dos artefatos móveis. Ele está associado, em suas origens, a outras áreas que projetam a configuração de artefatos, como artes plásticas, arquitetura e engenharia, tangenciando cada uma delas em várias frentes. Ao mesmo tempo, o design é uma área informacional que influi na valoração das experiências, todas as vezes que as pessoas fazem usos de objetos materiais para promoverem interações de ordem social ou conceitual. Nesse sentido, abre-se para outras áreas de atribuição de valor abstrato e subjetivo, como publicidade, marketing e moda, tangenciando cada uma delas em várias frentes. (CARDOSO, 2012, p. 236-237)

Em suma, pode-se dizer que o design constitui-se como um campo híbrido por natureza, cuja atuação se dá entre os artefatos, usuários e sistemas; entre a conformação e a informação. Considerando que a imaterialidade e os ambientes virtuais têm ganhado mais importância em nossas vidas dia a dia, os limites entre esses dois aspectos do design – conformação e informação – caminham para tornarem-se cada vez menos nítidos ou delimitados. A partir desse ponto, o autor conclui que muitas e boas perguntas podem ser feitas. A primeira delas é "se o velho desafio de situar o design como campo profissional não obedece mais ao procedimento simplificador de dizer o que ele é e não é, então como devemos fazê-lo?" A resposta é que devemos pensar com ousadia, afastando-nos das limitações passadas e das circunstâncias imediatas para, então, imaginar o que o design pode vir a ser. Não pensar no design "como um corpo de doutrinas fixo e imutável", mas como um campo em desenvolvimento e transformação constantes, não devendo, ou podendo assim ficar contido em nenhuma de suas manifestações específicas. Pela complexidade decorrente dos vários aspectos que compreende o design não pode ser definido por adequação, ou redução às práticas de alguns indivíduos ou escolas. Como advertência, vale lembrar que, por ser um campo ainda jovem, o design permanece na fase de aprendizado e experimentação (CARDOSO, 2012, p. 238).

Rafael Cardoso também enfoca o design do ponto de vista da história e inicia o livro *Uma introdução à história do design* advertindo que é indispensável entender o que é e como funciona a história antes que se possa começar alguma investigação histórica do design. Toda história é uma construção que se dá através da seleção e avaliação dos fatos e da sua importância. Dessa forma, nenhuma versão história é definitiva (CARDOSO, 2004, p. 10-11). Em seguida, conclui que não há como fugir da tarefa "pouco grata" de determinar os limites do objeto a ser estudado. É preciso defini-lo até mesmo para evitar confusões. É verdade

que no meio profissional não faltam definições para o design e que essa preocupação em defini-lo é tema de debates extensos e igualmente entediantes. A maior parte dessas definições refere-se à etimologia da palavra, particularmente no Brasil, onde o termo – que foi importado – ainda é recente sendo passível de dúvidas ou incertezas.

> A origem imediata da palavra está na língua inglesa, na qual o substantivo design se refere tanto à ideia de plano, desígnio, intenção, quanto à de configuração, arranjo, estrutura (e não apenas de objetos de fabricação humana, pois é perfeitamente aceitável, em inglês, falar do design do universo ou de uma molécula). A origem mais remota da palavra está no latim designare, verbo que abrange ambos os sentidos, o de designar e o de desenhar. Percebe-se que, do ponto de vista etimológico, o termo já contém nas suas origens uma ambiguidade, uma tensão dinâmica, entre um aspecto abstrato de conceber/projetar/atribuir e outro concreto de registrar/configurar/formar. (CARDOSO, 2004, p. 14)

De acordo com a maioria das definições, o design atuaria então na equação desses dois aspectos, ao dar forma material a conceitos intelectuais. Trata-se então de uma atividade projetual, no sentido em que gera planos ou esboços, aproximando-se assim de outras atividades também reconhecidas como projetuais, como a arquitetura e a engenharia e distinguindo-se dessas por projetar artefatos "móveis". Em relação às outras atividades que produzem artefatos móveis, como o artesanato, as artes plásticas e as artes gráficas, Cardoso relata o anseio de alguns designers de afastarem-se do fazer artístico ou artesanal, gerando assim "prescrições extremamente rígidas e preconceituosas". Diferenciar o design dessas outras áreas "tem sido outra preocupação constante para os forjadores de definições". Tradicionalmente, a diferença apontada entre design e artesanato se dá pela limitação do design ao projeto do objeto, o qual será produzido por outras mãos ou ainda por meios mecânicos. Essa transição de uma forma de fabricar em que o indivíduo que concebe o objeto é o mesmo que executa a fabricação e para o momento em que essas tarefas passam a ser claramente separadas constitui-se em um dos pontos chaves para a definição do design. Atualmente, com a relativa maturidade institucional alcançada pelo design, muitos designers têm percebido o valor de resgatar antigas técnicas manuais, incorporando-as no seu trabalho (CARDOSO, 2004, p. 15).

Em *Objetos de Desejo*, Adrian Forty também aborda o design segundo uma perspectiva histórica. Levando-se em conta que o design parece fazer parte do nosso cotidiano, é justificável questionar o que exatamente vem a ser design e como ele surgiu. Apesar de tudo o que já se escreveu sobre o assunto, parece ainda não ser fácil obter respostas para questões supostamente simples. Segundo Forty (2007, p. 11), nos últimos cinquenta anos, grande parte da literatura pressupõe que o objetivo principal do design é conferir beleza aos objetos, outra parte trata o design como um método peculiar para a resolução de problemas, entretanto, poucos relacionam o design com o lucro ou com a transmissão de ideias. Na sua percepção, "o design é uma atividade mais significativa do que se costuma reconhecer, especialmente em seus aspectos econômicos e ideológicos". Em seguida, o autor apresenta uma definição de design aplicada aos artefatos, baseada na linguagem cotidiana, onde se destacam dois significados comuns:

> Em um sentido, refere-se à aparência das coisas: dizer "eu gosto do design" envolve usualmente noções de beleza, e tais julgamentos são feitos,

> em geral, com base nisso. [...] O segundo e mais exato uso da palavra design refere-se à preparação de instruções para a produção de bens manufaturados, e este é o sentido utilizado quando, por exemplo, alguém diz "estou trabalhando no design de um carro". Pode ser tentador separar os dois sentidos e tratá-los de maneira independente, mas isso seria um grande equívoco, pois a qualidade especial da palavra design é que ela transmite ambos os sentidos, e a conjunção deles em uma única palavra expressa o fato de que são inseparáveis: a aparência das coisas é, no sentido mais amplo, uma consequência das condições de sua produção. (FORTY, 2007, p. 12)

Forty esclarece que a história tal qual utilizada por ele no livro tem como preocupação justamente com a explicação das mudanças, mais especificamente das causas das mudanças no design dos bens produzidos industrialmente. Para o autor, os historiadores do design atribuem essas mudanças a uma espécie de processo evolutivo, como se as fases do desenvolvimento de cada produto se comportassem como mutações, etapas de uma evolução progressiva em busca de uma perfeição da forma, passando assim ao largo das conexões entre o design e os processos da sociedade. A maior parte das histórias do design, e também da arte ou da arquitetura, tratam dos seus temas à parte das circunstâncias sociais nas quais sua produção se realiza. Para o autor, no entanto, "a história do design é também a história das sociedades: qualquer explicação da mudança deve apoiar-se em uma compreensão de como o design afeta os processos das economias modernas e é afetado por eles", por sua natureza complexa, tratar o design historicamente não é tarefa das mais fáceis, por mais insignificante que um design possa parecer ele pode mostrar-se excepcionalmente intrincado (FORTY, 2007, p. 14-16).

"Design é o processo de pensamento que compreende a criação de alguma coisa." Este enunciado simples, tal qual nos propõe William R. Miller (1998), não deve ser descartado e serve para rematar o que foi apresentado até aqui. Miller repete que, em inglês, a palavra design funciona como substantivo, em geral, referindo-se a um objeto, e também como verbo, podendo referir-se a um processo ou série de atividades, ressaltando que, para o propósito desta definição, a palavra design deve funcionar apenas como verbo, destacando-se a compreensão de design como um processo.

Ao esmiuçar cada parte do enunciado, associa-se "processo de pensamento" ao design enquanto atividade de criação que se dá através de uma "sequência ou um conjunto de eventos e procedimentos", um processo, os quais são "preenchidos pelo pensamento", entendendo o pensamento como forma de elaborar ideias ou raciocínios, reflexão ou ainda como forma de criar imagens mentais, imaginar. O design reúne três aspectos do pensamento: o insight – "pensamento original", a intuição – pensamento subconsciente e a razão – pensamento totalmente consciente. "Compreender" indica que o design deve dar conta de todas as etapas da criação, sejam de pensamento ou de ação, daquilo que se projeta. Da conjugação entre pensamento e ação é que resulta a "criação", na forma de "uma realidade sensível e tangível no tempo e no espaço". Essa "alguma coisa", que é produto do design, pode ser um objeto, um evento, uma ideia ou ainda uma interação, tendo assim um aspecto físico, temporal, conceitual ou relacional. Miller conclui afirmando que essa definição resume "a essência do design", mas que os designers devem procurar ir além dela, uma vez que

ela não se encerra em si mesma, podendo ser um agente catalisador, agindo para a ampliação do debate sobre o design, tendo em vista que:

> O modo como definimos design constitui a base da nossa expressão teórica e prática enquanto designers. Sem uma clara compreensão sobre o que desejamos significar por design, nos tornamos vítimas do pensamento arbitrário e de estilos, ao inconscientemente adotar noções variadas e deturpadas a respeito de estética, forma e função, enunciadas por outros. (1998, n.p.)

3 Considerações Finais

Por tudo que foi exposto até aqui, a conclusão que se chega é que o design não cabe em uma única definição, sobretudo na atualidade, em que definições fechadas ou rígidas tendem a não encontrar espaço, assim como as grandes certezas de outros tempos. Por isso mesmo, as tentativas de encaixar (ou encaixotar) uma atividade tão ampla quanto o design neste ou naquele nicho parecem servir principalmente a fins mercadológicos.

Ainda que definir de maneira mais precisa seja importante para a delimitação de uma área de conhecimento ou de atividade de forma a marcar sua posição, no tempo presente, os limites e fronteiras ocupados por um campo como o design tendem a se deslocar e se ampliar, em um movimento de redefinição constante. Assim sendo, é de suma importância que os designers procurem estar situados cada vez mais dentro dessa dinâmica, adotando como postura o pensamento constante da sua atividade para além somente da sua prática, entendendo que as definições e os conceitos devem ser frequentemente revistos e revisitados, ou vice-versa.

4 Referências

AGAMBEN, Giorgio. **O que é o contemporâneo? E outros ensaios**. Chapecó, SC: Argos, 2009.

CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosac Naify, 2012.

_____. **Uma introdução à história do design**. São Paulo, Edgard Blücher, 2004.

DELEUZE, Gilles. **Conversações, 1972-1990**; tradução de Peter Pál Pelbart. São Paulo: Ed. 34, 1992. (Coleção TRANS).

FLUSSER, Vilém. **O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação**. Org. Rafael Cardoso. Trad. Raquel Abi-Sâmara. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

FORTY, Adrian. **Objetos de Desejo: Design e Sociedade desde 1750**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

LATOUR, Bruno. **Um Prometeu cauteloso?: alguns passos rumo a uma filosofia do design (com especial atenção a Peter Slotedijk)**. Agitprop: revista brasileira de design, São Paulo, v. 6, n. 58, jul./ago. 2014.

MILLER, William R. (1988). **A definição de Design**. Tradução do original The definition of Design por João de Souza Leite. PUC-Rio, Departamento de Artes e Design, Rio de Janeiro, 1997.

MIZANZUK, Ivan; PORTUGAL, Daniel B.; BECCARI, Marcos. **Existe design?: indagações filosóficas em três vozes**. Teresópolis, RJ: 2AB, 2013.

MANZINI, Ezio. **Design: quando todos fazem design: uma introdução ao design para a inovação social**. Trad. Luzia Araújo. São Leopoldo, RS: Ed. UNISINOS, 2017.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

MODULAÇÃO DOS CEMUNIS: ESTUDO DE CASO A PARTIR DOS SISTEMAS GENERATIVOS

BRAGA, Gabriela Mindas[1],
MARTINO, Jarryer Andrade de[2],

Resumo

O presente artigo analisou e identificou a metodologia de projeto adotada pelo arquiteto Marcello Vivacqua para a criação dos edifícios do Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). O foco do estudo foi a célula modular universitária – CEMUNIS. A partir de uma primeira análise dos desenhos técnicos e do memorial justificativo, é possível identificar a adoção de uma metodologia com base no sistema generativo gramática da forma. Esta pesquisa traz como contribuição, iniciar a discussão sobre processos de projetos inspirados em um pensamento computacional. O procedimento metodológico adotado consistiu na montagem de um quadro teórico sobre sistemas generativos e gramática da forma, e a posterior análise formal dos edifícios. O resultado foi a identificação da linguagem projetual adotada pelo o arquiteto, reconhecendo o vocabulário e as regras capazes de servirem de referência e diretrizes para o desenvolvimento de outros projetos que obedeçam a mesma lógica projetiva.

Palavras-chave: metodologia de projeto; sistemas generativos; gramática da forma.

Abstract

The present article analyzed and identified the design methodology adopted by the architect Marcello Vivacqua for the creation of the buildings of the Arts Center of the Federal University of Espírito Santo (UFES). The focus of the study was the modular university cell - CEMUNIS. From a first analysis of the technical drawings and the justification memorial, it is possible to identify the adoption of a methodology based on the grammatical generative system of the form. This research brings as contribution, to initiate the discussion on processes of projects inspired by a computational thought. The methodological procedure adopted consisted in the assembly of a theoretical framework on generative systems and grammar of the form, and the later formal analysis of the buildings. The result was the identification of the design language adopted by the architect, recognizing the vocabulary and the rules capable of serving as reference and guidelines for the development of other projects that obey the same projective logic.

Keywords: methodology of design; generative systems; shape grammar.

[1] Universidade Federal do Espírito Santo; gabriela.mbraga@outlook.com.
[2] Universidade Federal do Espírito Santo; jarryer.martino@ufes.br

1 Introdução

A utilização de computadores na produção da arquitetura e do urbanismo foi por muito tempo explorada através de programas CAD (*computer-aided design*), ferramenta de representação gráfica vetorial. Contudo, o pensamento computacional e a fabricação automatizada fazem-se cada vez mais presentes na realidade da atuação do arquiteto. Isso foi possível com a implementação de sistemas CAAD (*computer-aided architectural design*) no processo projetual. O emprego dessa tecnologia na área contribuiu substancialmente para a transformação das experiências físicas e da noção de materialidade (PICON, 2013), e consequentemente no entendimento e desenvolvimento da metodologia projetual.

Para alcançar a solução de um problema o arquiteto adota metodologias, que consiste em um processo de criação organizado e regido por uma lógica sequencial. Um dos métodos que pode vir a ser utilizado são os sistemas generativos de projeto. Tal sistema consiste em um método indireto de projeto baseado em regras operacionais estabelecidas pelo projetista (MARTINO, 2014), no qual as soluções se aplicam para o mesmo problema ou situações de contexto semelhante. Esse sistema é composto por diferentes métodos como a gramática da forma, fractais, algoritmos evolutivos.

A lógica computacional utiliza-se de padrões que possibilitam a sistematização e automatização do processo. Esses padrões descrevem o problema e o ponto central da solução sem a necessidade de gerar repetições (ALEXANDER et al, 2013).

Projetar é um processo dialético entre o problema e a solução, um interfere no outro diretamente. Às vezes é necessária uma solução possível para compreender melhor o problema e é de grande importância a compreensão do problema para se alcançar um produto satisfatório. A análise, síntese e avaliação não acontecem exatamente nesta ordem (LAWSON, 2011). É nesse contexto que a gramática da forma se apresenta como uma ferramenta relevante para otimização das etapas no processo de projeto.

A gramática da forma possui como principais elementos: um conjunto finito de formas, de símbolos, de regras e uma forma inicial (STINY, 1980). Estes elementos promovem a sistematização e automatização do processo de geração formal, sendo possível a sua implementação computacional, permitindo gerar uma grande quantidade de resultados. Além disso, a manipulação de dados e a respectiva modificação dos elementos que o compõem permitem fomentar a criatividade do designer uma vez que o mesmo pode não ter considerado algumas soluções sem a ajuda de uma ferramenta generativa (FISCHER; HERR, 2001).

O foco do estudo foram as células modulares universitárias – CEMUNIS –, procurando entendê-las como corpo independente a partir dos elementos formais que as constituem. A partir de uma primeira análise foi possível identificar a utilização desse método, por parte do arquiteto responsável – Marcello Vivacqua.

A lógica desse sistema não é algo novo, ela já foi usada por projetistas da antiguidade. Um dos primeiros arquitetos a valer-se da geração de resultados foi Palladio em suas vilas paladianas. Ele desenvolvia variações de plantas por meio do desenho de inúmeras alternativas, concentrando seu mundo projetual em uma gramática bidimensional (MITCHELL, 2008). Com o advento da tecnologia CAAD (*computer-aided architectural design*) e sua imersão no ramo da arquitetura e urbanismo, esse sistema está voltando a ser adotado em maior escala.

Um importante aspecto do exercício da gramática da forma é o fato de se começar com uma forma simples e ter a possibilidade de atingir uma grande complexidade estética explorada de forma sistemática e direta, onde o processo é consciente (KNIGHT, 1992). Dessa forma, apresenta-se como uma metodologia de análise de grande potencial em estudos arquitetônicos (CELANI, 2006).

Para materializar uma ideia é necessário formulá-la em palavras, uma vez que a linguagem dá forma a essas ideias quando as expressamos (HERTZBERGER, 1999). Portanto, é preciso identificar a linguagem que possibilitou o arquiteto alcançar o resultado final e para atingir esse objetivo a gramática da forma foi aplicada como metodologia de análise.

Por se tratar de um método de projeto bem estruturado e sistematizado, os sistemas generativos podem ser inseridos no contexto da produção digital. Por esse motivo é de grande importância revelar uma lógica projetiva que seja coerente com o contexto digital que vivemos, com a finalidade de elucidar o atual potencial da arquitetura.

2 Aplicação da metodologia

A metodologia aplicada neste artigo consistiu-se em (1) levantamento bibliográfico sobre sistemas generativos, gramática da forma e projeto dos CEMUNIS, para montagem de quadro teórico e (2) levantamento e análise do material técnico sobre o projeto dos CEMUNIS, que compreende as plantas, cortes, esquemas e croquis do edifício estudado.

A partir dos dados coletados iniciou-se uma leitura dos elementos constituintes da célula modular e suas respectivas relações, tendo como base o processo de derivação da gramática da forma. Foi identificado um vocabulário básico de formas, um conjunto de regras de transformação dessas formas e uma forma inicial.

Em A Lógica da Arquitetura, Mitchell (2008) descreve a gramática desenvolvida por Palladio a fim de se alcançar muitas alternativas a partir da exploração das variações de plantas baixas. Dessa forma, o mundo projetual das vilas palladianas desenvolve-se a partir da adição e subtração de linhas no campo bidimensional, que é o mesmo tipo de leitura suficiente para compreensão do processo projetual dos cemunis de Marcello Vivacqua.

Em um processo semelhante utilizado por Palladio, as derivações da composição das células modulares foram subdivididas em oito etapas:

- Definição da quadrícula inicial;
- Definição do contorno externo;
- Distribuição dos cômodos no interior da planta;
- Definição da estrutura;
- Definição das entradas principais;
- Regras para o realinhamento das paredes internas;
- Ornamentação – inserção de montantes;
- Inserção de portas e janelas.

3 Resultados

O resultado da pesquisa foi a identificação do vocabulário básico e das regras aplicadas nos CEMUNIS. O vocabulário básico das células modulares universitárias constitui-se de: módulo

sala, módulo pátio, paredes internas e externas, pilares, vigas, corredores para circulação, montantes, portas e janelas. A identificação das regras que estruturam a organização dos elementos do vocabulário foi obtida a partir da leitura das plantas dos CEMUNIS. As regras 01, 02, 03, 04 e 05 (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5) definem uma célula modular.

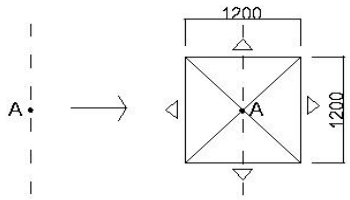


Figura 1 – Regra 01 para definição da quadrícula inicial.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

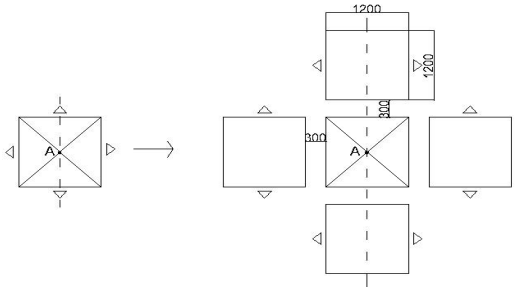


Figura 2 – Regra 02 para definição da quadrícula inicial.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

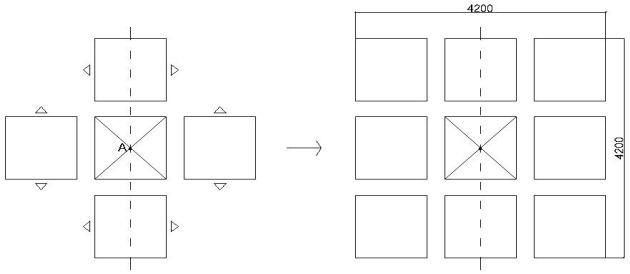


Figura 3 - Regra 03 para definição da quadrícula inicial.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

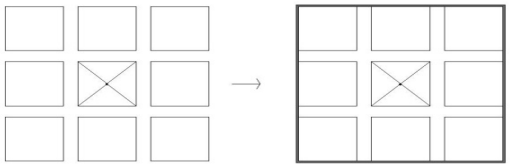


Figura 4 - Regra 04 para definição do contorno externo.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

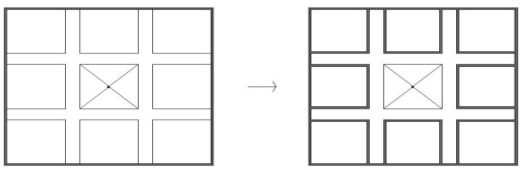


Figura 5 - Regra 05 para distribuição dos cômodos no interior da planta.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

As regras 06, 07, 08 e 09 (Figuras 6, 7, 8 e 9) orientam como os pilares e vigas serão inseridos na célula modular. Enquanto que, as regras de 08 a 15 (Figuras 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14 e 15) indicam como definir as entradas e circulações internas no CEMUNI.

Figura 6 - Regra 06 para definição da estrutura.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

Figura 7 - Regra 07 para definição da estrutura do átrio.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

Figura 8 - Regra 08 para definição da estrutura.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

Figura 9 - Regra 09 para definição da estrutura do átrio.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

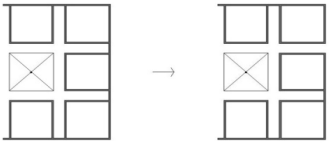


Figura 10 - Regra 10 para definição das entradas principais.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

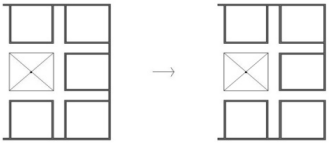


Figura 11 - Regra 11 para definição das entradas principais.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

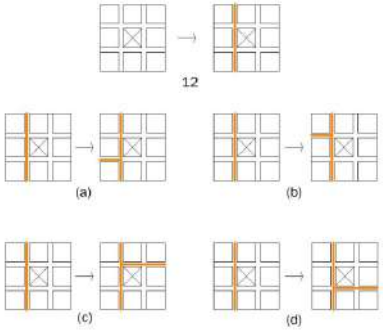


Figura 12 – Regra 12 e variações (a), (b), (c) e (d) para definição das entradas principais.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

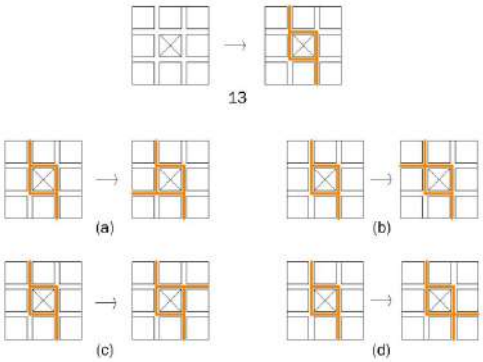


Figura 13 – Regra 13 e variações (a), (b), (c) e (d) para definição das entradas principais.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

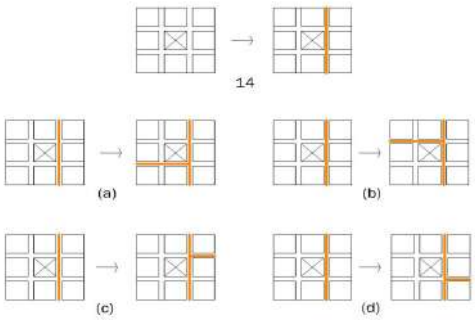


Figura 14 – Regra 14 e variações (a), (b), (c) e (d) para definição das entradas principais.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

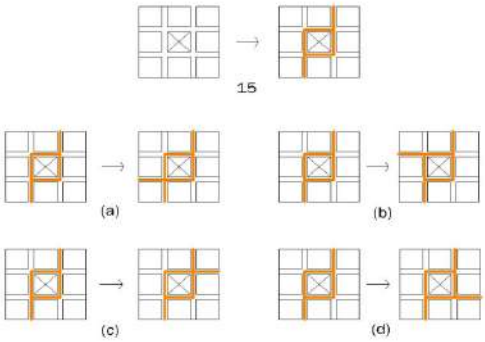


Figura 15 – Regra 15 e variações (a), (b), (c) e (d) para definição das entradas principais.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

As regras 16, 17, 18, 19 e 20 (Figuras 16, 17, 18, 19 e 20) apresentam as possibilidade de integração e subdivisão entre os elementos da Regra 01 que compõem a quadrícula. A regra 21 estabelece como fazer as subdivisões das quadrículas que irão direcionar a inserção de aberturas (janelas e portas).

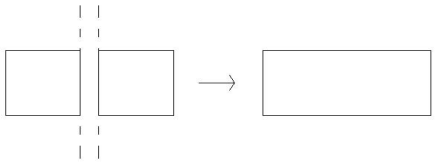


Figura 16 - Regra 16 para realinhamento das paredes internas.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

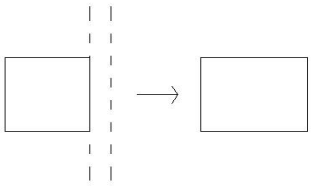


Figura 17 - Regra 17 para realinhamento das paredes internas.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

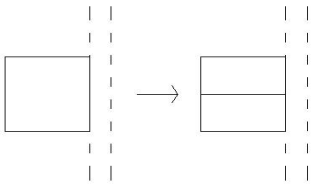


Figura 18 - Regra 18 para realinhamento das paredes internas.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

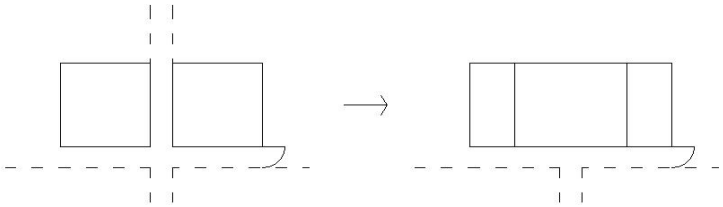


Figura 19 - Regra 19 para realinhamento das paredes internas.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

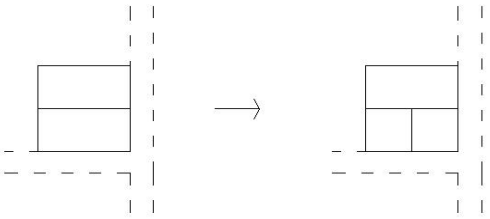


Figura 20 - Regra 20 para realinhamento das paredes internas.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

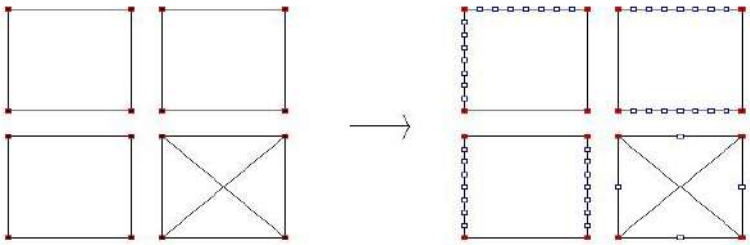


Figura 21 - Regra 21 para ornamentação – inserção de montantes.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

As regras 22, 23, 24 e 25 (Figuras 22, 23, 24 e 25) definem como as portas e janelas devem ser inseridas tendo como referência a subdivisão realizada pela regra 21 e a estrutura (regras de 06 a 09).

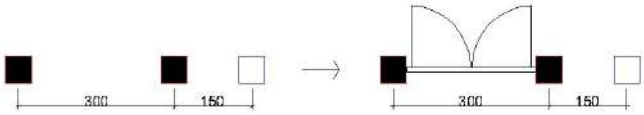


Figura 22 - Regra 22 para inserção de portas e janelas.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

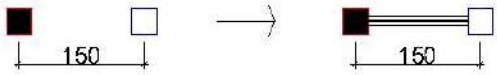


Figura 23 - Regra 23 para inserção de portas e janelas.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

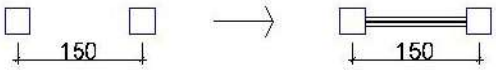


Figura 24 - Regra 24 para inserção de portas e janelas.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

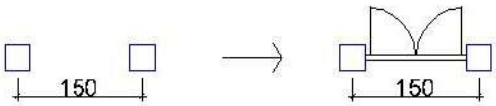


Figura 25 - Regra 25 para inserção de portas e janelas.
Fonte: desenvolvido pelos autores.

Figura 26 - CEMUNI.
Fonte: acervo dos autores.

O edifício reflete a lógica sistematizada empregada no processo de concepção e definição formal (Figura 26). Os CEMUNIS possuem variações em suas configurações de maneira a atender as necessidades particulares de cada curso (Arquitetura e Urbanismo, Artes Visuais, Comunicação Social, Desenho Industrial, teoria da Arte e da Música), mas todos mantêm a mesma linguagem devido a utilização do mesmo vocabulário e das regras.

4 Conclusão

Uma série de símbolos gráficos quando submetidos a um mundo projetual regido por regras representam elementos arquitetônicos que nos possibilitam construir um edifício. A aplicação dessa gramática fundamenta um processo de projeto lógico regido por um sistema de geração e teste, que dependendo da estratégia de controle utilizada nos oferece uma tipologia arquitetônica identificável – como acontece nas vilas palladianas – (MITCHELL, 2008). Os dados obtidos revelam que é possível adequar a lógica da arquitetura dos cemunis em

um contexto de desenvolvimento tecnológico computacional, de maneira a ser utilizado por outros arquitetos em realidades semelhantes.

É importante salientar que arquitetos trabalham com estruturas complexas de problemáticas e dados e que a descrição do processo em questão em um primeiro momento pode se apresentar de forma mecanicista e simplificada. Contudo, o objetivo principal não é resolver problemas mal definidos, e sim promover a exploração de resultados possíveis e desejáveis sob a égide de um discurso crítico atrelado ao conhecimento e à experiência do projetista (MITCHELL, 2008).

Referências

ALEXANDER, Christopher. **Uma linguagem de padrões:** a pattern language. Porto Alegre, RS: Bookman, 2013.

CELANI, Gabriela. **A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura**. Conexão – Comunicação e Cultura, UCS, Caxias do Sul, v. 5, n. 10,jul./dez, 2006.

FISCHER, Thomas.; HERR, Christiane. M. **Teaching Generative Design**. Em Soddu, C., ed. The Proceedings of the Fourth International Conference on Generative Art. Milan, Italy: Generative Design Lab, DiAP, Politechnico di Milano University, 2001.

HERTZBERGER, Herman. **Lições de arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

KNIGHT, Terry W. **Designing with grammars**. Em Computer-aided Architectural Design Ed. Schmitt, G N, (Viewag, Wiesbaden), pg. 33–48, 1992.

LAWSON, Bryan. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MARTINO, Jarryer Andrade De; Celani, Gabriela. **Sistema Generativo Evolutivo como Método no Processo Criativo**, p. 380-383 . In: Proceedings of the XVIII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Design in Freedom [=Blucher Design Proceedings, v.1, n.8]. São Paulo: Blucher, 2014.

MITCHELL, William J. **A lógica da arquitetura:** projeto, computação e cognição. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008.

PICON, Antoine. A arquitetura e o virtual: Rumo a uma nova materialidade. In: SYKES, Krista A. (Org). **O campo ampliado da arquitetura**: Antologia teórica 1993 – 2009. São Paulo: Cosac Naify, 2013.

STINY, G. **Introduction to shape and shape grammars**. Em Environment and Planning B, 1980.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

RELEVÂNCIA DA PLATAFORMA BIM NO MELHORAMENTO DE PROJETOS DE ESTRADAS E RODOVIAS NO CENÁRIO NACIONAL

COSTA, Camilla Dourado Souza[1]
SULZ, Ana Rita[2]

Resumo

A visualização tridimensional e interoperabilidade proporcionadas por softwares para autoestrada do *Building Information Modelling* (BIM) vêm sendo peça chave para proporcionar uma melhor elaboração de projetos, além de permitir aceleração nos processos licitatórios. Neste artigo realçamos aspectos positivos e negativos resultantes da representação de estradas através do desenho técnico gerado por programas digitais da plataforma BIM, na expectativa de ampliar a divulgação acerca da importância de investimentos na capacitação dos profissionais envolvidos e implementação dessa tecnologia nos projetos de rodovias no Brasil.

Palavras-chave: BIM; projeto; desenho; rodovia; estrada.

Abstract

The three-dimensional and interoperational visualization provided by software aimed at the motorway branch that compose the construction information modeling (BIM) has been the key piece for the development of a project idea, besides allowing an acceleration in the bidding processes. In this article we highlight the positive and negative aspects of road representation through the technical drawing generated by the digital platform programs BIM, in expectation to expand the dissemination about the importance investments training of professionals involved and implementation of this technology in the projects of highways in Brazil.

Keywords: BIM; project; drawing; highway; road.

[1] Universidade Estadual de Feira de Santana, camilladourado27@gmail.com
[2] Universidade Estadual de Feira de Santana, sulz@uefs. br

1 Implementação do *Building Information Modeling* (BIM) pelo setor rodoviário do Brasil

O atual cenário da engenharia brasileira tem requerido esforço maior de todas as áreas para que sejam operados projetos em BIM (*Building Information Modeling*). O setor rodoviário vem sendo incluído nessa exigência diante do advento de novos softwares e consequente estímulo dos órgãos responsáveis por processos licitatórios, como é o caso do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes(DNIT). A utilização adequada dos dados em BIM resultará em recurso para se alcançar solução de design geralmente econômica e melhorar a eficiência na comunicação entre os participantes do projeto, como destacado por Lopez *et al*. (2016).

No Brasil, o uso da plataforma BIM ainda não é unanimidade no âmbito da infraestrutura rodoviária, mesmo diante dos benefícios adicionais que esta apresenta em relação a outras formas de projeção consideradas ultrapassadas. Conforme observado por Soehe (2016), os maiores obstáculos para a adoção da ferramenta são resultado da falta de perspectiva do uso do BIM em outras etapas para além do uso exclusivo na fase de projeto. Mas já existem iniciativas previstas, como é o caso de uma sequência de projetos pilotos definida pelo DNIT em busca do aperfeiçoamento dos profissionais envolvidos no projeto para que dentro de alguns anos todos os processos em questão aconteçam a partir da modelagem da informação da construção de forma obrigatória (SILVA, 2018). Mesmo que os programas da plataforma em questão tenham chegado ao país há alguns anos, a área de infraestrutura rodoviária carece de profissionais que dominem, efetivamente, as ferramentas BIM, sendo essa uma das dificuldades de sua implementação por parte do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Contudo, como defendido por Pascoal *et al*. (2017), apesar dos pontos positivos já conhecidos do BIM, a sua implementação exige mudança no modo de pensar daqueles que estão envolvidos em todos os processos, desde o projeto até a construção.

A visualização tridimensional proporcionada por softwares voltados para o ramo da autoestrada que compõem o BIM pode ser destacada como uma das principais mudanças ocorridas na área de planejamento de obras nos últimos tempos, já que os projetos de estradas eram concebidos tradicionalmente em duas dimensões. Essa representação não permite que se visualize completamente o projeto, podendo resultar em falta de estruturação entre o desenho das coordenadas verticais e horizontais, o que afeta a continuidade e distância de visibilidade, resultando em problemas de segurança.

Como enfatizado por Quintanilha *et al*. (2014), o uso de modelos em 3D permite que o projetista analise problemas de segurança sob diferentes perspectivas,quando comparado aos modelos 2D tradicionais. Isso garante que os parâmetros do projeto geométrico, responsáveis pela condução de diretrizes de segurança impostas por normas, sejam corrigidos preliminarmente, evitando erros no projeto, além de haver redução do retrabalho.

Neste sentido, estudamos aspectos positivos e negativos resultantes da representação de estradas através dos desenhos em três dimensões gerados pelos programas digitais da plataforma BIM. Para isso, realizamos pesquisa bibliográfica na qual foram consultados trabalhos que trazem uma perspectiva dos prós e contras identificados a partir da utilização dessa inovação tecnológica em projetos geométricos, no intuito de obter parâmetros que proporcionem o melhoramento desses no cenário nacional. O trabalho foi desenvolvido no

âmbito do Programa de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), entre 2018 e 2019. Julgamos que essa pesquisa poderá colaborar para discussão e divulgação acerca da importância de investimentos na implementação de softwares que compõem a plataforma BIM nos projetos de rodovias do Brasil, bem como a relevância da capacitação dos engenheiros e demais responsáveis em todas as fases da construção civil.

2 Reformulação na idealização de projetos rodoviários

No desenvolvimento do projeto de uma rodovia é indispensável o conhecimento prévio de como interpretar e executar o desenho técnico, pois é ele que proporciona uma visão inicial do que deve ser visto ao final das obras. "A estrada é um ente tridimensional que deve se ajustar de forma harmônica à topografia da região [...]" (PIMENTA; OLIVEIRA, 2004, p. 1). Por ser um elemento tridimensional, sempre existiu dificuldade na hora de explorar projetos manuais e, mais adiante, os ambientes virtuais 2D que possibilitavam a execução de desenhos técnicos de infraestrutura e transporte. Contudo, foi esse ambiente 2D que perdurou durante muitos anos até o surgimento de ferramentas ainda mais desenvolvidas e que possibilitarama projeçãoem 3D, comoé o caso de softwares gráficos da plataforma BIM.

O setor de construção civil vem enfrentando mudanças no Brasil decorrentes do avanço nas tecnologias de projeção, especialmente estando diante do decreto nº 9377, de 17 de maio de 2018, que institui a disseminação do *Building Information Modelling* (BIM). No âmbito da infraestrutura rodoviária nacional não tem sido diferente, já que um dos primeiros projetos pilotos identificados pela estratégia de adoção BIM (BIM BR) do Governo Federal foi o Programa PROARTE do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. No DNIT o BIM ainda está em fase de implementação e o órgão vem realizando adequações e capacitações necessárias para viabilizar a contratação de projetos em BIM até 2021 (SILVA, 2018).

3 Competências oferecidas pelos softwares voltados para projetos rodoviários

Diferentes são os prós e contras dos resultados oferecidos pelas plataformas digitais em BIM, destacando-se o fato de ser uma importante inovação para o setor de infraestrutura, gerando redução de custo, redução de erros, e tempo de execução do projeto (BRANDÃO, FERREIRA, 2015). Essas são as principais justificativas pautadas para que a metodologia seja adotada, já que a tecnologia se apresenta mais avançada em termos de obras civis.

> O projeto geométrico é a parte do projeto de estradas que estuda as diversas características geométricas do traçado em função das leis do movimento, do comportamento dos motoristas, das características de operação dos veículos e do tráfego, de maneira a garantir uma estrada segura, confortável e eficiente, com o menor custo possível (PIMENTA, OLIVEIRA, 2004, p.15).

Estar diante de uma ilustração detalhada de algumas perspectivas geométricas proporcionadas pelo *Building Information Modeling* ajuda a garantir maior constância na realização de um projeto rodoviário mais seguro, já que nos modelos em 3D há uma maior facilidade em assimilar as informações. Tal aspecto pode ser reforçado a partir da análise de distância de visibilidade, por exemplo, a qual pode ser considerada um fator preponderante para que haja uma garantia de maior seguridade da via. O software *Infraworks*, que faz parte da pla-

taforma BIM, permite que essa análise seja feita de forma mais aberta do que se tinha nos sistemas bidimensionais clássicos. O programa digital ajuda a identificar pontos cegos ou zonas de falta de visibilidade a partir de marcadores de diferentes cores, através dos quais são detectados pontos onde a visibilidade está comprometida por obstruções, conforme mostra a figura abaixo (AUTODESK, 2019).

Figura 1 - Amostragem da função de análise da distância de visibilidade no software *Infraworks*.
Fonte: AUTODESK, 2019.

Teall (2014) também apontou as competências que vêm sendo incluídas nas concepções que adotam o BIM no setor em estudo. No seu trabalho, destaca a redução do número de alterações no projeto, além das reduções no retrabalho e desperdício quando o projeto é construído virtualmente antes do trabalho local. O autor reitera que além de utilizar os modelos BIM para detectar conflitos e revisar projetos é possível recorrer às ferramentas BIM para transferir as informações mais efetivamente da equipe do projeto para o proprietário. Um ponto negativo colocado em questão foi o fato de haver múltiplos sistemas de armazenamento de informações, o que, combinado com a falta de padronização, acaba dificultando a obtenção de informações relevantes. Como sugestão, o autor recomenda que haja a criação de um banco de dados de objetos 3D e o desenvolvimento de classificação de nomenclaturas adequadas para o setor de rodovias. Segundo Teall, isso ajudaria no progresso futuro para adoção do BIM dentro de grandes projetos de alta disponibilidade (tradução nossa).

Ainda com a temática das funcionalidades da plataforma, Park *et al*. (2014) desenvolveram um sistema baseado em BIM atrelado ao Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS – *Geographic Information System*) para uma melhor seleção de rotas a partir da fase preliminar de viabilidade. Segundo os autores, o sistema proposto estima os custos do projeto para cada rota incluindo custos de construção, custos de aquisição de terrenos, operação e manutenção, além de permitir que as tomadas de decisão partam da melhor rota para o projeto com base nas comparações de custo entre as alternativas apresentadas. Como possíveis melhoramentos provocados pelo sistema são postos em destaque a visualização 3D, que, ao ser ligado com a informação associada, fornece ao usuário uma melhor compreensão do projeto e a sua flexibilidade, já que permite ao usuário mudar facilmente a rota.

Dando continuidade aos resultados produzidos pelo uso de softwares do BIM na área de infraestrutura, Pascoal *et al*. (2017) afirmam que os projetos melhores, incluem desde maior precisão nas quantidades, maior qualidade na informação a ser utilizada na fase de operação, e menores prazos e custos são resultantes da aplicação do BIM. Mas, segundo os autores, apesar dos benefícios referenciados, a implementação exige mudança no modo de pensar por parte das pessoas envolvidas nos processos de projeto e construção. Sobre a realidade atual do Brasil, destacam que embora a utilização do BIM tenha grande potencial para gerenciar informações, o país se identifica com uma ampla necessidade de reformulação em relação aos processos, pessoas, tecnologia e dados envolvidos nas etapas de projeto e execução de obras, de maneira a atender as necessidades de crescimento e melhoria da qualidade na indústria da construção civil. Conforme observado por Pascoal *et al*. (2017), tem-se que, além do aumento da qualidade da produtividade, o BIM elimina incompatibilidades entre os projetos. Dessa maneira, a possibilidade de erros é considerada muito menor com a otimização proporcionada pela plataforma, conforme foi exemplificado pela afirmação de Brandão e Ferreira (2015, p. 60).

> O software AutoCAD Civil 3D, que é uma ferramenta do BIM proporciona um ganho de produtividade no processo de construção do projeto de uma estrada. O software permite que se construa o alinhamento horizontal e vertical de forma prática e automática, mantidas as necessidades de um projeto de engenharia, e também possibilita que qualquer mudança efetuada em qualquer trecho de um desses alinhamentos, seja também realizada para todos os outros elementos do modelo o que reduz o trabalho mecânico de se fazer alterações em cada trecho do projeto separadamente.

Acrescentando com os prós analisados, Brandão (2014) observa que o uso da metodologia BIM também possibilita uma integração entre os setores de projeto, planejamento e orçamento em um só programa ou software. Segundo o autor, isso aperfeiçoa os processos no estudo de obras para licitação e elaboração de propostas. Sem contar que tais ganhos são gerados para empresas participantes dos processos e também para os órgãos governamentais, que irão ter uma forma muito mais prática e eficiente de analisar e verificar se o projeto atende às expectativas previstas. Brandão (2014) ainda cita outras funcionalidades do *Building Information Modeling*, quando combinado com o SIG. A partir de tal integração, é permitida a criação de modelos que concordam com a realidade existente no entorno da obra, como é mostrado na Figura 3. São exemplos disso os dados extraídos como, por exemplo, de tipo de solo, nascentes de rios, áreas ocupadas, zonasurbanas, zoneamento e uso do solo.

Figura 2 - Representação tridimensional no *Infraworks*.
Fonte: BATISTA, 2015, p.34.

3.1 Respostas das aplicabilidades dos softwares

Os softwares que compõem o BIM têm se mostrado ferramenta com grande produtividade para projetos da engenharia que possuem grandes estaturas, como é o caso dos rodoviários. Tomando conhecimento dessa característica intrínseca, muitos órgãos vêm implantando e tornando obrigatório o uso dessa ferramenta. Soethe (2018) destaca o exemplo da Alemanha, pois o país adotou o BIM de forma obrigatória somente para infraestruturas de transporte por acreditar que os benefícios têm maiores proporções e são mais facilmente atingíveis quando aplicados para este tipo de empreendimento.

Auxiliando na disseminação das possibilidades que a plataforma pode oferecer, Lopez *et al*. (2016) fizeram uma análise do uso do BIM e suas tecnologias associadas em grandes projetos rodoviários na Austrália e na República Popular da China. De acordo com o estudo realizado, checou-se que as informações do modelo BIM podem ser usadas para simular várias alternativas com base no ambiente circundante, enquanto esse uso é raro para edifícios. Diante disso, foi lançada pelos autores uma comparação entre o uso do BIM entre edifícios e projetos de infraestrutura, levando em consideração que as características complexas do projeto rodoviário e o grande investimento de capital seriam as principais influências sobre esses diferentes usos. Ao final do estudo, partindo-se do uso da plataforma, o projeto australiano envolvido economizou aproximadamente 22,5 milhões de dólares, sendo que esse dado foi alcançado com base nos cálculos aproximados três meses antes da data de conclusão prevista. Além disso, as informações virtuais precisas em termos geográficos e geométricos do modelo BIM foram as responsáveis por salvar custos das mudanças e retrabalhos do projeto analisado.

Brandão e Ferreira (2015) foram responsáveis por uma aplicação prática do BIM em uma obra de infraestrutura viária e de terraplenagem realizada na cidade de Salvador, na Bahia. No estudo de caso foram utilizados os softwares AutoCAD Civil 3D e o *Infraworks*. No estudo em questão, o software *Infraworks* foi utilizado para as fases preliminares do projeto, nessa parte foi possível que os envolvidos no projeto tivessem uma real dimensão de como o projeto afetaria o entorno além de permitir a análise dos melhores traçados possíveis para a via. Para a fase posterior, na qual se fez necessário um projeto executivo, utilizou-se do software AutoCAD Civil 3D. O modelo criado pelo software é capaz de trazer todas as informações relevantes para a execução da obra como, por exemplo, quantitativos dos materiais, os volumes de terraplenagem necessários e visualizações em 3D do projeto final. Uma das principais mudanças na maneira de projetar citadas pelos autores foi a forma como os programas causaram a otimização de processos repetitivos na fase de estudo, como é o caso dos cálculos de volumes de terraplenagem, que nos métodos tradicionais se mostrava um trabalho maçante.

Com conceitos modernos, Abdelwahab (2017) apresenta uma visão dos projetos inteligentes em 4D, 5D e afins que acrescentam funcionalidades aos programas do BIM, como é o caso de planejamentos a partir de cronogramas e orçamentos, por exemplo, partindo de dois estudos de caso para projetos de design de estradas. Como ressaltado pelo autor, complementando o 3D proporcionado pela plataforma BIM, o modelo 4D resultante permite que as partes interessadas visualizem a construção planejada durante a execução do pro-

jeto para identificar possíveis erros no cronograma, o que contribui para o gerenciamento eficaz de um projeto. Ao adicionar uma componente de custo ao processo se cria uma quinta dimensão, ou seja, um modelo 5D. A partir de uma pesquisa sobre a viabilidade econômica do uso do modelo, foi confirmado que há alto retorno geral do investimento de modelagem para o proprietário, independente do tamanho do projeto, sugerindo que a implementação da modelagem pode vir a ser uma ferramenta vital que resulta em economia de custo significativa para todas as partes interessadas. O autor instrui que os avanços nas tecnologias de computadores estão facilitando o uso dessas ferramentas tridimensionais e quadrimensionais no projeto de rodovias, além de realçar que os modelos também podem ser usados para detectar os diferentes sistemas antes da instalação, o que reduz o número de alterações durante a construção. O quadro abaixo sintetiza o panorama competente de cada dimensão.

As Dimensões do BIM		
Características		
Dimensões Geométricas	2D	Projeto Geométrico em Duas Dimensões
	3D	Execução e Visualização do Projeto Geométrico em Três Dimensões
Dimensões de Gestão	4D	Combinação da Geometria com o Planejamento do Empreendimento
	5D	Os Dados de Custo e Orçamento Incluídos no Modelo
	6D	Gerenciamento do Ciclo de Vida do Empreendimento com o Controle de Sua Manutenção
	7D	Segurança e Sustentabilidade do Empreendimento

Quadro 1 - Características das dimensões do BIM.
Fonte: BRANDÃO, 2014, p.27.

Como destacado por Soares *et al.* (2017), o fato de a tecnologia BIM ser pouco conhecida e utilizada no Brasil à torna uma aposta na geração de avanços para o setor da construção no país, especialmente em projetos rodoviários, visto que já existe a exigência de utilização da mesma em projetos rodoviários, por exemplo, em Santa Catarina. Os autores em questão realizaram uma pesquisa com membros de uma empresa que aplicava o conceito BIM em seus projetos rodoviários. O empreendimento implantou um software em BIM por volta de 2013, com a intenção de conseguir mais obras e agilizar os processos licitatórios. Com os dados coletados no estudo, observou-se que a maioria dos profissionais entrevistados tinha pouco conhecimento do conceito BIM. Mesmo assim, grande parte deles fez questão de expor a facilidade de comunicação que o mesmo oferecia entre os profissionais ao deixar as incompatibilidades em evidência. Dessa maneira, mesmo com muitos dos profissionais envolvidos tendo conhecimento superficial sobre BIM, os autores perceberam que a adoção da metodologia BIM propiciou um diferencial da empresa, já que é possível perceber a gama de vantagens trazidas aos seus projetos. O quadro abaixo mostra uma síntese dos resultados obtidos pelos autores na pesquisa realizada com os membros da empresa.

Vantagens	Desvantagens
• Envolve todo ciclo de um projeto; • Trabalhar em um único projeto alinhando as etapas, diminuindo margem de erro; • Comunicação entre a equipe; • Economia de tempo; • Economia de retrabalho; • Integração dos projetos; • Compatibilização; • Precisão de quantidades.	• Dificuldade de encontrar profissionais que conhecem e saibam trabalhar com a plataforma; • Dificuldade de implantação, por ser algo novo; • Custo com retorno á longo prazo; • Custo alto para aquisição das licenças.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens da implementação do BIM.
Fonte: SOARES, B. P. et al., 2017, p. 1088.

Trabalhando com a integração de SIG e BIM, Batista (2015) desempenhou um estudo de viabilidade em projetos rodoviários. A possibilidade de realizar simulações de traçados, e verificar a influência das edificações do entorno no estudo inicial foi um dos destaques feitos pelo autor, já que a fase inicial do projeto é a responsável por uma maior capacidade de influenciar no custo. Para a elaboração de anteprojetos e viabilidade, os projetistas precisam analisar inúmeras variáveis, as quais precisam de uma representação geográfica mais próxima da realidade. Para contar com essa ferramenta, o autor utilizou softwares em BIM, como o Autodesk Infraworks 360, que permitiu visualizar dados geoespaciais em 3D. Conforme evidenciado pelo autor, a integração dos dados do SIG e software BIM, com ênfase em projetos de infraestrutura, agiliza o estudo de viabilidade além de possibilitar a localização dos problemas de conflito e corrigi-los instantaneamente. Mesmo diante de tantos benefícios, o autor deixa claro que o processo de adesão ao BIM requer mudanças nos atuais métodos de trabalho, principalmente na melhoria da integração entre os envolvidos nas diversas fases de projeto, que devem ter domínio dessas tecnologias. Além disso, traz a necessidade da adequação destas tecnologias às normas nacionais, de maneira a proporcionar projetos de qualidade e que atendam às exigências do mercado no Brasil.

4 Conclusão

Através desse estudo foi possível verificar que existe uma grande quantidade de vantagens fornecidas pelo uso da base de dados em BIM, já que essa metodologia é apontada como uma evolução que revolucionou a forma de realizar projetos rodoviários em todo o mundo. O ambiente bidimensional passou a dar espaço a uma interoperabilidade que conecta várias dimensões e traz a possibilidade de reunir vários profissionais envolvidos em um único software ou ambiente para que trabalhem ao mesmo tempo. Assim, os ajustes são feitos de forma integrada e mais eficiente. As prerrogativas mais citadas passaram pelo aumento de lucro e redução de prazos. Sobre as dificuldades na utilização do BIM para projeto de estradas, verifica-se que estas se concentram, principalmente, na necessidade de mudança de comportamento das pessoas envolvidas em todas as fases de projeto.

Dessa maneira, concluímos que, para a infraestrutura brasileira, o BIM representa uma revolução na maneira de desenvolver projetosao permitir que esses se apresentem mais otimizados e seguros, além de aumentar a possibilidade de melhor e mais eficiente aplicação de recursos em obras públicas. Caberá aos envolvidos compreender que há uma necessi-

dade premente de qualificação constante para que continuem inseridos no mercado de trabalho, e que tais inovações precisam ser discutidas, fomentadas e inseridas nos programas formativos de profissionais da construção civil.

Agradecimentos

Agradeço à Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e, especialmente, à Fundação de Amparo a Pesquisa (FAPESB) pelo auxílio e apoio proporcionado a partir da concessão da bolsa de iniciação científica.

Referências

ABDELWAHAB, Hassan T. **INTELLIGENT DESIGN (4D, 5D AND BEYOND) FOR ROAD DESIGN AND CONSTRUCTION PROJECTS: TWO CASE STUDIES**. IRF Examiner, v.12, p. 21-25, 2017. Disponível em: <https://www.irf.global/irf-examiner-volume-12-value-engineering/>. Acesso em: 25 abr. 2019.

AUTODESK INFRAWORKS. **Sobre a análise de distância de visibilidade**. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/infraworks/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/PTB/InfraWorks-RoadsandHighways/files/GUID-A6A849AE-D03D-4754-B47A--AAB010EDAFF7-htm.html>. Acesso em: 15 abr. 2019

BATISTA, Michel Jean. **INTEGRAÇÃO DE SIG E BIM NO ESTUDO DE VIABILIDADE DE RODOVIA: ESTUDO DE CASO DO PROLONGAMENTO DA PR-419**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10046/1/CT_EC_2015_2_12.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.

BRANDÃO, R. A.; FERREIRA, E. A. M. **APLICAÇÃO DO BIM NO ESTUDO DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA VIÁRIA E DE TERRAPLENAGEM**. Agência Imaginera, ed. 1, pp.45-62, maio 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280295978_APLICACAO_DO_BIM_NO_ESTUDO_DE_OBRAS_DE_INFRAESTRUTURA_VIARIA_E_DE_TERRAPLENAGEM>. Acesso em: 26 abr. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 9.377**, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Diário oficial da união: seção 1, Brasília, DF, p.3, 18 maio 2019.

LOPEZ,R. et al. **Comparative Analysis on the Adoption and Use of BIM in Road Infrastructure Projects**. In: Journal of Management in Engineering, v. 32, n. 6, nov. 2016. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000460>. Acesso em: 25 abr. 2019.

PARK, T.; KANG, T.; LEE, Y.; SEO, K. **Project Cost Estimation of National Road in Preliminary Feasibility Stage Using BIM/GIS Platform**. ASCE: Computação em Engenharia Civil e de Construção, p. 423-430. Orlando, Flórida, Estados Unidos, 17 jun. 2014. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784413616.053>. Acesso em: 25 abr. 2019.

PASCOAL JÚNIOR, Jairo; ARROTÉIA, Aline Valverde; ASSUNCAO, Anderson; SANTOS, Eduardo Toledo. **Análise de casos práticos da adoção do processo BIM em empreendimentos de infraestrutura**. In: CONGRESSO DE TÚNEIS E ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS, 4, 2017, São Paulo – SP. ResearchGate, v. único, p 2-14. Anais[...]. Disponível em: <https://www.resear-

chgate.net/publication/316059908_Analise_de_casos_praticos_da_adocao_do_processo_BIM_em_empreendimentos_de_infraestrutura>. Acesso em: 26 abr. 2019.

PIMENTA, Carlos R. T; OLIVEIRA, Márcio P. **Projeto geométrico de rodovias**. Edição 2. São Carlos: RiMa, 2004.

QUINTANILHA, J. A. et al. **O uso de ferramentas de visualização tridimensional para detectar deficiências em projetos geométricos de estradas**. Bol. Ciênc. Geod. , Curitiba, v. 20, n. 1, p. 54-69, março de 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-21702014000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 de maio de 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702014000100004.

SILVA, L. S. **ESTRATÉGIA BIM BR**. Disponível em: <https://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/bim-no-dnit/bim-no-dnit-1/estrategia-bim-br>. Acesso em: 19 maio 2019

SOARES, Bárbara do Prado; FREITAS, Fabiana Ferreira de; CAMPOS NETO, Lúcio de Souza. **APLICAÇÃO DO CONCEITO BIM PARA PROJETOS RODOVIÁRIOS**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <http://izabelahendrix.edu.br/pesquisa/anais/paginas-de-anais-2017-1079-1092.pdf>. Acessoem: 26 abr. 2019.

SOETHE, Pedro. **BIM nas rodovias: redução de custos**. 2016. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/artigo-bim-nas-rodovias-reducao-de-custos/>. Acesso em: 3 mai. 2019.

SOETHE, Pedro. **BIM para Infraestrutura de Transportes Rodoviários**. 2018. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/bim-para-infraestrutura-de-transportes-rodoviarios/>. Acesso em: 3 maio 2019. DOI: https://doi.org/10.1061/9780784413616.053.

TEALL, Oliver. **Building information modelling in the highways sector: major projects of the future**. Revista Ice Publishing, v. 167, n. 3, p. 127-133, nov. 2014. Disponível em: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/mpal.13.00018>. Acesso em: 25 abr. 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENVOLVIMENTO DE ANIMAÇÃO LEVANDO EM CONTA ASPECTOS PSICOLÓGICOS A RESPEITO DA MORTE - WHAT'S DEATH

PEREIRA, Douglas D.[1],
PORSANI, Rodolfo N.[2],
SILVA, Guilherme B[3],

Resumo

Cada vez mais a indústria da animação vem ganhando espaço no mercado internacional e nacional, entender e a história da animação, a indústria da animação e a sua influência na indústria brasileira, pode ajudar a definir os rumos que esse tipo de arte pode tomar em solo brasileiro. Uma vez que construir uma animação demanda não só o uso de desenho mas toda a aplicação de psicologia e estudo de cores que vão contribuir para o sucesso da mesma. Este artigo tem como objetivo demonstrar todas essas etapas e estudos através de um episódio piloto de uma animação com estilo cartoon, que possui como ponto central da história a questão da morte e/ou perda. Este artigo também apresenta parte desse desenvolvimento, contendo todo o processo de criação, dos personagens aos cenários. Passando pelo desenvolver um roteiro e sinopse.

Palavras-chave: Design, Design de personagem, Animação, Indústria da Animação.

Abstract

Increasingly, the animation industry has been gaining ground in the international and national markets, understanding and the history of animation, the animation industry and its influence in the Brazilian industry, can help define the directions that this type of art can take in solo Brazilian. Since building an animation demands not only the use of drawing but the entire application of psychology and study of colors that will contribute to the success of it. This article aims to demonstrate all these stages and studies through a pilot episode of an animation with cartoon style, which has as the central point of the story the issue of death and / or loss. This article also presents part of this development, containing the whole creation process, from the characters to the scenarios. Moving on to develop a script and synopsis.

Keywords: Design, Character Design, Animation, Animation Industry.

[1] UNESP, dougdanielpereira@gmail.com
[2] UNESP, rodolfonporsani@gmail.com
[3] FIB, guilherme_bispo_silva@hotmail.com

1 Introdução

A produção de uma animação não é nada simples, por possuir diversos processos, que vão desde a criação de personagens, o roteiro, concepção de cenário, etc., produzir uma animação independente pode ser uma tarefa um tanto quanto frustrante muitas vezes. Na hora de se consumir o produto final, toda essa complexidade, passa desapercebido pelo espectador, por esse motivo, um dos objetivos desse artigo, é apresentar todo o passo-a-passo da produção de uma animação, ao menos de uma animação independente.

Outro ponto, que esse artigo irá abordar, é a importância dos assuntos abordados em algumas animações. No início com a criação da animação, a mesma possuía apenas como objetivo o entretenimento, com o passar dos tempos, outros objetivos foram aparecendo e as animações além de entreter, também passaram a apresentar desde críticas sociais até conscientizar o espectador com a utilização de temas pouco convencionais. Assim sendo, o papel da animação perante a sociedade, mudou completamente e hoje em dia a mesma pode até interferir na educação de seu espectador.

Este artigo tem como objetivo, apresentar uma breve pesquisa sobre a história da animação, seu mercado internacional e nacional. Sendo o ponto mais importante do projeto, mostrar o processo de desenvolvimento de uma animação, além de demonstrar que a inserção de assuntos pouco convencionais, como a morte, em uma animação se bem trabalhado, é totalmente possível.

2 Referencial Teórico

2.1 História da Animação

De acordo com Martins (2011) a animação nada mais é do que a técnica de produzir a ilusão de movimento a partir de imagens fixas, sejam essas imagens em bidimensionais ou tridimensionais, de maneira geral, a animação ocorre quando, o olho humano faz a interpolação das imagens interpretando que elas estejam se movendo.

Segundo Mello e Michels (2010) muito antes do uso de papel tradicional, canetas, ou qualquer equipamento criado pelo homem, já havia sido criada uma espécie de animação. A animação mais antiga foi criada pelos homens das cavernas, que em algumas ocasiões ilustravam animais com as patas levantadas, o que passava a ideia de movimentação do animal.

Athayde (2013) afirma que a história da animação é a combinação do longo caminho percorrido pela estética e a tecnologia, combinação essa, que tornou possível o registro do movimento, a condução da arte da animação a novos patamares estéticos. Segundo o autor abordar o progresso da animação demanda atenção para o desenvolvimento estético e o aperfeiçoamento técnico, visto suas evoluções inseparáveis, para que não se perca a essência e singularidade da animação frente a outras artes.

A origem da palavra animação, vem do latim animatio, que possui o significado “animação”, qualidade de pessoa ou ser animado”. A palavra é derivada de anima, que pode ser traduzido como, disposição, coragem, espirito”. A palavra também é a etimologia de “animar”, que por sua vez vem do latim animãre, que significa “dar vida a” (GRAMÁTICA, 2017).

Um exemplo de representação de movimento por meio de uma figura, além das pinturas pré-históricas nas paredes das cavernas, é o “O Homem Vitruviano” de Leonardo da Vinci, a figura mostra um homem e seus membros em duas posições.

Além da parte artística da animação, que pode ser vista pelos desenhos em cavernas e pelos desenhos dos artistas, houve também equipamentos que contribuíram para o desenvolvimento da animação, como a lanterna mágica. De acordo com Nogueira (2008) Athanasius Kircher, padre jesuíta, foi um dos primeiros a colaborar para a progressão da animação com a criação dessa lanterna mágica, equipamento esse que pode ser considerado com antecessor dos aparelhos de projeção moderno. Criado no século XVII enunciou os primeiros passos dos princípios da projeção de imagens com ilustrações gráficas em sua obra “Ars Magna Lucis et Umbrae” texto do ano de 1643.

No entanto, Athayde (2013) afirma que apesar de seus desejos, Kircher não chegou a aplicar sua invenção dessa forma, assim o trabalho de desenvolver e evoluir a linguagem da animação através de dispositivos semelhantes ao de Kircher, ficou por conta de cientistas e pensadores posteriores.

Um desses cientistas foi o holandês Pieter Van Musschenbroek, que de acordo com Fossatti (2009) deu seguimento aos estudos de seu antecessor, Kircher, onde teve sucesso ao produzir a ilusão de movimento, sua criação ficou conhecida como veículo de entretenimento para exibições itinerantes, sendo a primeira exibição animada, no ano de 1736.

Os maiores avanços tecnológicos na área da animação, no entanto, se deram no século XIX, onde alguns cientistas impulsionados pela curiosidade de conhecer melhor o fenômeno além do advento da fotografia. Um deles foi Peter Mark Roget, que define satisfatoriamente em 1824 o conceito de retenção de imagens pelo olho humano (Mostradas em sequência, em rápida frequência e com a iluminação certa, as imagens criam a ilusão de movimento que é o princípio por trás do cinema) (RAMONE, 2015).

2.2 A psicologia por trás da animação

De acordo com Lhullier (2009) as animações embora muitas vezes identificados como produtos destinados ao público infanto-juvenil, possuem diversas referencias, de seriados a filmes. Talvez isso seja o reflexo do ambiente em que o criador da animação teve contato enquanto criança. Em certas ocasiões, os adolescentes e as crianças não entendem a situação ocorrendo na tela, enquanto que os adultos explodem em risadas.

Silva e Aguilera (2015) ainda dizem que que algumas animações vão além de entretenimento puro, cada elemento presente em uma animação está lá por um motivo, seja no visual de seus personagens, no visual dos cenários, ou até mesmo em suas cores. As estórias contadas nessas animações, quase sempre tentam passar ao espectador, alguma lição de moral, fazer com que o mesmo se identifique com determinado personagem, ou que sinta simpatia por sua estória, esse elemento se encontra presente nas animações desde os tempos antigos. Hoje em dia, em cenário onde as crianças são de uma geração marcada pela velocidade imensa da circulação e renovação de informação, é inegável o fato que as animações apresentem algum tipo de influência sob as mesmas.

2.3 A psicologia das cores

Segundo Farina, Peres e Bastos (2006) a cor é uma linguagem individual. O homem reage a ela subordinados as suas condições físicas e suas influências culturais.

Francisco (2009) ainda diz que a cor depende da luz e a forma como é absorvida e refletida em uma determinada superfície. Os olhos vão captar as ondas eletromagnéticas que são refletidas e dependendo dos seus comprimentos de onda, enxergamos cores diferentes, No Cérebro, as cores pode despertar algumas sensações e pôr as cores possuem significados diferentes. Decorrente a essas sensações é possível fazer associações materiais e afetivas com as cores. As cores podem se associar a muitas ideias, a cor azul por exemplo, representa a tranquilidade, serenidade e harmonia, mas também pode ser associada a frieza, monotonia e depressão.

Sendo assim, a escolha das cores para determinado cenário ou personagem, agrega muito na animação, um personagem que possui uma personalidade mais calma, pode utilizar a cor azul, para reforçar essa personalidade.

3 Objetivos

O objetivo desse artigo foi desenvolver um episódio piloto de uma animação com estilo cartoon, que possua como ponto central da história a questão da morte e/ou perda. Este artigo apresenta parte desse desenvolvimento, contendo todo o processo de criação, dos personagens aos cenários. Passando pelo desenvolver um roteiro e sinopse.

4 Materiais e métodos

O trabalho aqui apresentado, trata-se de um episódio piloto, onde a história é contada de forma simples, sem se aprofundar em todo o universo da obra. Com um maior foco nos diálogos entre os personagens, é possível conhecer a personalidade que compõe cada um, além de apresentar um pouco desse universo, “What’s Death?!” (Figura 01), acompanha a vida de Adam e Morrice na cidade de Pierre Vielle.

“What’s Death?!” apresenta uma premissa que poderá ser melhor desenvolvida futuramente, essa premissa, é a de mostrar ao espectador que independente da perda de seus entes queridos, a vida continua e que com a ajuda de amigos e da família, essa dor se torna de certa forma suportável. Todo esse tema será apresentado de forma leve, descontraída (na medida do possível) e de forma lúdica, se utilizando das cores presente na obra e de seus personagens, que terão o importante papel de dar o tom a animação.

4.1 Sinopse

Com as definições de como a animação seria desenvolvida e trabalhada, já estando acertadas, uma pequena sinopse foi criada, afim de dar continuidade a estória, apresentando brevemente os personagens e o ambiente onde a mesma se localiza:

“Típico garoto de 12 anos, Adam Blanche, filho de pais divorciados, vive com sua mãe e avô na pequena cidade de Pierre Ville, além de sua mãe e avô, também vive com Adam, Apollon seu fiel companheiro. Junto com seu melhor amigo Morrice, ele frequenta a única escola da cidade, Mont Millie, onde eles vivem segundo Morrice “grandes aventuras”. Certo dia, ao chegar em casa, um acontecimento mudaria a vida de Adam”.

4.2 Criação dos personagens

A criação e o desenvolvimento dos personagens foram um dos passos de maior relevância durante o avanço do projeto. Incialmente, por meio do processo de painel semântico, foram reunidas várias imagens de personagens de animações já conhecidas pelo realizador do projeto, vale citar que para cada personagem foi criado um painel semântico (Figura 02). Sendo que alguns personagens, como Steven Universe, da animação de mesmo nome, teve grande influência na criação dos personagens.

Figura 01 – What's Death?!" Adam, Morrice e Travis.
Fonte: Elaborada pelo Autor.

4.3 Sinopse

Com as definições de como a animação seria desenvolvida e trabalhada, já estando acertadas, uma pequena sinopse foi criada, afim de dar continuidade a estória, apresentando brevemente os personagens e o ambiente onde a mesma se localiza:

"Típico garoto de 12 anos, Adam Blanche, filho de pais divorciados, vive com sua mãe e avô na pequena cidade de Pierre Ville, além de sua mãe e avô, também vive com Adam, Apollon seu fiel companheiro. Junto com seu melhor amigo Morrice, ele frequenta a única escola da cidade, Mont Millie, onde eles vivem segundo Morrice "grandes aventuras". Certo dia, ao chegar em casa, um acontecimento mudaria a vida de Adam".

4.4 Criação dos personagens

A criação e o desenvolvimento dos personagens foram um dos passos de maior relevância durante o avanço do projeto. Incialmente, por meio do processo de painel semântico, foram reunidas várias imagens de personagens de animações já conhecidas pelo realizador do projeto, vale citar que para cada personagem foi criado um painel semântico (Figura 02). Sendo que alguns personagens, como Steven Universe, da animação de mesmo nome, teve grande influência na criação dos personagens.

Figura 02 – Painel Semântico - Morrice.
Fonte: Google Imagens

Assim sendo, foram criados um breve perfil para cada um dos personagens que viriam a participar do episódio piloto.

Com o desenvolvimento inicial dos personagens feito, foi dado o início a criação da parte extrínseca do mesmo, ou seja, toda a parte visual dos personagens. Durante todo esse processo, foram realizados vários esboços e a cada esboço feito, as ideias sobre o visual dos personagens iam sendo refinadas, sendo então essa etapa, a mais complicada durante o processo criativo.

4.4.1 Sketches

Após desenvolver alguns esboços, foi chegada a hora de fazer alguns, sketches, sendo o sketch a pratica do desenho, uma forma de estudo, é uma parte importante do processo criativo, pois por meio do sketch é possível visualizar uma infinidade de poses alternativas para os personagens, possibilitando uma visão geral de toda a composição, sendo assim por consequência, é a escolha mais segura para o refinamento do desenho, conforme pode ser observado na figura a baixo (Figura 03).

Figura 03 – Sketch de personagem - Adam.
Fonte: Elaborada pelo autor

Para cada personagem, foram desenvolvidas opções de visual, sendo que para 2 dos personagens criados, além desses sketches, foram feitos alguns refinamentos encima da opção escolhida.

4.4.2 Visual dos personagens

Com base nas pesquisas realizadas e nas referências, conforme já citado, para cada personagem foram desenvolvidas as opções de visual.

O visual de cada personagem foi desenvolvido com extremo cuidado, para que sua personalidade fosse refletida por meio de sua aparência, o personagem principal por exemplo, por ser mais tímido e calmo, utiliza uma blusa de cor azul que representa a calma e tranquilidade do personagem, já o amigo do personagem principal, utiliza uma roupa com cores mais vivas, representando a sua personalidade alegre e extrovertida.

4.5 Roteiro

Com os elementos iniciais do projeto prontos, chegou o momento de construir um roteiro. Diferente de outros tipos de roteiros, o roteiro de uma animação, deve conter alguns elementos que não se encontram presentes no roteiro de um filme, a expressão a qual o personagem deve fazer durante determinada frase, ou se um personagem fala uma frase com voz de choro, por exemplo, tudo deve ser descrito no roteiro. Assim que o roteiro foi finalizado, foi desenvolvido o storyboard da animação. Sendo um elemento crucial, para o desenvolvimento do projeto, o storyboard, nada mais é do que uma espécie de roteiro contendo os desenhos em sequência cronológica, mostrando as cenas e ações mais importantes na decupagem da animação. O storyboard (Figura 04) foi dividido em cenas, assim como o roteiro.

Figura 04 – Storyboard – Cena.
Fonte: Elaborada pelo autor

4.6 Hora de animar

Tendo todos os elementos já finalizados, é chegada a hora de começar a animar. Todas a cenas da animação, foram feitas com base no storyboard, e enquanto o processo de animar as cenas do storyboard eram feitas, outros elementos foram feitos simultaneamente, como a gravação das vozes dos personagens.

4.7 Ferramentas

O desenvolvimento do projeto ocorreu em três etapas, sendo inicialmente, todos as ilustrações feitas à mão, escaneadas, depois vetorizadas por meio do Adobe Illustrator® e posteriormente animadas por meio do Adobe After Effects®.

As ilustrações foram, feitas utilizando uma lapiseira com grafite de espessura 0.5, em folha sulfite de tamanho A4, após os traços iniciais da ilustração serem feitas, as mesmas eram finalizadas com canetas nanquim com espessura de 0.5 e 0.8.

Assim que as ilustrações eram passadas a caneta nanquim, as mesmas iam sendo escaneadas, para que pudessem ser digitalizadas.

A digitalização das ilustrações, eram feitas por meio do software Adobe Illustrator®, devido ser um software que trabalha por meio de imagens vetoriais (imagens formadas por cálculos matemáticos em vez de pixels), o Illustrator® é hoje o programa padrão para esse tipo de trabalho.

Ele permite a criação de ilustrações, gráficos, logos e muito mais, para serem utilizados em qualquer tamanho e mídia.

No desenvolvimento da animação cada ilustração uma era vetorizada e colorida (Figura 05). No caso das ilustrações vetorizadas especificamente para animação, possuíam um processo diferente de vetorização das outras, por exemplo, cada parte do personagem que seria animado (Como a boca ou olhos), era vetorizado separadamente.

Figura 05 – Vetorização de personagem.
Fonte: Elaborada pelo autor

Finalizando o processo toda a parte de animação, ficou por conta do software Adobe After Effects®, proporcionando um sistema de timeline, onde é possível se trabalhar diversos elementos em uma determinada cena ou tomada, obtendo resultados mais apurados possíveis.

Além disso, o mesmo permite uma imensa variedade de controles para ajuste de posição 2D e 3D, ajustes unitários de elementos específicos. Apesar de possibilitar a criação própria de imagens, este é geralmente utilizado por materiais provindos de outros softwares de criação (como o Illustrator®), somente para realizar configurações e animações finais.
As ilustrações já vetorizadas no Illustrator®, eram importadas no After Effects®, para irem sendo animadas (Figura 06). Os personagens foram animados primeiro, e posteriormente o cenário era adicionado.

Figura 06 – Animação – Cena 2.
Fonte: Elaborada pelo autor

Após esse procedimento, as vozes dos personagens eram inseridas, a animação e sincronização da boca dos personagens eram feitas.

5 Considerações Finais

O projeto da animação teve como proposta a apresentação de uma pesquisa, contendo informações sobre história e mercado da animação, além do estudo da criação de uma animação, onde é apresentado todo o passo a passo, desde a criação dos personagens até o processo de animação.

Assim sendo, a aprendizagem de alguns programas foram essenciais, como aqueles que viriam a me auxiliar na parte de criação de personagens e cenário, mesmo que para alguns desses programas, apenas algumas ferramentas básicas foram aprendidas – como no caso do Illustrator®, com o qual nunca havia tido qualquer contato - e posteriormente, o contato com o programa de animação veio, tendo o primeiro contato acontecido em um dos cursos da faculdade, nesse momento foi onde ficou claro que produzir uma animação seria possível.

O aprofundamento no mundo da animação foi em sua grande parte preenchida por diversão e aventura. Toda a pesquisa realizada permitiu a aprendizagem sobre toda a história da animação e sobre o seu mercado, sendo ele nacional e internacional, também permitiu a visualização que o mercado de animação nacional, apesar de ainda precisar de um maior reconhecimento, possui produções incríveis, e que seu potencial é algo inimaginável.

Outro ponto que foi muito importante durante o desenvolvimento do projeto, foi a aprendizagem de que durante todo o processo de criação, não se deve conceber apenas uma opção de ilustração, seja ela de um personagem ou cenário, quanto mais opções produzir e possuir, torna a escolha dos mesmos mais fácil, além de acrescentar material ao projeto.

É possível notar então, que o investimento no estudo de técnicas, desenhos e formas de melhor representa-lo é de vital importância para a capacidade de interpretação das ideias, pois eles estão diretamente relacionados as etapas de uma animação – como o ilustrador e animador – possam tornar possível que a tradução dessas ideias, chegue ao público destinado, de forma compreensível.

No geral, a principal ideia deste projeto, é demonstrar que com persistência e perseverança, é possível desenvolver uma animação, além de que, também é possível trabalhar com assuntos pouco convencionais em uma animação.

Referências

ATHAYDE, Marco A. S. de. **Cinema de Animação no Brasil – História e Indústria Moderna.** 2013. 73 f. Dissertação (Comunicação Social) – habilitação em Audiovisual, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2013.

FARINA, Modesto; PEREZ, Clotilde; BASTOS, Dorinho. **Psicodinâmica das Cores em Comunicação**. São Paulo, edição 5, p. 1-189, 2006.

FRANCISCO, Ed. **Guia sobre Cores – Significado das Cores**, 2009. Disponível em: < https://www.chiefofdesign.com.br/significado-das-cores/>. Acesso em 21/07/2017

GRAMÁTICA. **Etimologia de "animação",** 2017. Disponível em: < https://www.gramatica.net.br/?s=animar >. Acesso em 16/08/2017

LHULLIER, Cristina. **Ensino de História da Psicologia e desenhos animados: possibilidades de novas articulações**. Caxias do Sul, p. 275 – 284, 2009.

MARTINS, Vinicius. **O que é a animação?** 2011. Disponível em: < http://www.desenhodg.com/2011/07/o-que-e-animacao.html >. Acesso em 16/08/2017

MELLO, Eduardo de; MICHELS, Marco. **História**, 2010. Disponível em: < https://animablog.wordpress.com/historia/ >. Acesso em 20/08/2017

RAMONE, M.; S.A., **Animação. História do Cinema de Animação – Persistência Retiniana (3ª Parte)**, 2015. Disponível em: < http://animacaosa.blogspot.com.br/search?q=Hist%C3%B3ria+do+Cinema+de+Anima%C3%A7%C3%A3o+%E2%80%93+Persist%C3%AAncia+Retiniana+%283%C2%AA+Parte%29 >. Acesso em: 17/08/2017.

RAMONE, M.; S.A., **Animação. História do Cinema de Animação – A fotografia e o cinema (5ª Parte)**, 2015. Disponível em: < http://animacaosa.blogspot.com.br/search?q=cinemat%C3%B3grafo >. Acesso em: 18/08/2017.

SILVA, Mayara; AGUILERA, Fernanda. **A influência dos desenhos animados no comportamento de crianças ao brincar** – uma revisão. Bananeiras, 2015.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

QUINTA DA BOA VISTA AUMENTADA: UM PERCURSO INTERATIVO PELO PATRIMÔNIO

ALMEIDA, Ana Carolina Moreno de[1],
PARAIZO, Rodrigo Cury[2],
VIZIOLI, Simone Helena Tanoue[3]

Resumo

Este artigo descreve a criação de um protótipo de um percurso gamificado usando a tecnologia de realidade aumentada (RA) em dispositivos de telefonia móveis. Destaca-se o processo de criação e os métodos para a experimentação desta tecnologia voltada para a representação e disseminação do patrimônio invisível da Quinta da Boa Vista, focando principalmente nas edificações demolidas e ruínas, criando pontos de interesse e consequentemente um caminho sobre a história do local. Descreve-se também o uso de plataformas para sua criação, além de suscitar a discussão sobre as potencialidades da realidade aumentada para a compreensão do patrimônio arquitetônico e sua história.

Palavras-chave: Tecnologias digitais; Patrimônio Virtual; Game Design; Realidade aumentada.

Abstract

This article describes the creation of a prototype of a gamified route using augmented reality (AR) technology in mobile phones. Its aim is on the process of creation and the methods of experimentation of this technology for the representation and dissemination of the invisible heritage of Quinta da Boa Vista, focusing mostly in demolished structures and ruins, creating points of interaction and consequently a path about the history of the site itself. It is also described the use of different platforms for its creation, aside from provoking a discussion about the potentials of augmented reality for the comprehension of architectural heritage and history.

Keywords: Digital Technologies; Virtual Heritage; Game Design; Augmented reality.

[1] Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU.USP) anamoreno@usp.br
[2] Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU-UFRJ), rparaizo@gmail.com
[3] Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU.USP) simonehtv@usp.br

1 Introdução

Este artigo trata do processo de produção de um protótipo interativo sobre patrimônio cultural usando, para isso, a tecnologia móvel e a realidade aumentada (RA). O projeto em questão tem como objetivo principal a experimentação desta ferramenta para a difusão de informações sobre determinado objeto de interesse histórico, utilizando-se de recursos multimídia e propondo-se a identificar certas limitações observadas acerca desta tecnologia.

O trabalho se baseia em conceitos de patrimônio virtual (REFSLAND et al, 2000; CHAMPION et al, 2003) e jogos (CAILLOIS, 1967; HUIZINGA, 1997) e foi considerada a seguinte definição sobre espaço aumentado adotada por Manovich (2007, p.51): Trata-se de um espaço físico que é modificado pela sobreposição de informações dinâmicas que se modificam de forma localizada e pode usar de recursos multimídias.

Ao mesmo tempo no decorrer do texto serão analisadas diferentes plataformas digitais para realidade aumentada e métodos para auxiliar pesquisadores interessados em direcionar trabalhos em campos de interesse similares. O artigo também se propõe a analisar e discutir diferentes possibilidades para o futuro desta tecnologia, no que diz respeito a permitir com que pessoas estejam mais cientes das transformações ocorridas nas cidades, questiona seus potenciais. O protótipo, testado na Quinta da Boa Vista, foi desenvolvido no ano de 2018 e é fruto de um trabalho final de graduação (TFG) em Arquitetura e Urbanismo, feito na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

2 O projeto

O TFG tinha como objetivo a criação de uma experiência interativa para celulares em uma localização específica (georreferenciada), usando realidade aumentada em um dos maiores parques históricos do Brasil, a Quinta da Boa Vista a fim de suscitar a conscientização sobre a sua importância histórica para a cidade. O público-alvo são crianças e adolescentes da educação básica, na faixa etária de 8 a 12 anos. Apesar disso, o aplicativo desenvolvido apresenta uma interface mais abrangente, com informações sobre eventos que estão para ocorrer no local, além de mostrar horários de visitação e valores dos ingressos sendo útil também para quaisquer visitantes que necessitem de maiores informações sobre o local.

Estudar a Quinta da Boa Vista para a criação de um jogo em dispositivos móveis visa apresentar um modo lúdico de gerar engajamento com o espaço, induzindo a criação de laços afetivos com o lugar. O protótipo foi elaborado com base na tecnologia da RA que pretende ressaltar as transformações ocorridas no local ao longo dos séculos, bem como revelar informações históricas sobre as diferentes edificações e trechos do parque. Essa tecnologia foi escolhida por tornar visível uma cama de informações sobre o espaço ou objeto em questão, ao mesmo tempo em que exige a presença do usuário no local, direcionando seu olhar para o objeto. Há que se destacar o custo relativamente baixo, uma vez que se baseia na visualização por aparelhos de que os visitantes em geral já dispõem, ainda que sejam obrigados a baixar um aplicativo específico e necessitem de acesso à internet para tal.

Sendo uma região de grande importância para a história do Brasil, a Quinta da Boa Vista atrai olhares para a pesquisa acadêmica, o que gera grande quantidade de estudos acadêmicos que nem sempre são acessíveis ao grande público. Iniciou-se um esforço para

a elaboração deste protótipo, visando dar visibilidade a espaços e informações esquecidas deste patrimônio, de forma lúdica e inovadora.

A proposta não objetiva a reconstrução física do espaço, mas visa entender o que foi deixado e esquecido para evidenciar a importância de manter vivo o que ainda se tem. A importância da reconstrução digital é também a reconstituição da memória que se tem acerca de um determinado patrimônio já que "é cada vez mais pela mediação de sua imagem, por sua circulação e difusão, (...) que sinais patrimoniais se dirigem às sociedades contemporâneas" (CHOAY, 2001). Acredita-se que é essencial o estudo do passado e a manutenção de informações existentes sobre elementos históricos para se compreender o presente. Enxergar questões políticas, transformadoras da cidade, são essenciais para a criação de um pensamento crítico sobre o patrimônio arquitetônico, artístico e cultural e para fomentar debates e questionamentos sobre o tema.

Consideramos aqui o patrimônio cultural como os objetos do passado aos quais são atribuídos valores no presente de modo a ajudar a estabelecer uma identidade cultural - como nota Lowenthal (2005), do mesmo modo que a memória e a história, são uma via de acesso da consciência presente ao passado. O patrimônio compreende ainda os o estudo e gerenciamento dos processos de transmissão desses objetos e dos valores atribuídos, bem como os próprios usos que cada sociedade, em seu tempo, dará aos objetos. O patrimônio virtual, por sua vez, compreende o estudo e produção de ambientes digitais interpretativos dos objetos patrimoniais (Refsland et al, 2000), visando principalmente à educação patrimonial.

Considera-se importante construir esses valores com a sociedade através de um engajamento emocional com os objetos patrimoniais. Esses objetos, apesar de pertencerem ao passado cultural, servem como pontos – ou gatilhos – para a apresentação de narrativas associadas a um tempo anterior ao que se vive. Em realidade aumentada, a informação é tanto visual quanto dinâmica, atualizada em tempo real e, mesmo quando apenas realoca-se a posição da tela para oferecer uma informação adicional, o efeito é ainda maior.

3 Sobre a Quinta da Boa Vista

A Quinta da Boa Vista é um parque localizado no bairro de São Cristóvão, na zona norte do município do Rio de Janeiro, tombado desde 11 de maio de 1938 pelo SPHAN (atual IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). A vasta propriedade da Quinta foi adquirida por Dom João VI em 1815, após a morte de seu proprietário anterior, que não deixou herdeiros. Dom Pedro II posteriormente contratou o paisagista francês Auguste Glaziou para realizar a reforma dos jardins, elaborando a paisagem que pode ser vista atualmente.

A Quinta é um dos maiores parques públicos no Rio de Janeiro; em sua área funciona o zoológico da cidade, departamentos da pós-graduação da UFRJ – nas áreas de Botânica, Zoologia, Antropologia Social, Arqueologia, Patrimônio Geopaleontológico, Linguística e Línguas Indígenas – e o Museu Nacional da Quinta, detentor de um acervo inestimável de arqueologia e etnografia dentre outros campos. Os visitantes do local, entretanto, parecem não estar cientes da relevância deste palácio e adjacências para o desenrolar da história do período monárquico brasileiro ou mesmo da sua importância para o desenvolvimento urbano do Rio de Janeiro.

Ressalta-se que, mesmo sendo um espaço protegido por diversos órgãos públicos, ainda assim é uma área que sofre constantemente com a ameaça de demolições. O caso mais recente é o da demolição das Cavalariças da República ocorrida em 2013 para a criação de um estacionamento que serviria aos usuários do estádio do Maracanã na Copa do Mundo de 2014. Com o incêndio no Museu Nacional em 2018, que destruiu 90% de sua coleção, tornou ainda mais urgente a necessidade de se chamar a atenção para a importância histórica e científica deste local.

A cidade do Rio de Janeiro, que é famosa por sua paisagem e arquitetura, também é caracterizada por uma grande quantidade de transformações urbanas e destruição de seus próprios espaços históricos, o que torna relevante e urgente a preservação das diferentes narrativas associadas a esse local, para manter vivos tanto o patrimônio quanto a história para seus cidadãos. Deve-se considerar que é de extrema importância o desenvolvimento de diferentes formas de comunicação georreferenciadas no espaço urbano e sua importância social tem um papel fundamental para o presente e futuro de nossas cidades.

4 Engajamento e realidade aumentada

A metodologia aplicada para o desenvolvimento do protótipo (Fig. 1) foi desenvolvida, inicialmente, a partir da definição do tema e dos objetivos que seriam abordados no projeto. Posteriormente foi escolhido o espaço físico no qual seria aplicado o experimento proposto.

A partir destas definições primárias foi possível elaborar o projeto sob duas frentes: A mais tecnológica, com busca de referências de aplicativos e iniciativas digitais sobre o assunto e a outra, com enfoque mais histórico, que tinha como objetivo relacionar o conhecimento sobre o patrimônio cultural com a educação.

Com essas etapas bem definidas foi possível criar um roteiro que definiu os sete pontos de interação (Fig. 2) e as mídias usadas para apresentá-los. Por fim, foi elaborado um protótipo, de caráter experimental, testando teorias e observando as eventuais distinções entre o que havia sido projetado e o que era possível de ser feito.

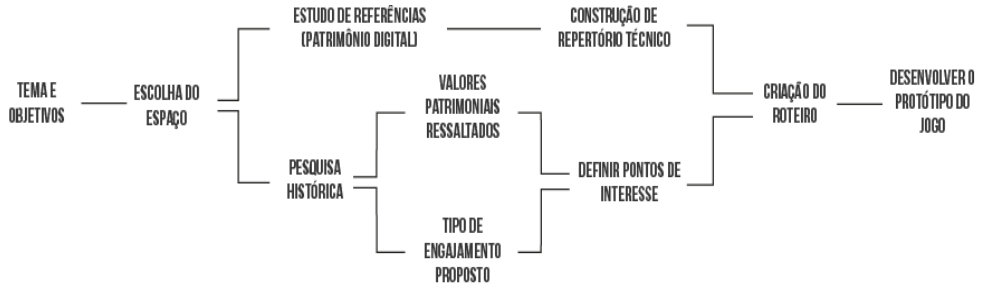


Figura 1 – Metodologia aplicada para o desenvolvimento do protótipo do jogo
Fonte: Acervo dos autores.

A primeira parte deste projeto tomou diferentes exemplos de patrimônio digital que fizeram uso de realidade aumentada para apresentar informações, procurando formas distintas de interação e examinando como eles criam engajamento usando um ambiente gamificado (MANOVICH, 2007; LANGE, 2009). A segunda parte, descrita neste artigo, se constituiu na construção do protótipo propriamente dito. De forma a ajudar os usuários a entender a formação espacial de uma área e seus usos sociais do espaço durante a época do império, o projeto se dividiu em sete temas, cada um correspondendo a um diferente ponto, ou nível, do percurso, a ser vivido através de mídia locativa.

Os temas foram divididos e classificados buscando apresentar uma diversidade de informações, desde a chegada da família real até a formação do Museu Nacional, além de incorporar dados sobre o paisagismo, cotidiano da nobreza nos jardins, a presença de escravos no palácio, métodos construtivos das edificações e até mesmo a mudança de um pórtico de um local de destaque para os fundos do Museu durante o período republicano, visando dirimir a imponência da Coroa Portuguesa neste período de formação da nova política.

Cada nível é composto por diversos vídeos e áudios introduzindo o tema e ao menos uma experiência em realidade aumentada é destinada a auxiliar o usuário a imaginar a configuração anterior do local, as informações invisíveis que aquele espaço possui. Os temas e pontos de interesse foram escolhidos de acordo com as possibilidades de apresentar diferentes aspectos patrimoniais. Destaca-se que a presença de ruínas e edificações demolidas serviram como um terreno fértil para exploração da criação de interações dinâmicas usando esses elementos como plano de fundo.

Figura 2 – *Mockup* mostrando os pontos de interesse onde ocorrem as interações com sua localização georreferenciada.
Fonte: Acervo dos autores.

Dentre os temas propostos como ponto de interesse para as interações encontra-se o denominado “Cotidiano do palácio”. Para ativá-lo o usuário deverá permanecer em pé próximo a uma gruta, onde aparecerá um menu mostrando as opções disponíveis a serem acessadas naquela área. Quando o usuário seleciona a opção “A gruta” aparece uma instrução de como ele deverá apontar a câmera do seu dispositivo de forma correta para poder ouvir o áudio descritivo da interação, bem como ver as animações em RA mostrando pessoas com figurino dos anos 1850. Outra opção para o usuário, no mesmo local, se chama “Lazer do Imperador”, que consiste em uma animação em RA de uma piscina, georreferenciada, com uma animação de Dom Pedro II remando em suas águas, retratando o treino diário que ele fazia. Essa animação especificamente se sobrepõe onde atualmente encontra-se uma quadra de futebol, criando uma oportunidade para que o áudio explique a mudança na história e a evolução de hábitos nos esportes.

Outro ponto de interesse disponível para interação é o “Método construtivo”. De forma a interagir com o tema em questão o usuário poderá acionar um botão confirmando sua localização, o que imediatamente mostraria um modelo tridimensional animado sobrepondo-se

às ruínas, mostrando o método construtivo dessas edificações que atualmente possuem apenas suas fundações expostas.

A criação destes protótipos foi essencial para a compreensão dos potenciais e limitações desta tecnologia. O projeto foi elaborado em Unity usando o plugin Vuforia, após testes realizados com Mapbox, EasyAR e Google's ARCore para celulares Android (Fig.3). O Google ARCore, EasyAR e Mapbox por outro lado são ferramentas gratuitas mas que ainda possuem muitas limitações e ainda está em estágio de desenvolvimento, com atualizações constantes e com poucas soluções disponíveis para os bugs que apresenta, sendo necessário um conhecimento técnico mais específico de linguagem de programação. Dentre as opções disponíveis o plugin Vuforia foi escolhido por ser de fácil manuseio e por oferecer soluções satisfatórias para as interações propostas – apesar das limitações apresentadas em sua versão gratuita se comparada à versão paga. Esses softwares e recursos foram escolhidos exatamente pois solicitavam conhecimento básico de programação para elaborar os aplicativos. Ou seja, opções de fácil compreensão para o desenvolvimento do protótipo e para efetuar possíveis modificações ao projeto caso fosse necessário.

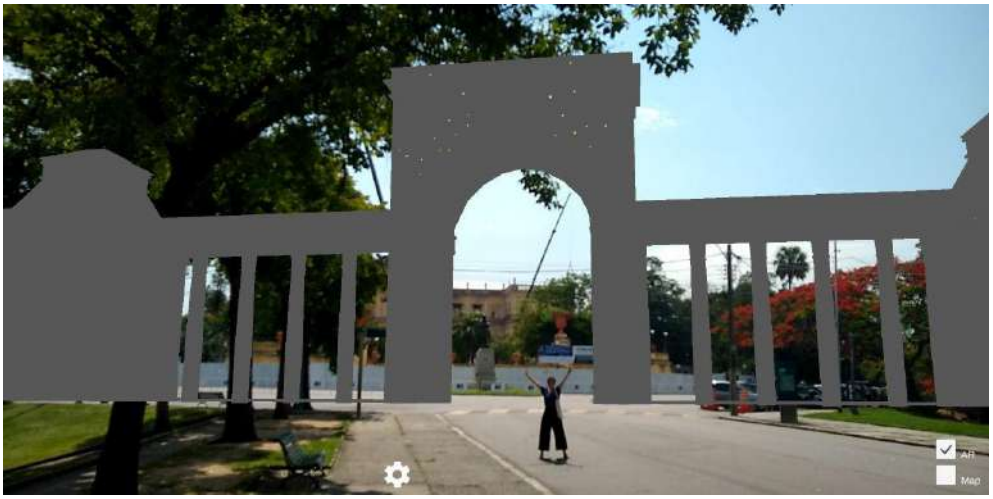


Figura 3 – Foto com figura humana mostrando a relação do modelo 3D em escala real no ambiente em que anteriormente estava localizado o portão representado. Teste utilizando Google ARCore.
Fonte: Acervo dos autores.

5 Resultados e discussão

O projeto foi capaz de construir protótipos modulares de um percurso gamificado do patrimônio para interação com celulares. Dentre as interações disponíveis, destacam-se o conteúdo de vídeo, o áudio e a modelagem 3D, buscando compreender qual seria o melhor tipo de mídia para representar determinados aspectos históricos do local. Durante este processo experimental foi também documentado o método para chegar a tais protótipos para que possam servir de base para outros aplicativos similares.

A experiência realizada pôde esclarecer as limitações de aplicativos para RA e ressaltou alguns bugs como: modelagens tridimensionais que mudam de localização apesar de terem sido ancoradas com coordenadas geográficas específicas e dificuldade de algumas câmeras de celular para identificar as imagens para o desbloqueio de informações de um determinado ponto. Nota-se portanto certos impeditivos de aporte técnico, financeiro e de saber

específico na área de programação, mostrando que esta tecnologia de representação digital, mesmo que interativa e de grande potencial principalmente educativo, ainda parece pouco acessível para o desenvolvimento de projetos pelo público.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à UFRJ, pela bolsa de iniciação científica artística e cultural e aos demais membros do Laboratório de Análise Urbana e Representação Digital – Programa de Pós-Graduação em Urbanismo (LAURD/PROURB/FAU/UFRJ) por todo o apoio e discussões ao longo dos meses em que este projeto foi elaborado.

Referências

CAILLOIS, R. **Les jeux et les hommes**: le masque et le vertige. Paris: Gallimard, 1967.

CHAMPION, E.; DAVE, B.; BISHOP, I. Interaction, Agency and Artefacts. In: CHIU, M.-L.; TSOU, J.-Y.; KVAN, T.; MOROZUMI, M.; JENG, T.-S. (Eds.). **Digital Design: Research and Practice**. 10th CAAD. Doordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 181–190.

CHOAY, F. **A alegoria do patrimônio**. São Paulo: Unesp, 2001

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**: O jogo como elemento de cultura. 5a ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.

LANGE, M. DE. From always on to always there: Locative media as Playful Technologies. In: SILVA, A. DE S. E; SUTKO, D. M. (Eds.). **Digital cityscapes: merging digital and urban playspaces**. New York: Peter Lang International Academic Publishers, 2009. p. 55–70.

LOWENTHAL, D. **The Heritage Crusade and the Spoils of History**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

MANOVICH, L. The Poetics of Augmented Space: The Art of Our Time. In: BORRIES, F. VON; WALZ, S. P.; BÖTTGER, M. (Eds.). **Space time play: computer games, architecture and urbanism**: the next level. Basel: Birkhäuser Verlag AG, 2007. p. 496.

REFSLAND, S. T.; OJIKA, T.; ADDISON, A. C.; STONE, R. Virtual Heritage: Breathing new life into our ancient past. **IEEE MultiMedia**, v. 7, n. 2, p. 20–21, 2000.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

VISUALIZAÇÃO DOS POLIEDROS DE ARQUIMEDES ATRAVÉS DE UM AMBIENTE WEB DE REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL

SIQUEIRA, Paulo Henrique[1]

Resumo

Este artigo mostra o desenvolvimento de um ambiente web para a construção de poliedros de Arquimedes em Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV). Neste ambiente foram utilizadas as transformações geométricas de translação e rotação com a estrutura de hierarquias de páginas HTML, sem o uso das coordenadas de cada vértice do poliedro. O ambiente desenvolvido pode ser usado em sala de aula para a visualização dos poliedros em Realidade Aumentada, com a possibilidade de manipulações das representações gráficas pelos alunos no ambiente criado em Realidade Virtual. Outros estudos que podem ser desenvolvidos com os poliedros modelados são de áreas, volumes e a relação de Euler. Outro conteúdo importante que pode ser desenvolvido é o de seções planas, pois sete poliedros de Arquimedes são obtidos através de seções planas dos poliedros de Platão. Com este trabalho, torna-se possível o desenvolvimento de materiais didáticos com uma tecnologia simples, gratuita e com grande contribuição para a melhoria do ensino da Geometria e outras áreas que utilizam objetos 3D.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Realidade Virtual; Visualização gráfica.

Abstract

This paper shows the development of a web environment for the construction of Archimedes polyhedra in Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR). In this environment we used the geometric transformations of translation and rotation with the structure of hierarchies of HTML pages, without the use of the coordinates of each vertex of the polyhedron. The developed environment can be used in classroom to visualize the polyhedra in Augmented Reality, with the possibility of manipulations of the graphical representations by students in the environment created in Virtual Reality. Other studies that can be developed with the polyhedra modeled are areas, volumes and the relation of Euler. Another important content that can be developed is truncation, because seven Archimedes polyhedra are obtained through truncation of Plato's polyhedrons. With this work, it becomes possible to develop didactic materials with a simple technology, free and with great contribution to improvement of the teaching of Geometry and other areas that use 3D objects.

Keywords: Augmented Reality; Virtual Reality; Graphical Visualization.

[1] Universidade Federal do Paraná, paulohs@ufpr.br

1 Introdução

Os conceitos tridimensionais usados em algumas disciplinas podem ser melhor compreendidos pelos alunos através do uso de recursos auxiliares. Hoje em dia os materiais concretos podem ser feitos com impressões 3D para aulas de Biologia (McMENAMIN et al., 2014), Geometria (Huleihil, 2017) ou disciplinas com conteúdos que envolvem representações 3D (BASNIAK e LIZIERO, 2017; CASAS e ESTOP, 2015). O desenvolvimento de ambientes ou aplicativos web para o ensino também colabora em visualizações e manipulações de conceitos de Biologia (Attardi e Rogers, 2015) e Geometria (Cantos, Izquierdo e Cantos, 2016) e tem sido utilizado como uma alternativa atraente para auxílio da aprendizagem dos alunos.

O uso de modelagem com tecnologias virtuais também pode auxiliar na aprendizagem de conteúdos que envolvem conceitos em 3D. A Realidade Virtual (RV) cria um ambiente imersivo com manipulação dos objetos através de controles e óculos imersivos (MORO et al., 2017). Ambientes desenvolvidos em RV podem ajudar na visualização de fenômenos físicos ou biológicos, simulações de situações de treinamentos, jogos educacionais, simulações de construções e outras áreas ligadas à educação.

Os ambientes modelados com a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) são renderizados em dispositivos com câmera para colocar objetos virtuais junto com o ambiente da imagem da câmera, criando camadas virtuais de objetos 3D e texto sobre a imagem da câmera em tempo real (KIRNER e KIRNER, 2011). As aplicações da RA podem auxiliar no ensino de Geometria (GONZÁLEZ, 2017), Engenharia (CERRA et al., 2018), Arquitetura (ABDULLAH et al., 2017) e Medicina (KAMPHUIS et al., 2014). O uso de RA na área educacional demonstra que se trata de uma poderosa ferramenta, pois permite várias formas de interações visuais no aprendizado de diversas disciplinas (CHEN et al., 2017).

A aprendizagem dos conteúdos que envolvem poliedros em disciplinas como Geometria Euclidiana, Geometria Descritiva e Desenho Técnico quase sempre necessita de materiais auxiliares, tais como poliedros planificados ou montados com materiais alternativos (ANDRADE, SANTOS e MOURA, 2017) ou impressos em 3D. Os conteúdos que envolvem visualizações de faces e arestas, além dos cálculos de áreas e volumes podem ser explorados com materiais manipuláveis ou modelados em ambientes virtuais.

O uso da RA pode complementar a utilização dos materiais didáticos tradicionais no ensino dos poliedros, pois os alunos podem interagir e visualizar os sólidos e suas propriedades de maneira mais efetiva e significativa. A RV pode colaborar na interação dos alunos com as representações dos poliedros modelados, facilitando as visualizações e a compreensão dos objetos.

Neste trabalho são mostradas as estruturas de páginas web que possibilitam a construção de um ambiente com as tecnologias de RV e RA para representar os poliedros de Arquimedes. A ideia principal é usar uma página codificada em HTML para RA, com links para as páginas desenvolvidas em RV. Na página em RA, os alunos visualizam os poliedros através de diversos pontos de vista e acessam os sites de RV para manipularem as representações dos sólidos com dispositivos móveis, computadores ou podem até imergirem na cena com óculos de RV.

Como pode ser visto neste trabalho, os comandos usados na construção do ambiente proposto em RA e RV são bastante intuitivos, e exigem apenas um conhecimento básico dos conceitos de HTML. De acordo com Munoz-Crisóbal et al. (2018), algumas dificuldades no uso da RA em sala de aula podem ser contornadas com o uso do ambiente proposto neste trabalho.

2 Modelagem de um poliedro de Arquimedes

Um poliedro convexo de Arquimedes é formado por polígonos regulares e cada vértice é extremidade do mesmo número de arestas. Existem 13 poliedros de Arquimedes, onde 7 são obtidos através de seções planas dos Sólidos de Platão. Os vértices destes poliedros são combinações de dois ou mais polígonos regulares diferentes (COXETER, 1973; Weisstein, 2019). Neste trabalho são mostrados os elementos do octaedro truncado e suas respectivas *tag*s para visualização em Realidade Virtual. As construções dos demais sólidos de Arquimedes podem ser feitas de forma similar.

O octaedro truncado é um poliedro de Arquimedes formado por 14 faces: 8 hexágonos e 6 quadrados. Este poliedro pode ser construído utilizando-se as simetrias das faces, rotações, translações e a composição de suas partes, sem a necessidade da obtenção das coordenadas de seus vértices. Neste tipo de construção, são usadas as hierarquias estruturais das páginas web e transformações geométricas, obtendo-se uma renderização otimizada do modelo em RV e RA.

A primeira face modelada do octaedro truncado é um quadrado. Considerando-se o ponto O como centro da esfera circunscrita ao poliedro de aresta a = 3, a distância até o centro do quadrado do octaedro truncado é dq = OO′ = a4,243 (COXETER, 1973), onde O′ é o centro do quadrado. Todas as arestas dos quadrados sofrem translação igual a dq em relação ao centro da esfera circunscrita.

O apótema do quadrado mede a metade da aresta, ou seja, $ap' = a/2 = 1{,}5$. Definindo-se a aresta como um cilindro com altura igual à aresta a = 3 e raio da base r_c = 0,03, e o vértice da face como uma esfera de raio r_e = 0,2, a posição da aresta com vértice A é obtida através da translação na direção OO′ com distância dq, com a segunda translação na direção ortogonal a OO′ e distância ap' (Figura 1). Os outros três lados do quadrado são obtidos através das rotações de 90º em torno da reta OO′.

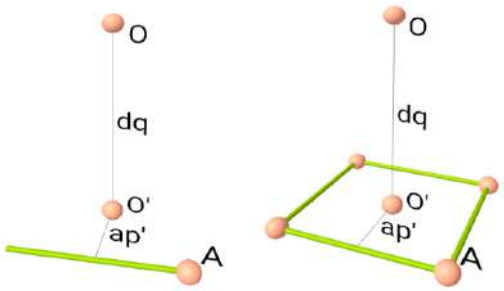


Figura 1. Construção das arestas dos quadrados do octaedro truncado.
Fonte: Autores.

A distância do centro da esfera circunscrita ao centro de cada hexágono do octaedro truncado mede dh = OO″ = a 3,676 e o apótema do hexágono regular mede ap'' = a 2,598. Outra medida utilizada para posicionar os hexágonos adjacentes a cada quadrado é o ângulo diédrico deste poliedro, que mede α = 125,16º (COXETER, 1973; WEISSTEIN, 2019). A posição da aresta com vértice B é obtida através da rotação com ângulo α e centro O, translação na direção OO″ com distância dh, com a segunda translação na direção ortogonal a OO″ e distância igual ao apótema ap'' (Figura 2). Os outros lados do hexágono são obtidos através das rotações de 60º em torno de OO″.

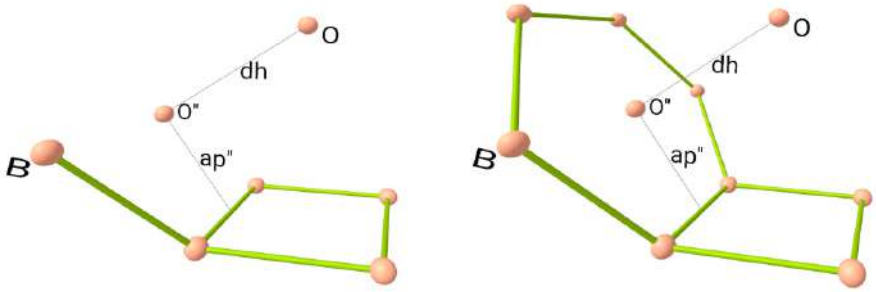


Figura 2. Construção das arestas dos hexágonos do octaedro truncado.
Fonte: Autores.

Os outros três hexágonos são obtidos através de rotações de 90º em torno do eixo OO′ (Figura 3). Este bloco representa uma das partes do poliedro, que pode ser encaixado em outro bloco simétrico. Neste poliedro, basta encaixar a parte de cima através de uma rotação de 180º em torno do eixo OO′ e uma translação com medida igual a 2*dq*, obtendo-se o octaedro truncado completo (Figura 4).

Outros poliedros de Arquimedes mais complexos podem ser construídos com a mesma metodologia mostrada, com mais repetições do bloco principal. Por exemplo, o bloco principal do icosidodecaedro é formado por um pentágono regular e cinco triângulos equiláteros (Figura 5). Este módulo pode ser repetido nas laterais, formando-se a parte inferior do sólido. A composição destes módulos pode ser transladada com o dobro da distância do centro da esfera até o pentágono do primeiro módulo e rotacionada com 180º em torno do eixo principal, da mesma forma que foi mostrada no octaedro truncado.

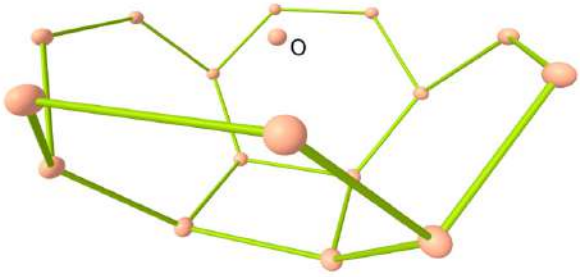


Figura 3. Bloco inferior do octaedro truncado.
Fonte: Autores.

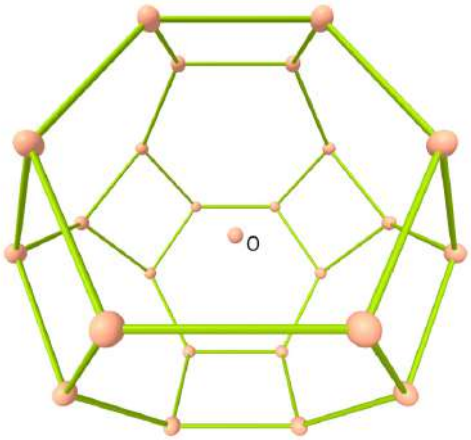


Figura 4. Octaedro truncado completo representado em RV.
Fonte: Autores.

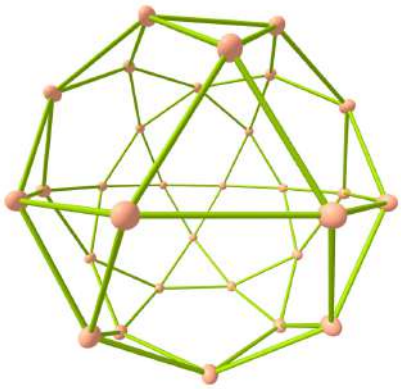


Figura 5. Icosidodecaedro regular representado em RV.
Fonte: Autores.

O poliedro de Arquimedes mais conhecido é o icosaedro truncado, sólido utilizado como base para confecção de bolas de futebol (Figura 6). Neste poliedro o bloco principal é formado por um hexágono regular com pentágonos e hexágonos regulares adjacentes intercalados (pode ser considerado também um pentágono com 5 hexágonos adjacentes). Este módulo pode ser repetido 6 vezes nas laterais e depois na parte superior do poliedro.

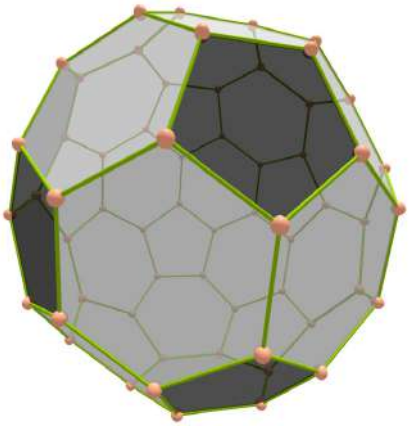


Figura 6. Icosaedro truncado representado em RV.
Fonte: Autores.

Com os elementos definidos, os poliedros de Arquimedes podem ser modelados em RA e RV para utilização em sala de aula. A mesma metodologia pode ser usada em poliedros de Platão ou sólidos que tenham simetrias das posições das faces.

3 Realidade Virtual

Em um ambiente programado em Realidade Virtual, ocorre uma simulação dos objetos em 3D, proporcionando ao visitante a sensação de que os objetos programados são reais (MORO et al., 2017). Já o ambiente programado em Realidade Aumentada tem os objetos de RV integrados com as imagens reais da câmera do dispositivo, criando a sensação de que os objetos virtuais fazem parte do mundo real.

As medidas mostradas na seção 2 do octaedro truncado foram programadas tanto em RV quanto em RA. Nos dois casos, foram utilizadas as bibliotecas do A-frame, ambiente desenvolvido pela equipe de RV do Mozilla (OLIVEIRA, 2018). O A-frame utiliza funções da biblioteca Three.js do Java com *tag*s do HTML puro, permitindo que toda a programação de

RV ou RA seja feita em uma página da web, que segue é composta de *tag*s com princípios de herança e hierarquia (A-FRAME, 2019).

As *tag*s principais da modelagem de uma parte do octaedro truncado são mostradas na Figura 7. As informações colocadas nesta figura incluem as *tag*s das arestas do quadrado e de uma das arestas do hexágono do bloco principal do poliedro. As demais *tag*s têm estrutura similar e serão omitidas. Na *tag* de cabeçalho da página HTML está inserida a referência à biblioteca principal do A-frame entre as linhas 3 e 5. Todas as referências de bibliotecas podem ser inseridas dentro desta *tag* de cabeçalho.

A modelagem do poliedro está definida nas *tag*s do corpo da página HTML. Nas linhas 7 e 8 da Figura 7 encontram-se as definições para interação do usuário com o mouse ou controle de RV e a câmera da cena com posição inicial nas coordenadas x (direita/esquerda), y (altura) e z (profundidade). Os valores iniciais são: x = 0 que centraliza a câmera na tela; y = 2m que representa a altura do observador; e z = 8m para afastar o observador da origem do sistema, onde está representado o centro do octaedro truncado.

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3  <head>
4   <script src="https://aframe.io/releases/0.8.2/aframe.min.js"></script>
5  </head>
6  <body>
7  <a-scene cursor="rayOrigin:mouse">
8  <a-entity camera look-controls position="0, 2, 8"></a-entity>
9  <a-assets>
10   <a-mixin id="vertices" geometry="radius:0.2;"></a-mixin>
11   <a-mixin id="arestas" geometry="radius:0.05; height:3"></a-mixin>
12   <a-mixin id="mtl1" material="color:#86B404;"></a-mixin>
13   <a-mixin id="mtl2" material="color:#F79F81;"></a-mixin>
14 </a-assets>
15 <a-entity position="0,-4.243,0">
16  <a-entity id="modulo">
17   <a-entity rotation="0,0,90">
18    <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0,0,1.5"></a-cylinder>
19    <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0,-1.5,1.5"></a-sphere>
20   </a-entity>
21   <a-entity rotation="0,90,90">
22    <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0,0,1.5"></a-cylinder>
23    <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0,-1.5,1.5"></a-sphere>
24   </a-entity>
25   <a-entity rotation="0,180,90">
26    <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0,0,1.5"></a-cylinder>
27    <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0,-1.5,1.5"></a-sphere>
28   </a-entity>
29   <a-entity rotation="0,270,90">
30    <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0,0,1.5"></a-cylinder>
31    <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0,-1.5,1.5"></a-sphere>
32   </a-entity>
33   <a-entity position="0,4.243,0">
34    <a-entity rotation="125.16,0,0"><a-entity>
35     <a-entity position="0,3.674,0"></a-entity>
36      <a-entity rotation="0,60,90">
37       <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0 0 2.598"></a-cylinder>
38       <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0 -1.5 2.598"></a-sphere>
39      </a-entity>
40      <tags das outras arestas do hexagono>
41     </a-entity>
42    </a-entity>
43   </a-entity>
44   <tags das outras faces do poliedro>
45  </a-entity>
46  <tags da parte superior do poliedro>
47 </a-entity>
48 </a-scene>
49 </body>
50 </html>
```

Figura 7. *Tag*s da página de RV em A-frame para a modelagem do Octaedro truncado.
Fonte: Autores.

As *tag*s que definem as cores, raio das esferas que representam os vértices (r_e = 0,2), além do raio (r_c = 0,05) e da altura (a = 3) dos cilindros que representam as arestas do poliedro estão colocadas entre as linhas 9 e 14 da Figura 7. O código utiliza a função *a-mixin* para acelerar o carregamento da página, pois cada propriedade é definida apenas uma vez e usada no restante da página com sua respectiva referência através dos identificadores (id).

O conjunto de *tag*s entre as linhas 15 e 47 representa a construção de parte do octaedro truncado mostrado na seção 2. A *tag* da linha 15 faz a translação do poliedro com a distância do centro da esfera circunscrita ao centro do quadrado (*dq* 4,243). As *tag*s entre as linhas 17 e 20 mostram a construção de uma aresta do quadrado, com a translação igual ao apótema (*ap′* = 1,5). Entre as linhas 21 e 32 estão as rotações para construir as outras arestas do quadrado.

Nas linhas 33, 34 e 35 estão os comandos para fazer uma translação até o centro da esfera com distância *dq* (distância do centro do quadrado), a construção do ângulo diédrico α = 125,16º e a translação com distância *dh* 3,674 para posicionar o hexágono. Estes três comandos são necessários para não perder a referência de hierarquia da página HTML. Dentro desta *tag* podem ser feitas todas as construções dos hexágonos adjacentes ao primeiro quadrado construído. Vale ressaltar que as aproximações feitas com 3 casas decimais nas medidas de distâncias e apótemas indicadas não acarretaram imprecisões nas construções dos poliedros.

Entre as linhas 36 e 39 estão as *tag*s para a construção de uma aresta do hexágono. Nestas *tag*s são feitas a rotação de 60º em relação ao eixo OO′ e a translação com distância igual ao apótema do hexágono *ap″* = 2,598. As outras arestas podem ser construídas com *tag*s similares de rotações de 120º, 180º, 240º e 300º a partir da linha 40 do código mostrado na Figura 7.

As *tag*s das outras faces podem ser inseridas a partir da linha 44, e a repetição para a parte superior do poliedro pode ser definida a partir da linha 46 com as construções mencionadas na seção 2.

Uma forma de interação com os elementos programados na cena utiliza a função de órbita (NGO, 2019), que permite a movimentação da câmera em torno dos objetos da cena. Ao usar os óculos de RV, a movimentação da câmera com a função de órbita é automática. Nos computadores, tablets e smartphones, a movimentação da câmera em torno dos objetos pode ser feita através do mouse, teclado ou *touch*.

4 Realidade Aumentada

Os elementos modelados em Realidade Virtual podem ser misturados com objetos físicos mostrados através da câmera de um dispositivo através da programação em Realidade Aumentada. As mesmas *tag*s estruturais mostradas na Seção 3 em RV podem ser usadas na programação de uma página em RA, com a inclusão da *tag* de referência para a visualização em RA, desenvolvida por Etienne (2019), que deve ser inserida no cabeçalho da página junto com a *tag* referencial do A-frame.

As *tag*s de dois poliedros de Arquimedes estão ilustradas na Figura 8. A *tag* da cena em RA tem a inclusão de propriedades de incorporação da imagem da webcam e captura de interação com mouse ou raios de controles em objetos com links (linhas 7 e 8). A cena em RA tem marcadores, que funcionam com códigos de bits 0 e 1 em forma matricial de imagens que são reconhecidas através da webcam (ISHII, 2010). Estes marcadores funcionam como

pontos de referência, onde podem ser estabelecidas posições específicas para que os objetos virtuais apareçam na imagem real da webcam.

```
1  <head>
2   <script src="https://aframe.io/releases/0.8.2/aframe.min.js"></script>
3   <script src=" https://jeromeetienne.github.io/AR.js/aframe/build/
4       aframe-ar.min.js"></script>
5  </head>
6  <body>
7  <a-scene embedded cursor="rayOrigin:mouse" raycaster="objects:[link];"
8     arjs='sourceType:webcam; detectionMode:mono_and_matrix; matrixCodeType:3x3;'>
9  <a-marker preset="hiro">
10   <a-link href="octat.html" title="VR"></a-link>
11   <a-entity position="1.5 0.8 0" scale="0.25 0.25 0.25">
12    <tags do octaedro truncado>
13   </a-entity>
14 </a-marker>
15 <a-marker preset="kanji">
16   <a-link href="icosi.html" title="VR"></a-link>
17   <a-entity position="1.5 0.8 0" scale="0.15 0.15 0.15">
18    <tags do icosidodecaedro>
19   </a-entity>
20 </a-marker>
```

Figura 8. *Tags* da página de RA em A-frame para a modelagem de poliedros de Arquimedes.
Fonte: Autores.

Quando a imagem de um marcador for reconhecida na cena de RA, os elementos modelados em RV são ativados. Existem mais de 80 opções de marcadores programados na biblioteca desenvolvida por Etienne (2019), que são representados por *tags* que englobam os elementos programados em RV que são ativados. Os marcadores mais comuns são hiro, kanji e os *barcodes*, ilustrados na Figura 9.

Figura 9. Marcadores usados no A-frame: hiro, kanji e *barcode* #20.
Fonte: Autores.

Os alunos podem acessar de seus dispositivos a página web, visualizam os marcadores programados impressos e os respectivos objetos programados em RV aparecem nas telas dos dispositivos em RA. O marcador hiro foi usado para a visualização em RA do octaedro truncado. A estrutura de suas *tags* está entre as linhas 9 e 14 da Figura 8. Nestas *tags*, *a-entity* serve para agrupar os elementos do poliedro, posicioná-lo sobre o marcador e usar escalas. A *tag* link (linha 10) cria a interação para acesso das páginas programadas em RV através de círculos azuis que aparecem sobre os marcadores. O marcador kanji foi usado para mostrar o icosaedro truncado em RA, com as *tags* entre as linhas 15 e 20 da Figura 8. A Figura 10 mostra os dois poliedros de Arquimedes em RA.

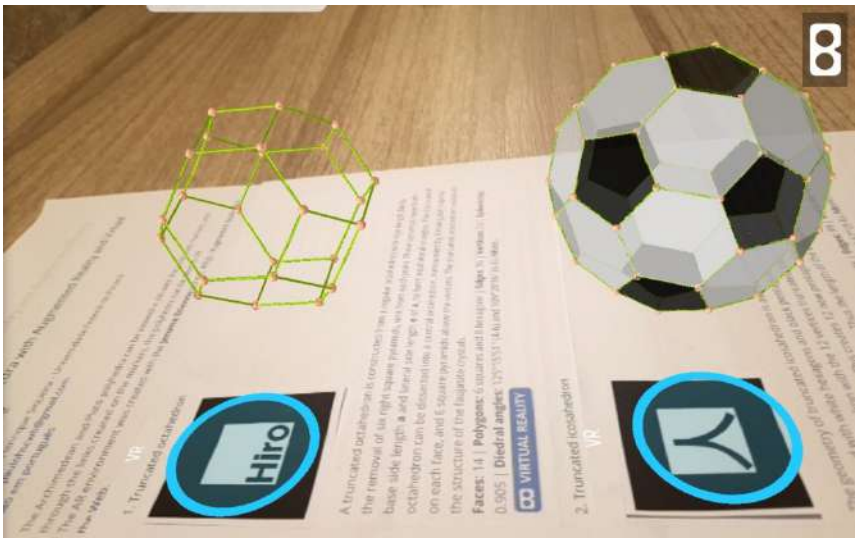


Figura 10. Visualização do octaedro truncado e do icosaedro truncado em RA com A-frame.
Fonte: Autor.

A página desenvolvida em RA possui todos os links para visualizações dos sólidos em RV mostrados neste trabalho e encontra-se disponível em: https://paulohscwb.github.io/polyhedra/

5 Conclusões

Este trabalho mostra um sistema baseado em web para visualização de poliedros de Arquimedes em Realidade Virtual e Realidade Aumentada. Através da visualização de marcadores impressos, os alunos podem visualizar os sólidos em RA em qualquer dispositivo com webcam e acesso à internet, com links para as visualizações em RV.

A metodologia usada neste trabalho propõe o uso de simetrias, translações e rotações para o posicionamento correto de cada face dos poliedros. Desta forma, a renderização de cada poliedro é otimizada ao usar as hierarquias da programação da página web, facilitando a programação de vários poliedros em uma mesma página. O resultado mostra que se trata de uma ferramenta útil para uso em sala de aula, pois permite que os alunos visualizem e manipulem as representações gráficas dos poliedros em seus dispositivos ou que usem os óculos de Realidade Virtual para imersão completa na cena.

O ambiente programado pode ser explorado em aulas de Geometria, auxiliando na compreensão dos elementos dos poliedros ou em tópicos como cálculos de áreas e volumes, relação de Euler, seções planas ou simplesmente na visualização de cada sólido modelado. Os poliedros de Platão e os poliedros duais também podem ser explorados em um ambiente similar ao proposto neste trabalho.

Todos os elementos dos poliedros podem ser visualizados em RA e RV e os alunos podem movimentar a câmera da cena para encontrarem os melhores pontos de vista dos sólidos em RV com ferramentas desenvolvidas para o A-frame para orbitar a câmera em torno dos objetos.

As ferramentas de programação de páginas de web mostradas neste trabalho são simples e intuitivas, e podem ser usadas em salas de aula com materiais impressos. Os alunos acessam o site programado em RA, visualizam os sólidos com seus respectivos marcadores impressos e podem interagir com os poliedros programados em RV. Desta forma, os alunos podem explorar os conceitos geométricos envolvidos de forma mais eficiente e dinâmica.

Algumas vantagens da criação de ambientes de RA e RV como páginas da web para uso em sala de aula são a praticidade, baixo custo, ótimo desempenho, a simplicidade de programação e o funcionamento em todos os tipos de smartphones e tablets. Outra vantagem desta ferramenta é o carregamento quase que imediato do site, pois é construído em HTML com referências de bibliotecas de RV desenvolvidas em Java. Os alunos não precisam fazer download de aplicativos e diversos marcadores podem ser usados em uma mesma página de HTML, que permitem a criação de materiais didáticos com diversos temas programados em RA e RV. Esta ferramenta pode ser usada em outras disciplinas, tais como Cálculo Diferencial e Integral, Estatística, Biologia, Química, Física, Engenharia e outras áreas que utilizam representações gráficas em 3D.

Referências

ABDULLAH, F., KASSIM, M. H. B., SANUSI, A. N. Z. **Go virtual: exploring augmented reality application in representation of steel architectural construction for the enhancement of architecture education**. Advanced Science Letters, v. 23, n. 2, p. 804-808, fev. 2017.

A-FRAME. **A-frame documentation of Virtual Reality.** Disponível em: **<**https://aframe. io/docs/0.8.0/introduction>. Acesso em: 20 fev. 2019.

ANDRADE, C. B., SANTOS, J. C. B., MOURA, V. C. S. **Comparação entre os métodos de ensino aprendizagem, com e sem a utilização de materiais manipuláveis**. Revista Científica Doctum: Educação, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2017.

ATTARDI, S. M., ROGERS, K. A. **Design and implementation of an online systemic human anatomy course with laboratory**. Anatomical sciences education, v. 8, n. 1, p. 53-62, jun. 2014.

BASNIAK, M. I., LIZIERO, A. R. **A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos**. Revista Observatório, v. 3., n. 4, p. 445-466, jul. 2017.

CANTOS, L. A., IZQUIERDO, J. L., CANTOS, E. C. **Interactive multimedia application for teaching and learning in Analytical Geometry.** IEEE Latin America Transactions, v. 14, n. 7, p. 3461-3466, out. 2016.

CASAS, L., ESTOP, E. **Virtual and printed 3D models for teaching crystal symmetry and point groups**. Journal of Chemical Education, v. 92, n. 8, p. 1338-1343, 2015.

CERRA, P. P. et al. **Combining multimedia and self-assessment CAD tools in an interactive web environment to learn engineering drawing**. Interactive Learning Environments, v. 27, n. 2, p. 1-14, set. 2018.

CHEN, P. et al. **A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016**. In: POPESCU, E. et al. (Org.). Innovations in Smart Learning, Lecture Notes in Educational Technology. Singapore: Springer-Verlag, 2017, p. 13-18.

COXETER, H. S. M. **Regular Polytopes**,New York: Dover, 1973.

ETIENNE, J. **Efficient Augmented Reality for the Web. Disponível em:** <https://github. com/jeromeetienne/AR.js>. Acesso em 20 fev. 2019.

GONZÁLEZ, N. A. A. **Development of spatial skills with virtual reality and augmented reality.** International Journal on Interactive Design and Manufacturing, v. 12, n. 1, p. 133-144, mar. 2017.

HULEIHIL, M. **3D printing technology as innovative tool for math and geometry teaching applications**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 164, n. 1, p. 1-7, 2017.

ISHII, H. **Augmented Reality: Fundamentals and Nuclear Related Applications**. International Journal of Nuclear Safety and simulation, v. 1, n. 1, dez. 2010.

KAMPHUIS, C. et al. **Augmented reality in medical education**. Perspectives on Medical Education, v. 3, n. 4, p. 300-311, jan. 2014.

KIRNER, C., KIRNER, T. G. **Development of an interactive artifact for cognitive rehabilitation based on augmented reality.** In: International Conference on Virtual Rehabilitation, 2011, Zurich: IEEE, p. 1-7.

McMENAMIN, P. G. et al. **The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology**. Anatomical sciences education, v. 7, n. 6, p. 479-486, jun. 2014.

MORO, C. et al. **The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy.** Anatomical sciences education, v. 10, n. 6, p. 549–559, abr. 2017.

MUNOZ-CRISTÓBAL, J. A. et al. **Game of Blazons: Helping Teachers Conduct Learning Situations That Integrate Web Tools and Multiple Types of Augmented Reality**. IEEE Transactions on learning technologies, v. 11, n. 4, p. 506-519, out. 2018.

NGO, K. **Orbit controls for A-Frame**. Disponível em: <https://github.com/supermedium/ superframe/tree/master/components/orbit-controls>. Acesso em: 20 fev. 2019.

OLIVEIRA, J. R. **Visualização de conteúdos multimédia num ambiente de realidade virtual**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2018.

WEISSTEIN, E. W. **Archimedean Solid**. **MathWorld--A Wolfram Web Resource**. Disponível em: <http://mathworld.wolfram.com/ArchimedeanSolid.html>. Acesso em 20 fev. 2019.

RIO 2019
GRAPHICA

RESUMO EXPANDIDO

ENSINO:

Educação gráfica na formação contemporânea

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

MULTIPLICIDADE DO OLHAR: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA EM PROGRAMA DE MODELAGEM DIGITAL

BARBOSA, Maria Cecília da Silva[1],
GANI, Danusa Chini[2]

Resumo

Neste pôster apresentamos um resultado do projeto de pesquisa que vem sendo desenvolvido no Programa Pós-Graduação em arquitetura da UFRJ (PROARQ). Elaborado com o objetivo de buscar estratégias de ensino da representação gráfica, procura evidenciar o conhecimento geométrico e as tecnologias digitais. O presente experimento trata da investigação e análise de obras do artista cearense Sérvulo Esmeraldo, que são examinadas sob a ótica da geometria. Primeiro, faz-se a decomposição do objeto em diferentes elementos geométricos e elabora-se um roteiro construtivo para cada situação. Em seguida, as obras são desenhadas em um programa de modelagem 3D. Complementando o estudo, alteram-se alguns parâmetros do roteiro a fim de gerar novos objetos.

Palavras-chave: representação gráfica; educação gráfica; educação do olhar.

Abstract

In this poster we present a result of the research project that has been developing in Post-graduation Program in architecture of the UFRJ (PROARQ). Elaborated with the aim of searching strategies for teaching graphic representation, it seeks to put in evidence both geometric knowledge and digital technologies. The present experiment deals with the investigation and analysis of the works from a Brasilian artist, Sérvulo Esmeraldo, which are examined from a geometric point of view. First, the object is decomposed into different geometric elements and a constructive script is made for each situation. Then the works of art are drawn in a 3D modeling software. Complementing the study, some parameters of the script are modified generating new objects.

Keywords: graphic representation; graphic education; teaching observation.

[1] EBA_UFRJ; ceciliabs.click@gmail.com
[2] EBA _UFRJ; PROARQ _ UFRJ, dcgani@ufrj.br

1 Introdução

Este resumo revela a experiência vivenciada por uma aluna do 8º período do curso de Licenciatura em Educação Artística – Desenho, da Escola de Belas Artes, da UFRJ[3]. O estudo se vincula ao projeto de pesquisa do PROARQ[4].

O projeto tem a premissa de que a mudança que vem ocorrendo nas práticas de documentação de uma ideia inviabiliza a escolha de uma técnica única a ser ensinada aos alunos da área da representação gráfica. Isto porque ela pode se tornar obsoleta em um curto espaço de tempo. Por outro lado, o modo de pensar geometricamente um objeto, se aplica a qualquer técnica e merece consideração. Portanto, é a preocupação com o desenvolvimento do pensamento geométrico que fundamenta esta pesquisa. Cientes de que o ensino da geometria nas nossas escolas não enfatiza, em geral, a prática das construções de figuras, procuramos levar o nosso estudante a perceber os entes abstratos de um objeto (pontos, linhas, superfícies), suas respectivas relações de pertinência e proporção, seus deslocamentos (transformações), entre outros atributos. O objetivo essencial da proposta é orientar o aluno a fazer uso do pensamento geométrico em lugar do ensaio e erro que é, comumente, aplicado por aqueles que utilizam os recursos digitais.

O método se baseia na noção de mundos projetuais de Mitchell (2008) e na técnica de resolução de problemas de Polya (1995). O primeiro enuncia que as possibilidades formais de um objeto se definem a partir de unidades primitivas e de regras que regem suas relações. O segundo estabelece quatro fases que devem ser seguidas a fim de alcançar uma solução: (1) compreender o problema de diversos modos; (2) criar um plano de ação baseado em problemas semelhantes; (3) executar o plano verificando cada passo; (4) reavaliar o processo buscando sua aplicação em novos problemas[5].

A orientação inicial, para este estudo, foi para que a aluna elaborasse representações de uma escultura (figura 1) fazendo uso de um ou mais programas de modelagem 3D. Ela deveria olhar para o objeto considerando diferentes unidades primitivas (segmentos de reta, figuras planas, sólidos) e definir as transformações pontuais sofridas por esses elementos (rotação, translação, reflexão), com base no conhecimento geométrico por ela adquirido nas disciplinas da graduação, como Teoria do Desenho Geométrico 2.

Figura 1 – Imagem da escultura a ser representada.
Fonte: Sérvulo Esmeraldo 'Untitled' (Sem título). Acessado em janeiro de 2019. (Disponível em: https://www.flickr.com/photos/hanneorla/6046830197/in/photostream/)

[3] Sigla para Universidade Federal do Rio de Janeiro.
[4] Sigla para Programa de Pós-graduação em Arquitetura da UFRJ.
[5] Para maiores informações a respeito da proposta ver GANI; DIAS, 2018.

2 Desenvolvimento do Trabalho

A partir da proposta inicial foi feito um esboço a mão livre, em uma folha de papel, e em seguida a representação da obra no programa *SketchUp* 2017, empregando o mesmo princípio: desenhar um prisma para definir as arestas do objeto.

A tarefa seguinte foi a de construir a mesma obra por outros caminhos. A sugestão dada foi a de identificar, separadamente, arestas (linhas), faces (figuras planas) e sólidos, observando os movimentos destes elementos (transformações pontuais: rotação, translação, etc.) para obter o objeto.

Pensando nas arestas, foram destacadas três linhas principais para ser elaborado um roteiro construtivo. Em seguida, houve a substituição do segmento de reta por um segmento poligonal. Com isso, o novo elemento foi aplicado no mesmo roteiro gerando um objeto diferenciado (figura 2). Nas faces da escultura foram identificados triângulos e seus respectivos deslocamentos, formadores da obra. Trocando a face triangular por um hexágono regular e repetindo os mesmos movimentos, gerou-se outro objeto. Finalmente, observando corpos tridimensionais, percebeu-se que a obra era composta de tetraedros congruentes refletidos. No lugar do tetraedro foi colocado um prisma oblíquo resultando em um novo sólido (figura 3).

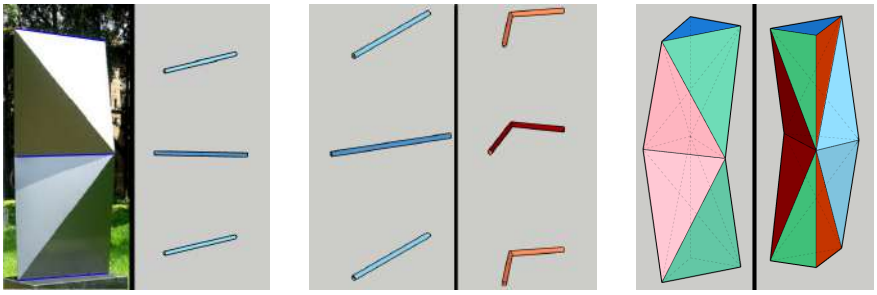


Figura 2 - As linhas principais do objeto inicial, mudança da linha e objeto gerado.
Fonte: Elaborado pela autora

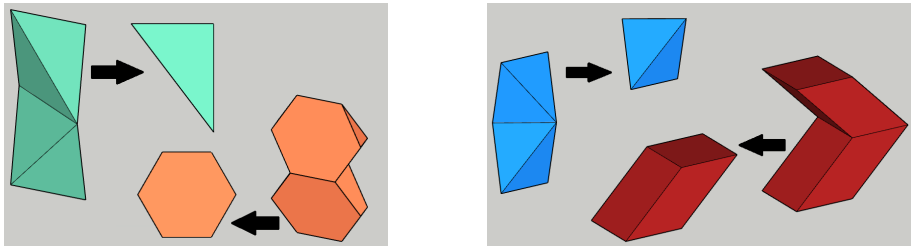


Figura 3 – Representação do objeto gerado a partir da análise das faces e dos sólidos.
Fonte: Elaborado pela autora

Nota-se que neste primeiro experimento, foi possível produzir novos objetos, a partir da simples modificação do elemento geométrico gerador do objeto (linha, figura plana, sólido).

A próxima etapa era fazer o mesmo processo em outros programas de modelagem 3D e repetir o exercício com novos objetos. Nesse momento decidimos trabalhar com o mesmo artista, pois houve interesse em conhecer melhor o seu trabalho. Resolvemos, também, utilizar um único programa gráfico por já ser conhecido e de fácil instalação. Assim, foram escolhidas mais duas obras para a investigação: “Quadrados” (1985) e “Torção Cônica: tridimensional” (2015).

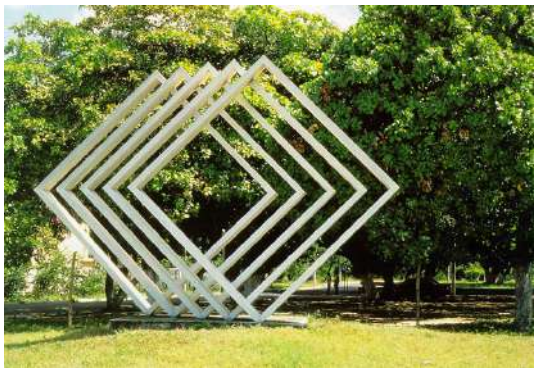


Figura 4 – Obra “Quadrados”.
Fonte: Quadrados: | Enciclopédia Itaú Cultural. Consultado em 21/01/2019. (Disponível em: http://enciclopedia.itaucultural.org.br/obra14861/quadrados)

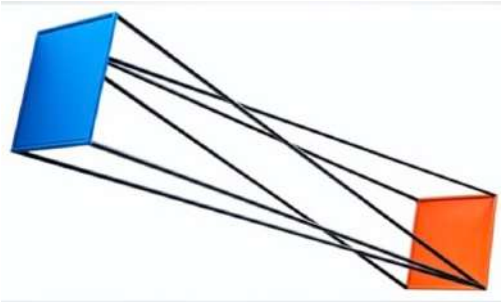


Figura 5 – Obra “Torção Cônica: tridimensional”.
Fonte: Torção cônica tridimensional. Consultado em 21/01/2019. (Disponível em: http://www.art-net.com/artists/servulo-esmeraldo/tor%C3%A7%C3%A3o-c%C3%B4nica-tridimensional-a-HKueeeV-j4N4PVVf6vY4_1Q2)

Tendo feito as devidas análises das obras apresentamos, a seguir, alguns resultados. Na obra “Quadrados”, substituímos o elemento inicial mantendo o deslocamento. Em seguida, alteramos também as transformações pontuais, possibilitando maior diversidade nos efeitos.

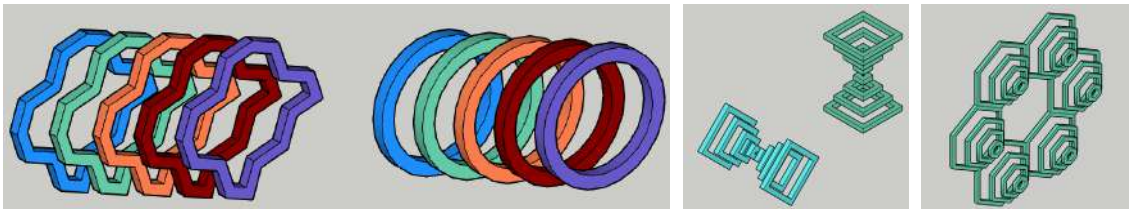


Figura 6 – Retrospectos obtidos a partir da análise da obra “Quadrados”.
Fonte: Elaborado pela autora

Na obra “Torção Cônica: tridimensional”, alteramos inicialmente a única face presente no objeto, mantendo o seu roteiro de construção. Em seguida, visualizamos a presença de sólidos, preenchendo os espaços internos com faces.

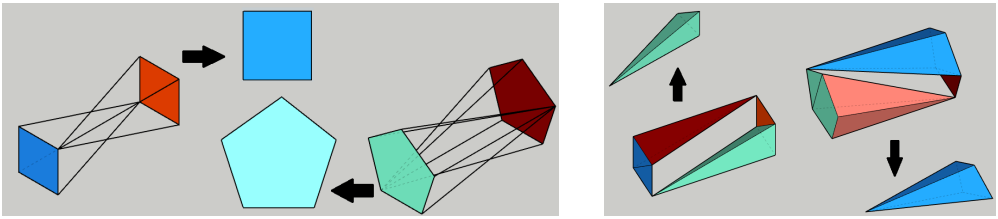


Figura 7 – Retrospectos obtidos a partir da análise da obra “Torção Cônica”.
Fonte: Elaborado pela autora

3 Conclusão

Neste experimento buscou-se aplicar o conhecimento de geometria, adquirido em algumas disciplinas do curso de Licenciatura, na resolução de um problema de representação gráfica. Percebeu-se que, dependendo do contexto, diferentes roteiros podem ser elaborados para a confecção de um objeto e que os recursos e estratégias se modificam em função do ambiente: no papel utilizam-se linhas traçadas com o lápis e no programa de modelagem as ferramentas proporcionam faces planas.

Foi surpreendente distinguir as diferentes maneiras de se obter um objeto tridimensional, tendo como base o pensamento geométrico descrito nas três primeiras etapas de Polya. Ao praticarmos a 4ª fase do método, considerando as diferentes unidades primitivas (linha, figura, sólido), obtivemos novos objetos que, colocados lado a lado, não parecem provenientes de uma mesma figura (figura 8).

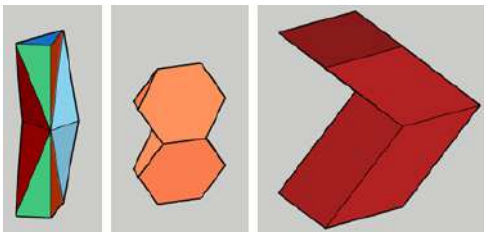


Figura 8 – Retrospectos obtidos a partir da análise da obra “Sem título”.
Fonte: Elaborado pela autora

Referências

GANI, D.C.; DIAS, M.A. **Olhares Diversos: uma prática de análise da forma construída.** Revista Educação Gráfica, Bauru, v.22, n.3, p.31 – 43, dez. 2018.

MITCHELL, W. J. **A Lógica da Arquitetura**. Trad. Gabriela Celani. Campinas: Unicamp, 2008

POLYA, G. **A arte de resolver problemas.** 2ª reimpressão. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

PRÁTICAS PARA VISUALIZAÇÃO EM DESENHO TÉCNICO: AULAS INTRODUTÓRIAS DE DESENHO TÉCNICO

BRAVO, George[1]

Resumo

O trabalho com jovens de 14 a 17 anos nas aulas de Desenho técnico tem como foco desenvolver a visualização e a representação. Nosso objetivo foi trabalhar com experiências que auxiliassem na compreensão de conceitos da geometria. As aulas favoreceram um ambiente colaborativo resultando em uma apreensão maior dos temas trabalhados. Apresentamos algumas práticas que não tem intenção de ser modelo, mas um ponto de partida para um debate sobre o processo ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: visualização; geometria; desenho técnico.

Abstract

The focus of the work with 14 to 17 years old students in technical drawing classes is to develop visualization and representation. Our goal was to work with experiences that assisted with the comprehension of concepts of geometry. The collaborative environment developed during the classes resulted in a better apprehension of the themes worked. The practices we presented did not intend to be a model, but a starting point for a debate about the teaching learning process.

Keywords: visualization; geometry; technical drawing.

[1] FAETEC, georgebravo.br@gmail.com

1 Introdução

O trabalho com alunos de uma escola técnica de ensino médio na disciplina desenho técnico precisa quebrar o paradigma de que para realizar um desenho é necessária uma habilidade natural. A primeira dificuldade sentida pelos estudantes é provocada pelo pensamento de não conseguir realizar os trabalhos por não saber desenhar. É necessário favorecer práticas para desenvolver o raciocínio espacial dos alunos e sua forma de expressão.

Aliado à Geometria Descritiva, trabalhamos tópicos do Desenho Geométrico na prática voltada para o desenho técnico, ou seja, revisitamos conceitos trabalhados no ensino fundamental I e II. É importante observar o aumento da qualidade do trabalho dos professores dos outros níveis de escolaridade da Educação Básica, a cada ano observamos como os alunos chegam melhores preparados no Ensino Médio.

Kallef (2015) destaca a importância do trabalho com a visualização nas séries do ensino fundamental associando a observação para a elaboração dos conceitos básicos em desenho geométrico. Este trabalho importante na Educação básica, desenvolvido no âmbito do Laboratório de Ensino de Geometria da Universidade Federal Fluminense, realiza práticas onde são abordados temas que aplicam conceitos de noção espacial e representação necessários para diferentes áreas profissionais, aparentemente sem ligação com a geometria, mas dependentes de seus conceitos para embasamento de suas aplicações.

Bairral, Settimy e Honorato (2013) descrevem a aplicação de um trabalho no qual há uma associação entre modelos tridimensionais, cubos de acrílico a serem preenchidos com água e o aplicativo GeoGebra para compreensão das seções de um cubo. Neste trabalho podemos perceber que os softwares ou aplicativos não dão conta da visualização como processo. Há uma complementação entre os dois como experiências distintas complementares.

Práticas, mais diretamente ligadas ao Desenho Técnico, encontramos em Falcão (2015) que detalha a importância da representação em perspectiva para o aprimoramento da representação espacial. Teixeira (2016) aponta o trabalho com desenho isométrico para entendimento das vistas auxiliares para compreensão do volume de um sólido. Em uma pesquisa também aplicada em uma escola de Ensino Médio, os autores Pacheco e Otte (2018) observaram as dificuldades enfrentadas com a visualização e a representação das formas na disciplina Desenho Técnico.

Algumas das práticas proporcionadas em sala de aula são apresentadas aqui como parte de um processo de pesquisa iniciado na dissertação para mestrado (OLIVEIRA, 2016), aos poucos ampliada e desmembrada em outros trabalhos com foco no desenvolvimento da visualização e o entendimento da representação para desenho técnico. Neste pôster buscamos o desenvolvimento de ações sem depender de grandes recursos de investimento, ações proporcionadoras da prática em ver e observar para poder representar. Criar referências para serem evocadas, um caminho entre experiências vividas e memórias recuperadas com imagens mentais (DAMÁSIO, 2018).

2 Percurso e prática

Foi no decorrer do Mestrado quando tivemos a ideia de elaborar um dispositivo para funcionar como prótese do olhar e pudesse ser um auxílio na interpretação de como passar do

modelo para as vistas ortográficas, bidimensionais. O emprego de câmeras de segurança foi o equipamento mais próximo de nossa intenção. Por ocupar pouco espaço e favorecer uma imagem simultânea e imediata do objeto produzindo a épura do objeto em questão.

A metodologia utilizada neste processo foi a *Design Based Research* (DBR), traduzida como pesquisa de Desenvolvimento. A DBR é um processo constituído por ciclos de: projeto, aplicação, análise e redesenho; a cada nova aplicação é feita uma releitura dos procedimentos adotados anteriormente. Com a carga horária distribuída por 6 turmas, o professor tem a chance de rever sua dinâmica para cada tema e adequá-la a um novo grupo; se preocupar com as particularidades de cada grupo e não repetir as aulas como um padrão de ensino. A forma da sala de aula, a maneira de abordar o mesmo tema são passíveis de alteração para atingir o objetivo de uma prática que envolva o grupo

A compreensão da teoria se enriquece a partir da observação da prática, ensinar a ver depende do direcionamento do olhar, da educação visual. A representação, seja gráfica ou mental, é compreendida pela experiência de como ver para depois passar a etapa de como representar.

2.1 Estudo de escala para representação

Para prática da visualização da escala foi escolhido o aplicativo Google Maps. Prevendo problemas com conexão ou acesso ao aplicativo com uso do celular optou-se também por usar imagens impressas dos setores dos mapas escolhidos e o compartilhamento da imagem do computador via projetor. O trecho escolhido foi do entorno da escola, do seu portão principal até um quiosque conhecido para lanches, Batata de Marechal. Para a representação gráfica, interessa é a dimensão do trajeto entre o quiosque. O aplicativo disponibiliza a escala gráfica da imagem em tela e quando o percurso é definido estima a dimensão e o tempo de acordo com o meio escolhido (Figura 1). A partir da análise desse trajeto foram elaborados outros mapas evocados levando em consideração o tempo semelhante ao dito pelo aplicativo.

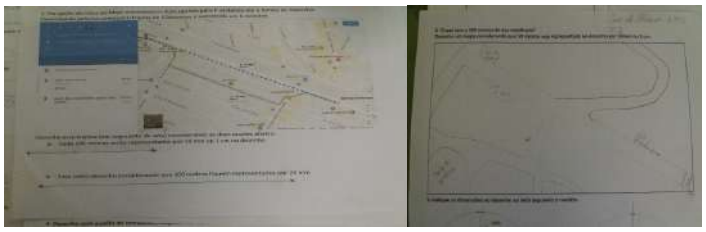


Figura 1 – Aplicativo Google Maps para estudo de Escala
Fonte: Acervo do autor

2.2 Divisão de segmentos

A observação que Tales de Mileto fez ao enunciar seu teorema foi de certa forma reproduzida para a observação da proporcionalidade entre os segmentos do objeto e de sua sombra projetada. Uma experiência com a projeção provocada pela luz de uma lanterna e a sombra à luz do sol (Figura 2). Assim, além das ilustrações já vistas em livros didáticos, poder observar a própria sombra e a relação entre as alturas dos estudantes mais altos e os mais baixos, ajuda a entender como a solução gráfica será aplicada na resolução dos problemas envolvendo divisão de segmentos de reta.

Figura 2 – Modelos sob a luz do sol, observando a proporcionalidade das sombras
Fonte: Acervo do autor

2.3 Observação da perspectiva

Para entender como a nosso aparelho visual funciona - nossa visão é cônica devido à convergência da luz refletida e a sensibilização da retina - aplicamos a etimologia da palavra perspectiva, ou seja, ver através de um plano (MONTENEGRO, 1987). O desenho feito em uma folha de acetato (Figura 3) ajuda a compreender os planos de projeção e como se dá a transformação de um modelo tridimensional para um desenho bidimensional.

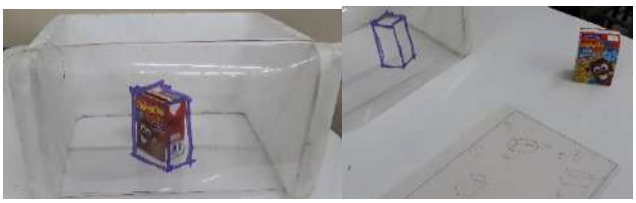


Figura 3 – Observação da perspectiva, visão através do plano
Fonte: Acervo do autor

2.4 Vistas com auxílio de Câmeras

O dispositivo utilizando câmeras de segurança foi desenvolvido no processo da dissertação de Mestrado (OLIVEIRA, 2016) com objetivo de facilitar a visualização das vistas ortográficas de um objeto no primeiro diedro. A tela projetada reproduz a Épura de um modelo que está sendo observado por três câmeras, sendo possível compreender as relações de correspondência e alinhamentos das vistas principais do objeto (Figura 4).

Figura 4 – Sala de aula da Escola Técnica. Observação do modelo na Épura do primeiro diedro
Fonte: Acervo do autor

3 Conclusão

Aprender a visualizar compreende a percepção do entorno e das relações que o objeto observado tem com o corpo, antes do registro no papel há de construir uma imagem mental a partir das imagens que podem ser evocadas. A vivência educa o olhar. Saber ver, o que ver é o primeiro passo para decidir o que representar e qual o modo para fazer.

Não é apenas com uma aula, não é com um experimento que se aprende a visualizar, a intenção das práticas apresentadas é provocar a criação de um espírito de pesquisador-observador nos alunos, incrementar o estudo da representação gráfica com experiências que permitam aos estudantes criar novas memórias e comparar as imagens e recordações de cada um. O processo de visualização é contínuo e necessita ser desenvolvido a partir de experiências diferentes para atingir a todos os alunos.

Referências

BAIRRAL, Marcelo; SETTIMY, Thais; HONORATO, Vinicius. Secionando um cubo: o que fazer se três pontos não determinarem um plano? **Revista Paranaense de Educação Matemática**. V.2 nº2 p.180-202.

DAMÁSIO, Antonio. **A estranha ordem das coisas**: As origens biológicas dos sentimentos e da cultura. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

FALCÃO, André Gonzaga. **GEOMETRIA E PERSPECTIVA NO ENSINO DA ARQUITECTURA**: Proposta de um exercício didático transversal. Dissertação (Mestrado em Desenho) Faculdade de Belas Artes Universidade de Lisboa, 2015

KALLEF, Ana Maria Martenen Roland. Formas, padrões, visualização e ilusão de ótica no ensino da geometria. **VIDYA**, v. 35, n. 2, p. 75-91, 2015

MONTENEGRO, Gildo. A perspectiva dos profissionais. São Paulo: E. Blucher, 1987

OLIVEIRA, George William Bravo de. **Épura ao vídeo:** desenvolvimento e uso de um aplicativo para o trabalho com geometria descritiva. Dissertação (Mestrado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares). Seropédica, PPGEduc / UFRRJ, 2016.

PACHECO, Luiz Henrique Neves; OTTE, Janete. Integração Entre as Disciplinas de Desenho Técnico I e Informática Básica Auxiliado por Software Gráfico em Curso Técnico. **Revista Thema**. V.15, nº4 p.1351-1361

TEIXEIRA, Fábio Gonçalves. Perspectivas axonométricas e vistas principais no ensino de geometria descritiva. **Revista Educação Gráfica**. V.02 nº2 p.289-302

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENHO: CONTEXTUALIZADO E CONTEXTUALIZANDO

SANTOS, Guacira Macêdo dos[1]

Resumo

Para contextualizar os conceitos de Desenho, procuro no universo de conhecimentos de outras áreas, elementos que ilustrem a utilização da disciplina. Nessa busca me deparei com a matéria: “Ex-ginastas da seleção se preparam para disputar o Brasileiro com medalhistas olímpicos”, (CRISTINE, 2019). Ex-ginastas se uniram no projeto intitulado “Eles voltaram” para competir com consagrados nomes da ginástica masculina do Brasil. Já me chamava à atenção o caráter simétrico e a amplitude de movimentos, porém ficava curiosa com os parâmetros dos juízes para definirem as pontuações. Sendo assim, fui buscar os regulamentos e normas para os torneios, que surpreendentemente contém elementos geométricos básicos e, movimentos de algumas das transformações pontuais do currículo ministrado no Colégio Pedro II. Não somente a disciplina de Desenho pode ser contextualizada pelo esporte como pode e deve contextualizar outras disciplinas, formando um espectador consciente do espetáculo que assiste, como também contribuindo no despertar de novos talentos.
Palavras-chave: Contextualização; Desenho; Esporte.

Abstract

To contextualize the concepts of drawing, I generally search other areas of knowledge, for elements that illustrate the use of this discipline. In this quest, I came across with the article titled: “Ex-ginastas da seleção se preparam para disputar o Brasileiro com medalhistas olímpicos”, (CRISTINE, 2019; *in Portuguese*). In this work, known as “they came back”, a group of ex-gymnasts have teamed up to compete against established names of the Brazilian men’s gymnastics. While the symmetrical character and range of motion of this sport have already called my attention, I was also curious about the judges ‘ parameters to define the scores. So, I picked up the regulations for the tournaments, which surprisingly contains basic geometric elements, and some of the movements and transformations taught in the curriculum of discipline of drawing taught at the Colegio Pedro II. Not only can the discipline of drawing be contextualized by sport in general, but as other disciplines as well, permitting the spectator be aware of the show he/she is watching, as well as allowing to contribute to the wake of a new talent.
Keywords: Contextualization; Drawing; Sport.

[1] Colégio Pedro II - guacirasantos@uol.com.br

1 Motivação

Sediamos uma das competições mais importantes do planeta onde entramos em contato com as mais diversas modalidades competitivas. Mas o que entendemos da avaliação realizada pelos jurados quando se trata das ginásticas artísticas? Nada, ou quase nada!

2 Contexto

Ao pesquisar elementos para contextualizar conteúdos da disciplina de Desenho, me deparei com uma matéria sobre ex-ginastas que resolveram desenvolver um projeto para voltarem a competir. Com questões sobre os parâmetros utilizados pelos juízes em competições teriam esses movimentos elementos geométricos como os descritos por um teórico da dança, Laban (1879 a 1958). Ele considerou que:

> [...] podemos descrever o ponto exato no qual um movimento começa; da mesma maneira, podemos definir o ponto a qual conduz um movimento ou aonde chega. A união desses dois pontos é a "trajetória" pela qual se desloca com movimento. (LABAN, 1990, p. 85)

Parafraseando Brasil que em sua tese de mestrado questiona: "Como olhar a dança e ver sua geometria? Ver as linhas traçadas pelos movimentos de pontos que percorrem caminhos? Onde se iniciam e aonde chegam? O que determina esses percursos?" (BRASIL, 2016, p.20), vi as mesmas questões atribuídas aos movimentos de ginastas nas competições. Quando Laban fala de trajetória observamos as configurações: linhas retas, curvas e suas combinações: nos pontos e nos seus deslocamentos, passíveis no movimento dos bailarinos da dança a partir de uma visão geométrica do espaço cênico e do espaço do corpo.

No Código de Pontos ou código de pontuação**,** nome dado, na ginástica artística, ao sistema de avaliação usado pela Federação Internacional de Ginástica (FIG) achei o mesmo modelo geométrico para orientar os juízes e definirem parte das suas pontuações nas considerações de Oliveira e Bortoleto ao longo de algumas olimpíadas. Naturalmente nem tudo no código da (FIG) corresponde as transformações pontuais, amplitudes de ângulos, simetria ou outros elementos do Desenho Geométricos, como no exemplo a segir cuja FIG em 2001, adotou da simbologia, na representação dos movimentos (Tabela 1), para melhorar a comunicação, quebrando as barreiras da linguagem tradicional e assegurando uma avaliação justa.

Tabela 1 - Exemplos da simbologia dos elementos da GA masculina.

Elementos	Símbolos
Estrela	
Rodante	
Flic Flac	
Reversão	
Mortal para frente	
Mortal para trás	

Fonte: Federação Internacional de Ginástica (2009, p. 142).

Sob este código são muitas as ginásticas, que por sua vez, estão presentes desde a primeira Olimpíada da Era Moderna, ou seja, 1896, enquanto modalidade artística. E desde

então o código já precisou ser atualizado e algumas dessas mudanças ocorrem no término do ciclo olímpico, no intervalo de quatro anos. Seguramente, os técnicos e demais envolvidos encontram dificuldades com as frequentes mudanças frente à subjetividade e ambiguidade de algumas regras contidas no código de pontos como já foi exposto por Fink (1993). Mas o que não muda? O Desenho e suas relações geométricas no espaço.

Exemplo: mortal twist grupado e mortal twist carpado. Apesar de serem elementos diferentes (com estrutura similar), não poderiam ser executados numa mesma série para a contagem da nota de partida (Figura 1). Como identificar similaridades e diferenças? Através de desenhos e símbolos como já foi exposto.

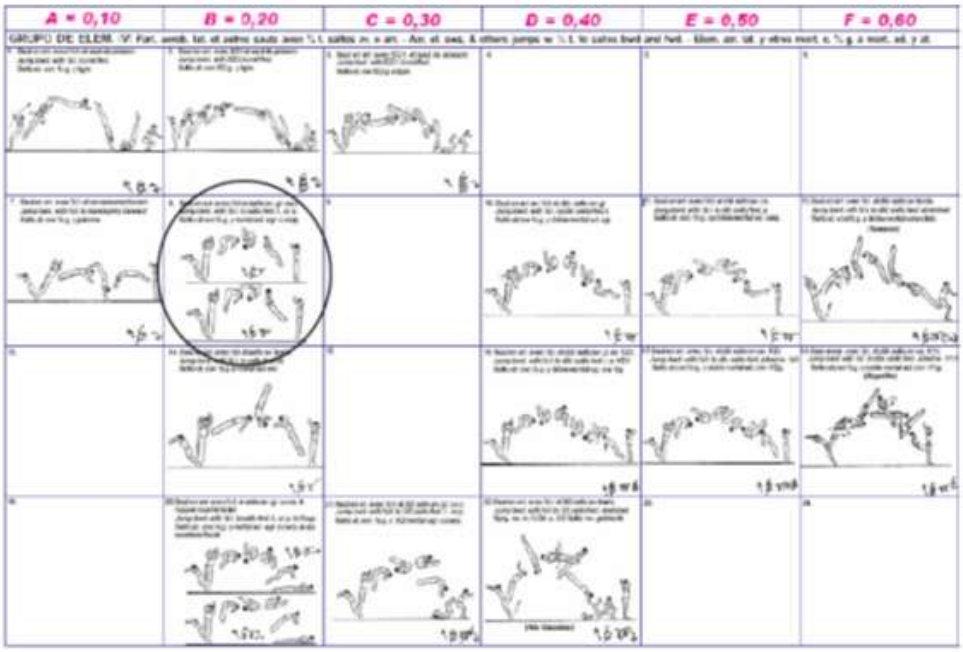


Figura 1 - Exemplo da ordenação dos elementos em quadrantes no código de pontos (Detalhe). Em destaque, os elementos twist grupado e carpado.

Destaque para o movimento e toda a plasticidade do ginasta Kenzo Shirai do Japão. Reconhecemos nessa sequencia de fotos elementos do Desenho Geométrico: como o meio giro inserido nas transformações pontuais, considerando-se a amplitude e a simetria. (Figura 2)

Figura 2: Kenzo Shirai – Ginástica Artística – Antuérpia (Bélgica). Fonte: Ginástica de Santa Catarina

Os elemento do Desenho também estão presentes no aperfeiçoamento dos treinos dos atletas. Por exemplo, na execução do crucifixo (Figura 3), um dos movimentos do aparelho chamado argolas, o ex-ginasta, Paulo Carrara efetuou pesquisas para facilitar muitos dos atletas a ficar em um ângulo mais próximo a 90 graus nos treinamentos para a realização do movimento. Como educador físico, Carrara, buscou verificar se a utilização de uma fita durante os treinos auxiliava, mais ou menos, para que os ombros que precisam ficar com exatos 90 graus em relação ao tronco permanecendo o mais imóvel possível.

Figura: 3 - Modelo de empunhadura com auxílio da fita durante o crucifixo nas argolas de treino.

Arthur Zanetti (Figura 4), nosso medalhista de ouro nos Jogos de Londres, em 2012, além do Campeonato Mundial em 2013 e o vice-campeonato em 2011 e em 2014, entre outras conquistas, foi o grande executor do crucifixo (também chamado de cruz ou cristo) na modalidade das argolas dada sua tamanha perfeição. Mas para chegar a esse nível é preciso muito treinamento.

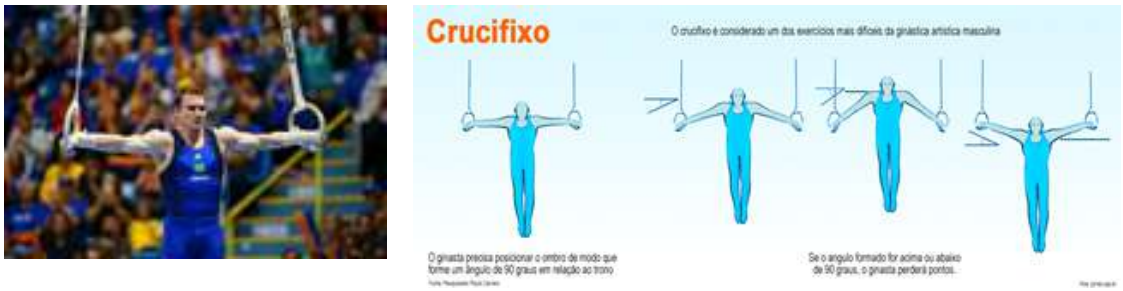


Figura 4: Arthur Zanetti, durante Copa do Mundo de Ginástica Artística no Ginásio do Ibirapuera, em maio de 2015 na execução do crucifixo – Foto: Paulo Pinto/Fotos Públicas.

Como se trata exatamente esse movimento? E mais uma vez o Desenho vem auxiliar a compreensão dessa particularidade no movimento das argolas.

Carrara fala sobre esse assunto em sua tese de doutorado pela Escola de Educação Física e Esporte (EEFE) da USP onde a escassez de estudos específicos sobre esta temática e o alto desempenho de Zanetti, que executam o crucifixo com perfeição sem o uso da fita aumentaram os questionamentos.

Dois cabos paralelos pendurados. Na ponta de cada um deles, uma argola. Mãos firmes as seguram e, entre vários movimentos, o ginasta deve ficar suspenso no ar, com os braços estendidos formando um ângulo reto em relação ao tronco durante, no mínimo, dois segundos. (Figura 5).

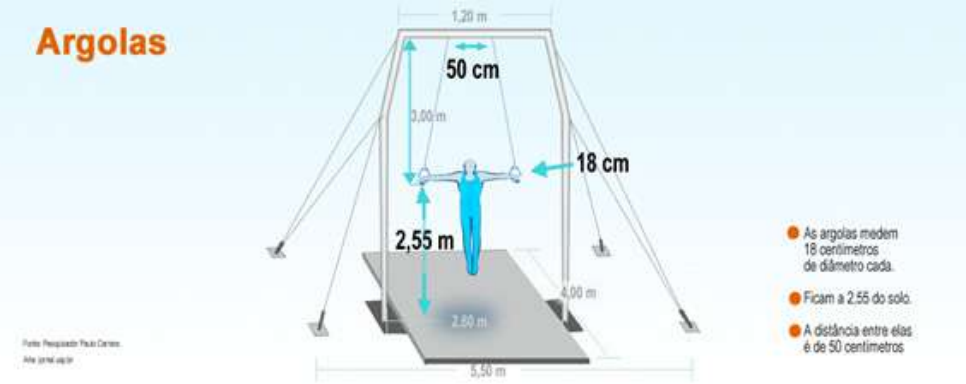


Figura 5 - biomecânica do exercício crucifixo executado pelo ginasta Arthur Zanetti.

3 Conclusão

Os jogos exercem um grande interesse na população, em geral, talvez pelo aspecto competitivo. Imagine se as regras das ginásticas artísticas das competições ficassem acessíveis? Bom, não é tão difícil encontrá-las, porém as mesmas às vezes mudam. Já o que não muda são os conceitos e regras do Desenho, fomentar esse conhecimento para todos, exerceria mais interesse para as competições e a formação de novos ginastas. Educadores, além de ministrarem conteúdos são modelos em suas áreas de atuação. Contextualizar a matéria no processo da aprendizagem pode e deve ir além de despertar interesses profissionais na formação de Arquitetos, Engenheiros, Licenciandos de Desenho etc. Deve inspirar! Formar um fã clube de torcedores tão atuantes quanto os juízes.

Referências

CRISTINE, Marjoriê. Ex-ginastas da seleção se preparam para disputar o Brasileiro com medalhistas olímpicos. Jornal Extra – Disponível em https://extra.globo.com/esporte/ex-ginastasda-selecao-se-preparam-para-disputar-brasileiro-com-medalhistas-olimpicos-23494894.html, acesso em 05/ 03/ 2019.

OLIVEIRA, Mauricio dos Santos de e BORTOLETO, Marco Antonio Coelho. **O código de pontuação da ginástica artística masculina ao longo dos tempos.** DOI: 10.4025/reveducfis.v20i1.5885

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE GINASTICA. **Código de pontuação masculino**. 2009.

GINÁSTICA DE SANTA CATARINA – Disponível em **https://ginasticasc.blogspot.com/,** acesso em 06-05-2019.

BRASIL, Iris. **Corpo mosaico – Transformações espaçotemporais na dança.** Eduff – Editora da Universidade Federal Fluminense. Niterói. RJ. 2016.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

AS TRANSFORMAÇÕES PONTUAIS E O NEOMANUELINO NO REAL GABINETE PORTUGUÊS DE LEITURA: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

IZAR, Soraya Barcellos[1],
NOVAL, Maria Begoña Salgado[2],
VIANNA, Sonia Sá[3]

Resumo

Os estilos das edificações de uma cidade podem incitar o olhar para a geometria existente em elementos estruturais e decorativos. A comparação do tamanho e da posição dos elementos arquitetônicos na edificação pode motivar a aprendizagem dos conceitos das transformações pontuais na Educação Básica, promovendo a interdisciplinaridade entre Desenho e História da Arte. Este trabalho apresenta a proposição de uma atividade pedagógica que promova a integração do conteúdo de transformações pontuais (simetrias, translações, rotações) com um estilo arquitetônico que surgiu dentro do ecletismo: o neomanuelino. Dessa forma serão observadas as aplicações das transformações pontuais nos elementos arquitetônicos presentes no Real Gabinete Português de Leitura, situado na cidade do Rio de Janeiro, Brasil.

Palavras-chave: geometria; transformações pontuais; neomanuelino, Real Gabinete Português de Leitura.

Abstract

A city's edification style may bring to the limelight geometry aspects found on structural and decorative elements. Size and site comparaison between architectonic elements on a building can lead to the learning of point transformation concepts in up to secondary school students, which may stimulate the usage of interdisciplinary methods between geometry and art's history. Therefore, this work suggests a pedagogical activity that promotes the integration of point transformation-related knowledge (such as symmetry, translations and rotations) in the context of an eclecticist architectural movement called neomanuelin. With this intent, this work analyses point transformation uses in the architectonic elements of the Royal Portuguese Reading Cabinet (RPRC) on Rio de Janeiro, Brazil.

Keywords: geometry; point transformations; neomanuelino; Real Gabinete Português de Leitura.

[1] CAp-UERJ, CP2, CSA, soizar@gmail.com
[2] Colégio Pedro II e CSA, mariabegonan@gmail.com
[3] Colégio Pedro II e CSA, soniasavianna@gmail.com

1 As Transformações Pontuais e o RGPL-RJ

Simetrias, translações, rotações, homotetias são conteúdos de Desenho que podem ser identificados em outras áreas do conhecimento como o design, a arquitetura, a matemática, a engenharia, a física, a biologia. Tal constatação motivou o planejamento de uma abordagem interdisciplinar do conteúdo que oportunizasse ao discente a observação e a identificação das transformações pontuais[4] presentes, por exemplo, nos estilos arquitetônicos das edificações. O centro da cidade do Rio de Janeiro pode ser considerado um museu a céu aberto (GLOBO, 2013) tamanha a diversidade de estilos existentes em suas edificações.

Diante de tantas opções, foi necessário definir um estilo para a proposta de atividades inicial. O Real Gabinete Português de Leitura[5] foi escolhido por ser um ícone representativo do nível cultural e social da época, um exemplar do estilo neomanuelino, em pleno centro do Rio de Janeiro, estilo que ao retomar as características do manuelino (século XVI) resgata também a simbologia histórica de Portugal, que buscava se afirmar no Brasil do final do século XIX. O estilo manuelino faz referência ao reinado português de D. Manuel I, séc. XV e XVI, marcado pela Expansão Marítima, período em que Portugal atinge seu apogeu controlando o comércio mundial. Esse sucesso comercial proporcionou suporte econômico e temático para a expressão de uma arte decorativa e arquitetônica presente na fase final do gótico português. Assim, encontram-se ornamentos decorativos naturalistas (troncos, folhas, algas, raízes), marítimos (redes, esferas e cordas) e religiosos (a cruz de Cristo associada ao escudo real e a esfera armilar). Segundo Mattos (2005), os Gabinetes de Leitura, fundados por imigrantes portugueses, apresentam-se como referenciais urbanos submissos às aspirações sociais da época, resgatando por meio das edificações, a memória e a formação da identidade nacional expressas em novos centros de convívio, cultura e lazer.

A análise visual da posição de elementos decorativos presentes na edificação, tais como a fachada e a claraboia, pode contribuir para o estudo do conceito das transformações pontuais. A fachada do RGPL-RJ (figura 1) é um exemplo de decoração que utiliza os elementos formais do estilo manuelino onde se pode verificar a presença de simetrias e translações.

O que se pretende aqui é propor uma possível abordagem para o estudo das transformações pontuais a partir da análise desses elementos arquitetônicos, contando com a interlocução entre história da arte e desenho e promovendo um profícuo e enriquecedor debate para os estudantes.

Figura 1 - Fachada do RGPL
Fonte: Site do RGPL (Disponível em http:// http://www.realgabinete.com.br/portalWeb/. Acesso em 17 maio 2019).

[4] Também conhecidas por transformações geométricas.
[5] Situado à Rua Luís de Camões n° 30, Centro, Rio de Janeiro, CEP: 20051-020.

2 Elaborando uma proposta de atividade

As transformações pontuais geram figuras geometricamente isométricas ou proporcionais a uma figura original. Melo (2010) define a transformação pontual ou geométrica como uma aplicação bijectiva.

> Uma transformação geométrica é uma aplicação bijectiva (ponto por ponto), no mesmo plano ou em planos diferentes, de forma que, a partir de uma figura geométrica original, se forma outra geometricamente igual ou semelhante, sem perda de suas propriedades topológicas. (MELO, 2010, p. 21).

Diversas transformações podem ser observadas nas edificações do estilo neomanuelino e particularmente no RGLP-RJ. Na figura 2, se observa a claraboia formada por rotações de um mesmo módulo em relação a um ponto: o centro geométrico do vitral.

Figura 2 - Claraboia do RGPL
Fonte: Site do RGPL (Disponível em http:// http://www.realgabinete.com.br/portalWeb/. Acesso em 17 maio 2019).

Neste caso, isolando o elemento principal e, ao aplicarmos a rotação a 45°, tem-se como resultado a composição abaixo (figura 3).

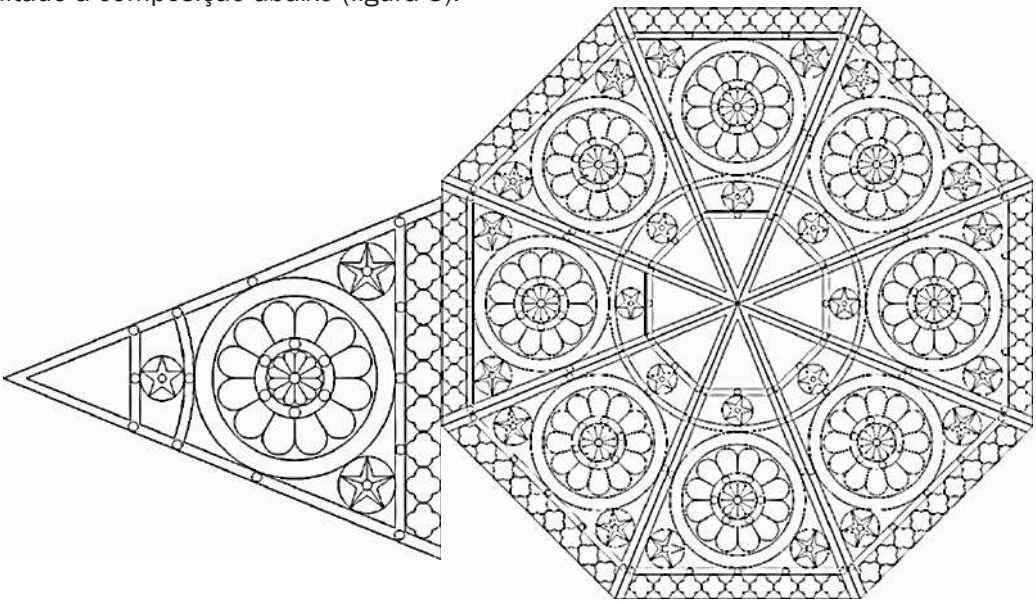


Figura 3 – Elemento original e composição final: claraboia do RGPL
Fonte: Arquivo pessoal de NOVAL, elaborado no software COREL DRAW.

A proposta pedagógica que se pretende apresentar aos alunos do ensino médio é a criação de uma composição artística onde se aplica o uso e a construção das transformações pontuais à luz daquelas presentes nos elementos arquitetônicos e decorativos do RGLP-RJ. A atividade constitui-se de várias etapas.

- Pesquisa e identificação do contexto histórico da construção do Real Gabinete e a relação com o estilo artístico que influenciou a estética da edificação.
- Realização de uma visita ao local com registro teórico e fotográfico dos elementos arquitetônicos e decorativos identificados presencialmente, *in loco*. E identificação e levantamento das transformações pontuais presentes no edifício em estudo com o conhecimento prévio dos conceitos, classificações e construções geométricas deste conteúdo.
- Elaboração de uma composição artística com a releitura de um dos elementos decorativos do RGLP-RJ com o uso das transformações pontuais por meio do desenho tradicional ou por meio dos programas gráficos.
- Construção de um portfólio eletrônico para divulgação da produção discente.

3 Conclusão

A intenção aqui registrada foi apresentar uma proposta para o estudo das transformações pontuais, no que tange às isometrias: simetrias, translações e rotações, partindo da observação de uma edificação do estilo manuelino no Rio de Janeiro, o Real Gabinete Português de Leitura da cidade do Rio de Janeiro. A constituição das etapas, que vão desde a visita *in loco*, à elaboração de uma composição artística, será registrada por meio de um portfólio para divulgação e avalição do processo de produção e resultado.

Espera-se, através da integração da Arte e do Desenho e da produção de uma composição artística, motivar os discentes a efetuar uma análise estilística do contexto histórico, a estudar os conceitos, as propriedades, as construções e as aplicações das transformações pontuais e, concomitante a isso estimular a cultura, a sensibilidade e a valorização da origem, da história e do patrimônio da cidade em que residem.

Referências

MATTOS, Maria de Fátima da Silva Costa Garcia de. **O Neomanuelino no Brasil**: a identificação de um estilo através das suas instituições. Os gabinetes portugueses de leitura. 2005. Tese (Doutorado em Artes Plásticas) - Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/T.27.2005.tde-23012015-130358. Acesso em: 2019-05-17.

MELO, Helena de Fátima Sousa. **Isometrias no Plano: uma abordagem segundo a Geometria Analítica**. Açores: Influir, 2010. Disponível em: https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/2513/1/Isometrias%20no%20plano_%20uma%20abordagem%20segundo%20a%20geometria%20analitica.pdf. Acesso em: 18 maio 2019.

O GLOBO (Rio de Janeiro). Simone Candida. **A mistura de estilos que faz do Centro um museu de arquitetura**: Na região da Praça Mauá, sobrados do século XIX convivem com prédios art déco e pós-modernos. **O Globo**, Rio de Janeiro, 24 fev. 2013. O Globo Rio, p. 1-1. Disponível em: https://oglobo.globo.com/rio/a-mistura-de-estilos-que-faz-do-centro-um-museu-de-arquitetura-7660093. Acesso em: 18 maio 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

TRABALHO DE HABILIDADE ESPECÍFICA EXTENSIVO À COMUNIDADE

BRASIL, Iris[1]

Resumo

Este trabalho descreve uma atividade desenvolvida no Colégio Pedro II com a finalidade de preparar candidatos para realizar o Teste de Habilidade Específica, que alguns cursos superiores exigem para seu ingresso. Para suprir a demanda dos alunos nesse sentido, a disciplina Desenho no *Campus* Niterói oferece o curso de extensão Trabalho de Habilidade Específica – THE - disponibilizado não somente aos alunos do colégio, como também à comunidade externa. Essa iniciativa que tem como propósito o desenvolvimento de atividades pedagógicas, na medida que atende não apenas alunos do colégio como um público externo, também reafirma o importante papel social que o Colégio Pedro II desempenha.

Palavras-chave: representações gráficas; habilidades específicas.

Abstract

This paper describes an activity developed in Colégio Pedro II aiming to prepare candidates to perform a Specific Ability Test, which some college courses require for admission. In order to meet the students' demands in this area, the Drawing course in *Campus* Niterói offers the extension course Specific Ability Works – THE – available not only to students of the school, but also to the general community. This initiative that has the development of pedagogical activities as its purpose, insofar as it attends not only the student body as well as the general public, also reaffirms the important social role that Colégio Pedro II plays.

Keywords: graphical representations; specific abilities.

[1] Colégio Pedro II – *Campus* Niterói.
E-mail: iabras@terra.com.br – irisbrasil98@gmail.com

1 Introdução

Este trabalho apresenta uma das atividades que professores do Departamento de Desenho oferecem aos alunos do Colégio Pedro II e, especificamente, relata uma experiência do *campus* Niterói. Nesse *campus*, as salas de Desenho estão sempre abertas. São pontos estratégicos, ou seja, locais para onde alunos e servidores podem se dirigir quando pretendem desenvolver ações que dizem respeito à área gráfica.

Em 2018, além das aulas regulares do colégio, parcerias com a disciplina História e atividades como o projeto de Iniciação Artística e Cultural, o Seminário com a colaboração de estagiários do Museu Nacional e a palestra sobre premiações de alunos da Engenharia da UFF - foram algumas das ações que ocorreram nos espaços do *campus* Niterói – exemplos de iniciativas que certamente engendram movimentos que se desdobram em outros projetos.

Particularmente, este trabalho descreve um projeto da disciplina Desenho, do *campus* Niterói - Trabalho de Habilidade Específica - que prevê atividades de orientação para os alunos que pretendem dar seguimento aos seus estudos dentro da área gráfica.

Alguns cursos de graduação vinculados à área gráfica exigem que os candidatos façam um teste preliminar denominado Teste de Habilidade Específica para verificar se apresentam habilidades vocacionais mínimas. O quadro 1 destaca as habilidades avaliadas para os cursos de Arquitetura e Urbanismo, Comunicação Visual, Desenho Industrial, Composição de Interiores, divulgadas no conteúdo programático do teste de verificação de habilidade específica (THE) da UFRJ.

Quadro 1 – Habilidades avaliadas no THE da UFRJ

HABILIDADES	**O QUE É AVALIADO**
Percepção visual	capacidade de observação de forma, luz, volumes
Capacidade de composição	organização das formas e volumes, equilíbrio, proporção, modulação, simetria;
Manualidade	habilidade quanto aos meios de representação
Lógica de raciocínio:	clareza e concisão de solução
Raciocínio espacial	ocupação do espaço de expressão e proporção

Fonte: Adaptado de UFRJ - Conteúdo programático teste de verificação de habilidade específica (THE), p. 2. Consultado em 20/08/2019. (Disponível em: *https://acessograduacao.ufrj.br/2020-1/2020-the/conteudo-programatico-teste-de-verificacao-de-habilidade-especifica-2020/2020-THE-Programas_e_Instrucoes.pdf)*

O desenho de observação desenvolve essas habilidades. Massirone (2015) destaca a importância de aprender a ver e registrar o que se vê através do desenho. É uma das formas de educar o olhar. Costa (1940) ressalta a importância de se desenvolver nos estudantes o "habito de observação, o espírito de análise, o gosto pela precisão, fornecendo-lhes meios de traduzirem as ideias e de os predispor para as tarefas da vida prática. (...)" (Costa, 1940, p2).

Visando atender a demanda dos alunos nesse sentido, as disciplinas de Desenho e Artes promovem o aprofundamento das linguagens visuais e gráficas no curso preparatório para esse teste de natureza obrigatória, o qual é ministrado nos diferentes *campi* pelos professores de Desenho e de Artes.

Há muitos anos essa prática pedagógica já é adotada no Colégio Pedro II. Em 2018, o que se pretendeu foi que a orientação, antes oferecida somente para alunos do colégio,

fosse ampliada para o público externo na modalidade extensão. Dessa forma, uma proposta da disciplina Desenho do *campus* de Niterói foi enviada à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, prevendo a participação de professores de Desenho e Artes de todos os *campi* que tivessem interesse no projeto. O acompanhamento deveria ser oferecido nos espaços físicos de cada *campus* com horários que atendessem aos dois turnos, se possível. Como os *campi* possuem suas particularidades quanto ao uso das instalações, cada professor disponibilizaria os locais, dias e horários para as atividades.

A direção tomada foi no sentido de que o curso preparatório e todas as atividades previstas ao longo do ano se configurassem como orientação e incentivo ao aluno, no prosseguimento dos estudos superiores, à escolha de cursos que se inserem na área de Expressão Gráfica e Artes de modo geral. E além disso! Que essa direção apontasse um caminho que pudesse igualmente ser seguido por muitos jovens da comunidade externa ao Colégio Pedro II.

2 O Colégio Pedro II em Niterói

Uma das mais tradicionais instituições públicas de Ensino Básico do Brasil, o Colégio Pedro II possui 14 campi e o Centro de Referência em Educação Infantil de Realengo. A criação da então UNED Niterói, atualmente Campus Niterói, ocorreu em 2006 e fez parte de um grande processo de expansão e modernização da rede Colégio Pedro II. Ao longo dos anos seus alunos têm obtido resultados expressivos no Enem e em outros concursos e o Campus Niterói está sempre nas primeiras colocações entre as escolas de Niterói e Rio de Janeiro.

No Colégio Pedro II, além da expansão dos espaços físicos com a criação de novos *campi*, a direção tomada foi a de oferecer cursos técnicos, de pós-graduação *lato sensu e stricto sensu* na área de Educação e Formação de Professores e também ofertar anualmente cursos de extensão em diversas áreas. A Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura – PROPGPEC - promove ações que visam o desenvolvimento do Colégio Pedro II enquanto "instituição pública empenhada na ação reflexiva de questões sociais e na difusão do conhecimento para a superação das desigualdades sociais." (COLÉGIO PEDRO II. 2019)

Assim, o THE se configura como uma proposta que vai ao encontro dos objetivos afirmados pela Diretoria de Extensão: "promover a articulação entre o ensino e a pesquisa desenvolvidos no CPII e as demandas da sociedade, através de programas, projetos, eventos, cursos e demais atividades de extensão." (COLÉGIO PEDRO II, 2019). A esse respeito merece destaque a seguinte afirmação:

> Os cursos de extensão do Colégio Pedro II, abertos à comunidade externa, estabelecem um processo formativo que promove a reflexão sobre os saberes pedagógicos, científicos e culturais, proporcionando atualização contínua, formação cidadã e valorização do currículo. Têm como principal objetivo atender às demandas da sociedade e às necessidades de educação continuada de jovens e adultos, independente da escolaridade e formação. (COLÉGIO PEDRO II, 2019).

Tomando essa direção, o projeto THE foi submetido à aprovação da Pró-Reitoria de Extensão objetivando uma ação conjunta dos *campi* que poderiam disponibilizar atividades previstas no projeto, de modo a abranger um maior número de indivíduos interessados nessa qualificação.

3 O Projeto Trabalho de Habilidade Específica no *Campus* Niterói

Na primeira ocasião em que o curso preparatório THE foi oferecido na modalidade extensão, em agosto de 2018, as orientações ficaram restritas a um número reduzido de encontros semanais, pois os Testes de Habilidade Específica da UFRJ aconteceriam a partir de novembro. No entanto, apesar do curto tempo, os resultados foram positivos. Tanto os alunos internos como os externos obtiveram aprovação na UFRJ e na UFF.

Assim, em 2019, uma nova proposta do curso, prevista para ser desenvolvida ao longo de todo o ano, foi submetida à Diretoria de Extensão do Colégio Pedro II. Iniciado em maio deste ano, o projeto prevê encontros semanais até novembro, obedecendo ao calendário letivo do colégio. A maior parte dos encontros tem ocorrido em uma das salas de Desenho, mas os demais espaços do colégio são também explorados, na medida em que os alunos os utilizam para a realização de perspectivas de observação, exposição de trabalhos e apresentação de palestras. Abaixo, na figura 1, uma das primeiras aulas do THE de 2019 e na figura 2, alguns dos trabalhos dos alunos.

Figura 1 – Aula do curso THE em 2019.
Fonte: arquivo da autora.

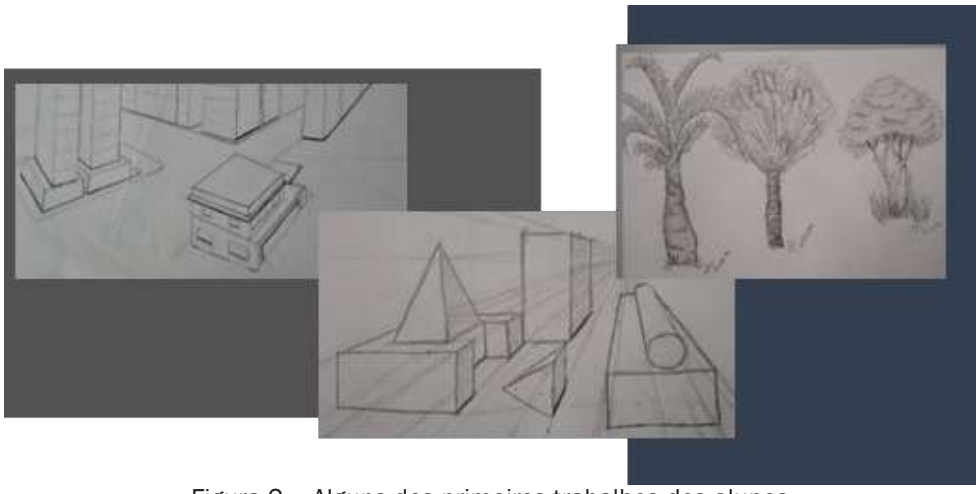


Figura 2 – Alguns dos primeiros trabalhos dos alunos
Fonte: arquivo da autora

Os alunos que se inscrevem no THE procuram em sua maioria preparar-se para os Testes de Verificação de Habilidade Específica e Expressão Gráfica, porque já escolheram o curso que desejam fazer. São alunos da 3ª série do colégio e jovens de outras instituições. Porém, alunos da 2ª e até da 1ª série também procuram o curso na intenção de descobrirem potencialidades ou aprimorarem uma aptidão nata, ou ainda uma preparação mais efetiva, visando uma escolha futura.

Buscando desenvolver as habilidades avaliadas no THE (Quadro 1), o curso proposto procura atender aos alunos nessas necessidades, oferecendo as noções básicas de perspectiva, figura humana, desenho de observação, desenho técnico, composições livres e temáticas, técnicas de colorização, etc. Na verdade, as atividades vão além do tempo das aulas, pois também são oferecidas orientações quanto aos cursos por meio de palestras de profissionais da área e visitas guiadas aos *campi* da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ e da Universidade Federal Fluminense - UFF.

4 Considerações finais

A procura por cursos preparatórios por parte de candidatos que desejam aprimorar-se em suas habilidades, visando às provas que os habilitam a concorrerem às vagas de alguns cursos superiores, fez com que a iniciativa descrita neste trabalho tomasse forma. Como preparar somente os alunos do Colégio Pedro II, quando muitos jovens, que desejam o mesmo caminho, não têm essa oportunidade?

Por essa razão, e buscando um alinhamento com as novas diretrizes que o Colégio Pedro II adota, no que diz respeito ao atendimento às demandas da sociedade e às necessidades de educação continuada de jovens e adultos, é que as atividades do projeto Trabalho de Habilidade Específica foram formuladas. Um curso de THE extensivo à comunidade que desse conta não somente da orientação quanto às habilidades dos participantes, mas de orientação em relação aos cursos superiores que integram a área de expressão gráfica, por meio de visitas guiadas aos espaços culturais e universidades e palestras de profissionais da área.

Referências

COLÉGIO PEDRO II. Disponível em: http://www.cp2.g12.br/proreitoria/propgpec.html. Acesso em: 16 de maio de 2019.

COSTA, L. **Proposta para a reformulação do ensino de Desenho no curso secundário por solicitação de ministro Capanema**. Rio de Janeiro. IPHAN, 1940.

MASSIRONI, Manfredo. **Ver pelo Desenho: Aspectos Técnicos, Cognitivos, Comunicativos.** Lisboa: Edições 70, 2015. 204 p.

RIO 2019
GRAPHICA

RESUMO EXPANDIDO

PESQUISA:
Investigações na área de representação gráfica

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

MAIS COM MENOS – CRIANDO CALIGRAMAS A PARTIR DE CONCEITOS MATEMÁTICOS

TENÓRIO, Marlon[1]

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar conceitos matemáticos a partir de um recurso visual chamado caligrama. Será abordado o processo criativo envolvido, desde a escolha do tema/conceito até a sua finalização. Como procedimento metodológico, conceitos matemáticos são adotados e relacionados a símbolos. Em seguida, são criadas composições minimalistas e sintéticas que resultam em identidades visuais para os conceitos iniciais. Embora o ponto de partida tenha sido a Matemática, conclui-se que a metodologia adotada pode ser aplicada a outras disciplinas.

Palavras-chave: caligrama; design; matemática; educação.

Abstract

This work aims to present mathematical concepts using a visual resource called caligrama. To this, the creative process is explained from the choice of the theme/concept to the finalizing the caligrama design. As a methodological procedure, mathematical concepts are adopted and related to symbols. Then, minimalist and synthetic compositions are created, resulting in visual identities for the initial concepts. Although Mathematics has been the starting point, it is concluded that the methodology adopted can be applied to other disciplines.

Keywords: caligrama; design; mathematics; education.

[1] marlontenorio@gmail.com - Colégio Pedro II

1 Introdução

Muitos conceitos matemáticos se utilizam de símbolos para representá-los. Pode-se definir símbolo como sendo um "elemento (objeto, palavra, gesto etc.) que representa outra coisa, seja por possuir algum tipo de semelhança com a mesma, seja por alguma outra característica que une de certa forma o signo e a coisa que simboliza" (VILLELA, 2010).

A partir da observação dos símbolos da matemática e das palavras utilizadas para nomear os conceitos, propõe-se a criação de caligramas, que são textos cujas linhas ou caracteres gráficos formam uma figura relacionada com o conteúdo ou a mensagem do texto. "Os caligramas, em geral, possibilitam vários percursos de leitura, cabendo ao leitor fazer os seus, assim como recuperar aqueles que o texto sugere." (FALEIROS, p.38, 2005). Com o intuito pedagógico de tornar a imagem um reforço da mensagem do texto, este trabalho apresenta os resultados da investigação das possibilidades criativas de associação entre conceitos, nomes e símbolos matemáticos.

2 Desenvolvimento

Na condição de *designer*, foi possível conceber a possibilidade de apresentar um conceito, que muitas vezes é uma ideia abstrata, através da palavra escrita. E por que a palavra? Porque o intuito é preservar a associação de um conceito a um recurso não figurativo, inspirando-se no que versa McCloud (1995) sobre o "caminhar", que parte do figurativo até a mais abstrata das representações, com o uso de letras e palavras. Na arte, a palavra vai aparecer no universo da literatura, com seus "subconjuntos": a prosa, a poesia, o conto, o romance. No "subconjunto" da poesia, a poesia concreta atendeu a esta proposta de síntese, buscando uma forma não convencional de apresentar o texto. Aqui a forma tem tanto poder quanto o conteúdo e os caligramas são ótimos recursos para casar palavra e imagem.

Em uma experiência anterior de criação de caligramas (disponível em (http://minimalmathconcepts.tumblr.com/), considerando a universalidade do idioma e o fato de que as palavras escolhidas guardavam alguma relação com a língua portuguesa (são bons cognatos). Todavia, o português é nosso idioma e criar caligramas na língua portuguesa foi um novo desafio. A produção em língua portuguesa foi apresentada no II Simpósio da Formação do Professor de Matemática da Região Sudeste, realizado na Universidade de São Paulo (USP), entre os dias 30/11 e 02/12/2018.

Como este trabalho está inserido em um contexto educacional e pedagógico, foram selecionados conceitos matemáticos. O procedimento metodológico adotado para a estruturação dos caligramas está organizado em três etapas, descritas a seguir.

O primeiro passo para a criação de um caligrama matemático é a escolha de um conceito ou ideia matemática. Este conceito possui um nome que o batiza. A experiência inicial utilizou o nome em inglês por considerar a universalidade do idioma. Posteriormente foi feita uma versão do trabalho para a língua portuguesa.

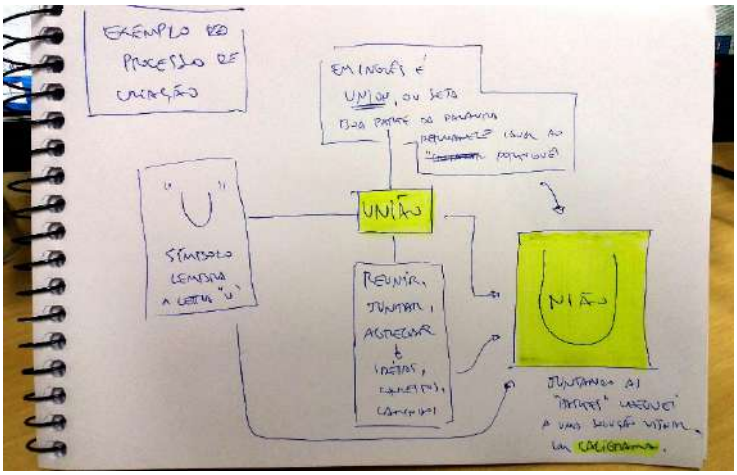


Figura 1. Processo criativo de construção de um caligrama.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a escolha do conceito e seu respectivo nome, o próximo passo é relacioná-los a um símbolo. Na ausência de um símbolo, buscam-se outros elementos que mantenham alguma ligação com o conceito estudado.

O terceiro passo é experimentar relações entre o nome e o símbolo (ou elementos) e o conceito escolhido. Um dos caminhos, por exemplo, é substituir alguma letra do nome pelo símbolo associado ao significado. Em outros casos, uma disposição das letras do nome é suficiente para passar a ideia desejada.

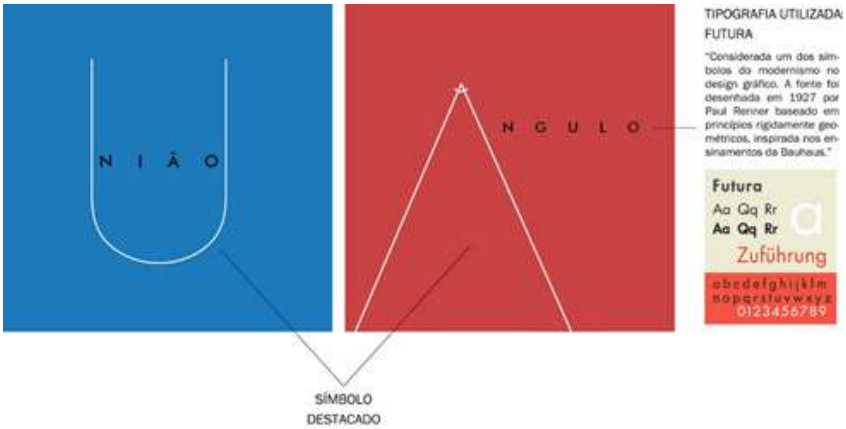


Figura 2. “Anatomia” do caligrama.
Fonte: Elaborado pelo autor.

3 Conclusão

Os caligramas obtidos são composições minimalistas e sintéticas com algumas características que compõem a identidade visual dos mesmos. A criação dos caligramas foi feita usando programas de edição gráfica, isto é, sua execução foi digital. Para a escrita das palavras, a fonte tipográfica utilizada foi a Futura, criada pelo *designer* Paul Renner, em 1927, baseada em princípios geométricos. Os símbolos desenhados são feitos a partir de elementos geométricos como arcos, segmentos de reta, circunferências. E os caligramas são montados sobre fundos coloridos de cores sólidas. Além do resultado individual, os caligramas podem ser dispostos lado a lado, criando um mosaico visual, uma nova composição.

Figura 3. Caligramas produzidos usando conceitos matemáticos.
Fonte: Elaborado pelo autor.

A experiência foi realizada utilizando conceitos matemáticos como ponto de partida para a criação dos caligramas. Todavia a mesma metodologia pode ser aplicada a outras disciplinas.

Uma outra possibilidade é sua execução a partir de meios não digitais, isto é, usando instrumentos como régua, compasso, lápis e papel, é possível desenhar os caligramas.

Referências

FALEIROS, Álvaro Silveira. O Tipográfico e o topográfico na tradução poética: a visilegibilidade do poema Voyage de Guillaume Apollinaire**. Cadernos de Tradução**, Florianópolis, v. 1, n. 15, p. 35-54-, jan. 2005. ISSN 2175-7968. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/traducao/article/view/6581. Acesso em: 24 fev. 2019.DOI: https://doi.org/10.5007/%x

McCLOUD, Scott**. Desvendando os quadrinhos**. Makron Books do Brasil Editora Ltda. São Paulo, 1995.

VILLELA, Fabio Renato**. Simbolismo, símbolo e signo**: ensaio filosófico. Editora Recanto das Letras (website). Código do texto: T2312713 / 10.06.2010. Disponível em: https://www.recantodasletras.com.br/ensaios/2312713. Acesso em: 02 fev. 2019.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A EXPRESSÃO GRÁFICA NOS FILMES DA ARTISTA PLÁSTICA LYGIA PAPE. ESTUDO DE CASO: FILME "ESPAÇO IMANTADO".

MATHIAS, Priscilla Batista[1],

Resumo

O avanço tecnológico no âmbito da filmagem propicia uma reflexão sobre os aspectos estéticos que serão abordados e evidenciados em uma determinada cena e conjunto de cenas ali registradas. Utilizando um cenário do cotidiano da população, a Artista Plástica busca registrar as sensações que o espaço provoca nas pessoas de diversos pontos de vista. Dessa forma, o objetivo deste artigo e pôster é evidenciar como são abordados esses aspectos estéticos através da expressão gráfica usada pela Artista Plástica Lygia Pape em um de seus Curtas-Metragens denominado "Espaço Imantado".

Palavras-chave: Lygia Pape; Expressão Gráfica; Espaço Estético; Espaço Imantado.

Abstract

The technological advancement in the field of filming provides a reflection on the aesthetic aspects that will be approached and evidenced in a certain scene and set of scenes recorded there. Using a scenario of daily life of the population, the Plastic Artist seeks to record the sensations that space causes in people from different points of view. Thus, the purpose of this article and poster is to highlight how these aesthetic aspects are approached through the graphic expression used by the Plastic Artist Lygia Pape in one of his short films called "Immediatly Space".

Keywords: Lygia Pape; Graphic Expression; Aesthetic Space; Imported Space.

[1] Escola de Belas Artes - Universidade Federal do Rio de Janeiro (EBA | UFRJ).
priscillamathias.arq@gmail.com

1 Introdução

A Artista Plástica Lygia Pape (1927-2004) em sua trajetória experimentou várias linguagens para que o conhecimento do mundo se apresentasse como poética em sua arte e é uma das mais importantes artistas do Brasil. A principal característica de sua obra é a integração das esferas Estética, Ética e política e a versatilidade em trabalhar com vários meios: pintura, escultura, instalação, poemas, ballet e filmes. A busca de sua arte vai ao encontro da efervescência política e criativa da década de 1960, dentro do campo da fenomenologia, quando se interessa pelo Cinema e produz uma vasta filmografia que dialoga com sua obra como ato criador simultâneo em acordo com suas linguagens plásticas e gráficas.

Neste artigo será abordada a obra fílmica de Lygia, tendo como estudo de caso o filme "Espaço Imantado" (PAPE, 1968). Nele a artista percorre com sua câmera os espaços públicos da cidade exibindo os "camelôs", as "feiras", os "mágicos" e outras manifestações populares para demonstrar o poder de atração que exercem ao reunirem aglomerados de pessoas. São "espaços" que ela denomina de "imantados" e que reinventam o próprio 'locus' estético e novas narrativas espaço temporais. O objetivo é investigar estes elementos estéticos, arquiteturais e gráficos constituintes destas narrativas que ressignificam a cena, a partir do repertório conceitual da artista em outras obras: sensações, cores, participação do espectador e a relação entre o espaço e o tempo. O embasamento teórico está apoiado na definição do espaço arquitetural e ambiental como sentidos estruturais de uma obra e instâncias da arte e do sujeito (HUCHET, 2012) com a base gráfica e estética própria da artista.

2 A Expressão Gráfica no cotidiano

O cinema surge na obra de Pape no início dos anos 60 como consequência de seu processo inventivo e que atravessa o Corpóreo e o Tátil para o Espaço e o Tempo. Para Lygia seus filmes eram "anti-filmes" e classificava suas obras como um 'Cinema Marginal' onde afirmava que "Marginal era o ato revolucionário da invenção, uma realidade, o mundo como mudança, o erro como aventura e descoberta da liberdade: filmes de 10 segundos, 20 segundos... o anti-fime". (PAPE, 2005)

Ao analisar a Obra Fílmica da Artista é possível traçar a lógica matemática: Espaço Arquitetônico + Valores Estéticos = Espaço Arquitetural, no qual a Expressão Gráfica é determinante para a leitura do Espaço Arquitetural que se buscava.

A Expressão Gráfica ao longo do tempo nas Artes e, mais especificamente no cinema, passou e ainda passa por constantes aprimoramentos e mudanças que geram metodologias distintas e uma forma de ver a cena característica de cada autor/produtor/cineasta. Ao analisarmos toda a obra de Pape é possível notar que criou uma forma própria de captar e transmitir determinada cena e ideia. Essa Expressão Gráfica da Artista caracterizou não só sua linguagem, mas todo um movimento artístico da época (décadas de 60/70) fundando com outros artistas o Movimento Neoconcreto.

Pape, em seus filmes, utilizou uma Linguagem Gráfica simples, direta e crua, onde ao usar apenas uma câmera e a cidade como cenário pode revolucionar toda a forma de expressão gráfica através da arte de seus filmes. Ela relatava que ao andar de carro pela cidade em busca de novos olhares percebia novas relações com o espaço urbano e uma nova forma de

captar esse espaço, uma nova expressão gráfica. E, ao filmar, transportará o espectador para dentro da cena através das sensações estéticas que ressignificam os espaços filmados. Suas obras são únicas e o olhar produzido pela expressão gráfica gerada pela câmera possibilita isso. No filme 'Espaço Imantado' notamos a importância da Expressão Gráfica nos diversos resultados de Espaço Arquitetural capturados pela câmera e que abordaremos: os 'Valores Estéticos' de cada cena, o 'Outro como Protagonista', 'Cores', 'Texturas', a 'Ressignificação do Lugar', a 'Fenomenologia' e o 'Espaço-Tempo' como resultado de sua expressão gráfica.

> "A concepção de arquitetura e o espaço que projeta extravasa o sentido artístico, mas não se contém no entendimento restrito do espaço arquitetônico. Ao contrário, ao repensar o espaço na arte, é possível absorvê-lo como re-proposição de uma ontologia do espaço em arquitetura. Arquitetura como manifestação Arquitetural." (HUCHET, 2012, 18).

3 O Outro como Protagonista

Um papel fundamental para compor a estética deste filme são as pessoas. Diferentes realidades, idades e gêneros marcam, não só o indivíduo, mas o tempo que o filme é capturado. O uso do recurso gráfico do 'zoom' no rosto de cada pessoa desempenha papel fundamental para marcar o significado e a simbologia daquelas pessoas/protagonistas.

Figura 1 - Rostos dos migrantes nordestinos - cenas do filme "Espaço Imantado".
Fonte: ESPAÇO Imantado. Produção de Lygia Pape. Rio de Janeiro: Projeto Lygia Pape, 1968. 08min e 24seg.

4 Cores, Texturas

Outro recurso gráfico importante é a presença das cores e texturas com papel de destaque ao longo do curta-metragem. O reforço na presença da cor vermelha e a aproximação nas cenas onde as texturas nos objetos são importantes para o entendimento do todo e têm o poder de provocar diferentes sensações no espectador, como por exemplo, nojo, sofrimento, memória afetiva, alegria, entre outras sensações.

Figuras 2, 3 e 4 - Objetos, suas cores e texturas - cenas do filme "Espaço Imantado".
Fonte: ESPAÇO Imantado. Produção de Lygia Pape. Rio de Janeiro: Projeto Lygia Pape, 1968. 08min e 24seg.

5 Ressignificação do Lugar

A Ressignificação do Lugar se dá no filme pelas pessoas e pela Praça filmada, um dos locais mais conhecidos da cidade - o Centro de Tradições Nordestinas RJ. No Curta é possível per-

ceber que a praça naquela época já ganhava um novo significado pelo grupo social que ali atuava (nordestinos). A praça, antes vazia, passa a ser um local vivo, onde o uso de "tomadas" elevadas facilita esta leitura.

Figura 5 – A Feira de São Cristóvão em 1995 quando ainda era montada no Campo de São Cristóvão no entorno do Pavilhão à época abandonado.
Fonte: Igor Fracalossi. "Clássicos da Arquitetura: Pavilhão de São Cristóvão / Sérgio Bernardes". ArchDaily Brasil. Acesso em 28/04/2019 às 15 horas. <https://www.archdaily.com.br/br/765444/classicos-da-arquitetura-pavilhao-de-sao-cristovao-sergio-bernardes> ISSN 0719-8906

Figura 6 – A Feira de São Cristóvão em 1995 quando ainda era montada no Campo de São Cristóvão no entorno do Pavilhão à época abandonado.
Fonte: Igor Fracalossi. "Clássicos da Arquitetura: Pavilhão de São Cristóvão / Sérgio Bernardes". ArchDaily Brasil. Acesso em 28/04/2019 às 15 horas. <https://www.archdaily.com.br/br/765444/classicos-da-arquitetura-pavilhao-de-sao-cristovao-sergio-bernardes> ISSN 0719-8906

6 Fenomenologia

Todos os filmes de Pape têm esse caráter marcante da fenomenologia, das sensações, uma vez que para a Artista era importante vivenciar a obra pelas cenas.

Figura 7 – O corte das carnes. - cenas do filme "Espaço Imantado".
Fonte: ESPAÇO Imantado. Produção de Lygia Pape. Rio de Janeiro: Projeto Lygia Pape, 1968. 08min e 24seg.

Figura 8 – O corte das carnes. - cenas do filme "Espaço Imantado".
Fonte: ESPAÇO Imantado. Produção de Lygia Pape. Rio de Janeiro: Projeto Lygia Pape, 1968. 08min e 24seg.

7 Espaço-Tempo

O último ponto é a relação Espaço-Tempo. No filme vê-se a presença dos Nordestinos que vieram para o Rio de Janeiro em busca de trabalho e naquela Praça encontraram seu novo 'locus, e sua identidade. Na praça é possível ver a Expressão Gráfica característica dos nordestinos através da comida típica e da indumentária.

Figura 9 – Os espaços da praça.
Fontes: ESPAÇO Imantado. Produção de Lygia Pape. Rio de Janeiro: Projeto Lygia Pape, 1968. 08min e 24seg.

Figura 10 – Os espaços da praça.
Fontes:ESPAÇO Imantado. Produção de Lygia Pape. Rio de Janeiro: Projeto Lygia Pape, 1968. 08min e 24seg.

8 Considerações Finais

O modo de ver um determinado espaço e expressar isso através da filmagem nos permite eternizar um modo de ver o Espaço. Os recursos gráficos utilizados pela Artista promoveram uma qualidade e uma estética característica da autora e facilitou o entendimento por parte dos espectadores do olhar que Lygia Pape queria dar ênfase.

O Cinema Marginal de Lygia Pape não só no Filme 'Espaço Imantado' mas em todos seus filmes, é o exemplo claro da importância do recurso de Expressão Gráfica nos seus mais diversos níveis e não podem ser vistos de maneira isolada, mas sim no seu conjunto. Pensar Lygia Pape é pensar a Obra Inteira.

Referências

ESPAÇO Imantado. Produção de Lygia Pape. Rio de Janeiro: Projeto Lygia Pape, 1968. 08min e 24seg.

HUCHET, Stéphane Denis Albert René Philippe. **Intenções espaciais: a plástica exponencial da arte, 1900-2000.** Belo Horizonte: C/Arte, 2012.

PAPE, Lygia. **Cinema Marginal.** 2005. Disponível em: <http://www.portalbrasileirodecinema.com.br/marginal/ontem%20hoje%20amanha/04_01_10.php> Acesso em: 28/04/2019 às 15:30 horas.

Igor Fracalossi. **"Clássicos da Arquitetura: Pavilhão de São Cristóvão / Sérgio Bernardes"**. ArchDaily Brasil. Acesso em: 28/04/2019 às 15 horas. <https://www.archdaily.com.br/br/765444/classicos-da-arquitetura-pavilhao-de-sao-cristovao-sergio-bernardes> ISSN 0719-8906

Feira de São Cristóvão - Rio de Janeiro - Brasil - Foto: Alexandre Macieira | Riotur. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/riotur/14887945517> Acesso em: 28/04/2019 às 16 horas.

COUCHOT, Edmond. **A tecnologia na arte: da fotografia à realidade virtual**; tradução Sandra Rey. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

LEITE, Marcelo Henrique. **Efeitos especiais digitais na imagem técnica: a desocultação da arte.** São Paulo, 2015.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

TIPOGRAFIA SEM LIMITES: UMA ANÁLISE DOS TIPOS VERNACULARES DE BAURU

ANDRADE, Ana Beatriz Pereira[1]
CAMILO, Vitor Leite[2].

Resumo

A pesquisa trata de coletar, analisar e fazer a curadoria das letras pintadas à mão em Bauru, SP, presentes em três espaços urbanos selecionados conforme critérios geográficos e socioeconômicos. São levados em conta aspectos formais das letras, bem como a inserção no ambiente urbano e ao redor.

Palavras-chave: desenho industrial, tipografia, design vernacular, letreiros populares

Abstract

This research has the objective of collect, analyse and do the curatorship of handpainted letters in Bauru, Brazil, selected from three different urban spaces with different geographic aspects and socioeconomic development. Formal aspects of said letters will be taken in account, as well as their placement within the urban environment

Keywords: industrial design, typography, vernacular design, popular letterings

[1] Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - anabiaandrade@openlink.com.br
[2] Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - vitor.camilo@unesp.br

1 Introdução

As letras pintadas à mão, também conhecidas por tipografia vernacular ou tipografia popular, são parte importante da produção gráfica brasileira. Diversas pesquisas já foram desenvolvidas a partir da temática em pauta, seja abordando um aspecto lúdico, como no livro *O Brasil das Placas* (SOARES e CAMARGO, 2003) e a fonte *Brasilêro* (CRUZ, 1999), ou levando em consideração a função sociocultural e comunicativa inerente aos letreiros populares. Cita-se ainda como exemplos a publicação intitulada *Abridores de Letras de Pernambuco* (FINIZOLA, COUTINHO e SANTANA, 2003) e a Tese de Doutorado *O universo simbólico do design gráfico vernacular* (ABREU, 2010).

Cabe considerar, no entanto, que as linhas de pesquisa concordam que os letreiros populares são parte da cultura, e revelam particularidades locais colocando em cena múltiplas formas de comunicação visual, que, embora distintas entre si, possuem um conjunto de características técnicas em comum.

Trata-se de abordar as singularidades do município de Bauru, localizado no interior do estado de São Paulo. Particularidades do desenvolvimento social, econômico e cultural do centro-oeste paulista, forjado na expansão e posterior abandono da malha ferroviária e da monocultura de café, associados a uma série de tentativas malsucedidas de criação de uma identidade para o município por parte das elites locais (BERTOLLI e TALAMONI, 2011) tornou Bauru uma cidade sem 'marca' reconhecida pela população local e da região.

De forma irônica, as mesmas elites que falharam em criar uma identidade local de cima para baixo renegam e até mesmo reprimem as manifestações locais de origem popular, especialmente as gráficas, como os *pixos*, *graffitis* e letreiros pintados à mão. Se em alguns lugares essas intervenções urbanas são vistas como parte da cultura local e até mesmo parte crucial na identidade da urbe ou do estado, em Bauru são vistas como sujeira, poluição visual. Algo relegado, em sua maioria, ao centro degradado ou aos bairros acêntricos, geograficamente e culturalmente distantes das zonas afluentes do município.

Diante dessas questões e da oportunidade de pesquisa acerca de elementos relevantes da cultura local, a pesquisa propõe a partir de coleta, análise e divulgação *online*, demonstrar o rico universo dos letreiramentos populares bauruenses e reconectar parte da população com a cidade.

2 Avaliação preliminar, coleta e desenvolvimento da pesquisa

Identificada a questão central, o primeiro momento da pesquisa foi o de inspeção de campo preliminar, executada informalmente, a fim de identificar os recortes geográficos. O conhecimento prévio acerca das características específicas de cada bairro bauruense, somado a uma navegação *in loco*, permitiu destacar três grandes regiões para registros fotográficos: Centro, Altos da Cidade/Estoril e Geisel/Redentor.

A escolha se deu por características socioeconômicas distintas: enquanto o Centro é, apesar de degradado e empobrecido, ainda o núcleo comercial da cidade, a região do Altos da Cidade/Estoril concentra a população de classe média e média-alta. O Geisel/Redentor, por sua vez, concentra população de classe média-baixa.

O aspecto socioeconômico teve por objetivo específico avaliar diferenças estéticas e comunicativas, que mudam conforme a condição econômica e o ambiente de inserção de um

determinado público. Verificou-se que 'classes mais populares' optam por padrões de cor mais fortes e saturados, como apontado por Sharpe (1974, p.136-137 *apud* CARDOSO, 2014)

Definidos os locais, o registro foi realizado inicialmente em dois domingos consecutivos, nos Altos da Cidade e no Centro. A coleta dos exemplares no Geisel/Redentor ocorreu a posteriori.

Em seguida, as fotografias foram organizadas por região e tratadas com uso do *software Adobe Lightroom*, para correção básica de cor e distorção de lente.

A análise foi realizada de acordo com métodos estabelecidos por Finizola e Coutinho (2009), que considera aspectos formais, autoria e forma de expressão visual. Agregam-se, ainda, questões referentes à organização no espaço, de acordo com pesquisa de análise de rótulos de aguardentes desenvolvido por Aragão *et. al* (2008).

Os resultados das análises serão tabulados de acordo com os parâmetros citados e cruzados entre si, com o objetivo de validar padrões que indiquem uma estética convergente entre os pintores de letra locais como elementos específicos de cada região.

Concomitantemente, os registros fotográficos estão sendo publicadas de forma *online* no perfil do *Instagram* tipografiasemlimites, com o uso de *hashtag*s que estabeleçam relação com o tema da pesquisa e divulguem as imagens.

3 Resultados

Ao final da pesquisa, espera-se definir elementos estéticos em comum às letras manuais da cidade, bem como singularidades entre as regiões destacadas. Como forma de inserção no contexto cultural nacional, os resultados também serão comparados com trabalhos de referência desenvolvidos na cidade do Rio de Janeiro (CARDOSO, 2003) e nos estados de Pernambuco (FINIZOLA, COUTINHO e SANTANA, 2003) e Pará (MARTINS, 2008)

Paralelamente, considera-se fomentar interação da comunidade bauruense e dos interessados em Design e letreiramentos manuais pela internet, por meio de *like*s, *follow*s e comentários no *Instagram*.

Referências

ARAGÃO, I. et al. Catalogação e análise dos rótulos de aguardente do Laboratório Oficina Guaianases de Gravura. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 8., 2008, São Paulo. **Anais do 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design.** São Paulo: AEND Brasil, 2008. p. 318-333.

BERTOLLI, Claudio; TALAMONI, Ana Carolina Biscalquini. **O suplício do bauruzinho**: cultura local, identidade e mídia. Caderno de Estudos Culturais, Campo Grande, v. 3, n. 6, p. 9-26, 2011

CARDOSO, Fernanda de Abreu. **Padrões cromáticos do design vernacular**. Z Cultural, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, 2014

CARDOSO, Fernanda de Abreu. **O universo simbólico do design gráfico vernacular**. 2010. Tese (Doutorado em Design) – Departamento de Artes & Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro

FINIZOLA, Fátima. **Abridores de letras de Pernambuco**: um mapeamento da gráfica popular / Fátima Finizola, Solange Coutinho, Damião Santana. São Paulo: Blucher, 2013.

FINIZOLA, Fátima; COUTINHO, Solange. **Uma classificação tipográfica para os letreiramentos populares**. Infodesign, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 16-29, 2009

MARTINS, Fernanda de O. **Letras que flutuam:** territórios fluidos da Amazônia. 2008. Tese (Especialização lato sensu) – Instituto de Ciências da Arte, Universidade Federal do Pará, Belém

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

A GEOMETRIA DOS ARCOS ARQUITETÔNICOS DO ACERVO ECLÉTICO CARIOCA: O CASTELO MOURISCO DA FIOCRUZ

ARAUJO, Gabrielle C. S. Braga[1],
LIMA, Karine de Amorim de[2],
SOBRAL FILHA, Doralice Duque[3].

Resumo

O presente artigo aborda os conteúdos de concordâncias geométricas e Arcos Arquitetônicos por meio do acervo eclético construído na cidade do Rio de Janeiro. A pesquisa em que se insere o tema proposto tem como objetivo principal sugerir uma integração entre Geometria e Arte possibilitando uma abordagem didática para o ensino. A princípio buscaremos focar na metodologia de pesquisa para o trabalho proposto fazendo um estudo de caso sobre as aberturas da fachada principal do Palácio Mourisco da Fiocruz. As atividades de pesquisa buscam maior envolvimento dos alunos e dos professores além de fortalecer autonomia investigativa, a educação patrimonial e gráfica. Partindo da compreensão de que o desenho geométrico estimula o aluno ao raciocínio lógico de descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive, sua contribuição na formação do desenvolvimento humano fortalece por sua vez, a aproximação com Arte e Cultura.

Palavras-chave: Desenho Geométrico, Arcos Arquitetônicos, Castelo Mourisco.

Abstract

The present article deals with the contents of geometric concordances and Architectural Arches through the eclectic collection built in the city of Rio de Janeiro. The research in which the proposed theme is inserted has as main objective to suggest an integration between Geometry and Art, enabling a didactic approach to teaching. At first we will focus on the research methodology for the proposed work, making a case study about the openings of the main façade of the Moorish Palace of Fiocruz. Research activities seek greater involvement of students and teachers in addition to strengthening investigative autonomy, heritage and graphic education. Starting from the understanding that the geometric design stimulates the student to the logical reasoning to describe and represent, in an organized way, the world in which he lives, his contribution in the formation of human development, in turn, strengthens the rapprochement with Art and Culture.

Keywords: Geometric Drawing, Architectural Arches, Moorish Castle

[1] UFRJ. gabrielle.christine.a@gmail.com
[2] UFRJ. karineamorimlima@hotmail.com
[3] UFRJ. doraliceduque@gmail.com

1 Introdução

Sabe-se que o Desenho Geométrico estimula o aluno a compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive, incentivando o processo de criatividade em várias áreas do conhecimento. A geometria está presente nas mais diversas formas e situações do nosso cotidiano e sua apropriação se dá na escola tanto por meio dos traçados à régua e compasso, quanto na exploração dos conteúdos do espaço e das formas.

Dentro desta perspectiva, a pesquisa tem como objetivo principal sugerir uma abordagem didática para o ensino de Arcos Geométricos Arquitetônicos, fazendo uso do acervo eclético edificado carioca. Busca-se também, a valorização de situações lúdicas de aprendizagem, apropriação e inclusão cultural e social, utilizando obras que fazem parte da história da cidade.

O Rio de Janeiro é uma das capitais do país que detêm um número expressivo de construções ecléticas, onde procuraremos selecionar os exemplares em diferentes bairros da cidade. A escolha do Palácio Mourisco da Fiocruz, a princípio, se deu pela riqueza dos detalhes das aberturas externas, além da sua importância para o entorno onde se situa.

A metodologia da pesquisa ainda está em fase inicial, porém os trabalhos já desenvolvidos se apresentaram riquíssimos de proposições investigativas e metodológicas. Para catalogação dos arcos do Castelo Mourisco equipe vem fazendo visitas ao local para levantamento tipológico e métrico dos arcos existentes. Logo em seguida às visitas, inicia-se o processo dos estudos gráficos dos deles. Durante a análise gráfica os traçados geométricos feitos à mão ou via computador buscamos evidenciar os aspectos artísticos e técnicos, conformando o acervo da pesquisa.

Nosso objeto de estudo, o Castelo Mourisco da Fiocruz, está inserido na abordagem relativa à educação gráfica e patrimonial de alunos da rede pública de ensino da cidade do Rio de Janeiro. Para esse percurso, um acervo material vem sendo montado como suporte para as metodologias de ensino que auxiliem na construção do conhecimento sobre Geometria e Arte. Os arcos dos Castelo Mourisco conformam este acervo de pesquisa ainda em construção, e vem servindo de inspiração para a escolha das demais construções ecléticas que compõe o patrimônio histórico edificado do Rio de Janeiro.

2 O Castelo Mourisco da Fiocruz – Rio de Janeiro

Representando a ciência por meio de sua majestosa forma, o Castelo Mourisco é um edifício que faz parte do Complexo do Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro. Construído no início do século XX, pelo engenheiro-arquiteto Luiz de Moraes Júnior, a partir de um croqui desenhado pelo próprio Oswaldo Cruz após uma de suas viagens para a Europa. A estrutura arquitetônica traduz assim, o desejo do médico recriando a linguagem mourisca da península Ibérica e prestando uma homenagem à importância da medicina árabe no solo Brasileiro.

Figura 1 – Fachada Principal do Castelo Mourisco da Fiocruz.
Fonte: http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/area-de-visitacao/castelo-mourisco

Ao desejo de seu fundador foi construído, tendo como referencial a arte Mudejár, um modelo repleto de ornamentações geométricas fruto da tradição islâmica. A riqueza gráfica do edifício o torna objeto de estudo de nossa pesquisa. Pelos seus quatro andares pode-se ver a diversidade exuberante por seus azulejos, mosaicos, estuques, vitrais e, como aqui destacamos, a diversidade dos arcos arquitetônicos, que se harmonizam com o todo dando destaque ao Mourisco, preservando em si o caráter da obra de estilo eclético/historicista: Neomourisco.

3 O Ecletismo Carioca

O Ecletismo na arquitetura, surgiu na Europa entre os séculos XIX e XX, e compreende uma proposta compositiva em que se utiliza diferentes referências artísticas, de épocas e lugares diferentes em uma mesma obra, ou mesmo fazendo uma memória interpretativa à um estilo arquitetônico. A arquitetura eclética se caracteriza por sua grandiosidade, simetria e riqueza decorativa, além de evidenciar novos materiais e técnicas construtivas.

No Brasil a presença do estilo foi preponderante nas propostas de reformulação urbana no início do século XX, mas seu ensino já havia sido introduzido na Academia Imperial de Belas Artes na segunda metade do século XIX. Ainda sob influência francesa e liderado pelo engenheiro Francisco Pereira Passos (também prefeito do Rio de Janeiro de 1902 a 1906), um grande número de construções ecléticas foram inseridas na paisagem da cidade em remodelação. Grandes avenidas surgiram com construções imponentes e de diversos estilos, numa mesclagem de influências culturais e artísticas que fascinavam o espectador.

Alguns exemplares deste período ainda estão presentes na vida urbana da cidade como Museu Nacional de Belas Artes, o Teatro Municipal e a Biblioteca Nacional, dentre outras construções, que foram transformadas em patrimônio nacional, e marcaram nitidamente à cultura e a paisagem carioca.

4 Os Arcos do Castelo

O arco é utilizado desde os tempos mais remotos como elemento estrutural na arquitetura e sua função está ligada tanto ao desenvolvimento artístico quanto técnico. É considerado também um elemento construtivo e de sustentação que tem a finalidade de cobrir vãos ou um determinado espaço (abertura) existente entre dois pontos fixos.

O desenho gráfico dos Arcos arquitetônicos perpassa os assuntos de concordâncias geométricas e são feitos por meio de simples traçados ordenados segundo diversos estilos arquitetônicos. O ensino/aprendizagem dos arcos associados à investigação histórica tem como meta explorar os conceitos de geometria, da percepção visual e estética dos alunos. É, sobretudo, mais um recurso didático que fomenta a valorização do patrimônio histórico.

Através de programas gráficos de geometria dinâmica ou dos esquadros, réguas e compassos, pode-se trabalhar a importância dos traçados geométricos e como estes influenciam na atividade criativa e cognitiva dos alunos ao longo de toda sua formação. Quando associado à cultura material, como no caso dos arcos arquitetônicos, desenvolve também o senso crítico e a sensibilidade estética.

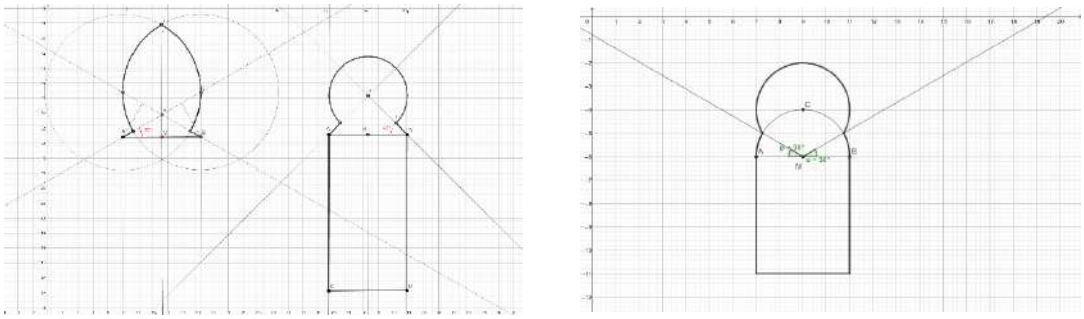


Figura 2 – Estudos dos traçados gráficos dos Arcos do Castelo Mourisco: arco mourisco e arco de ferradura.
Fonte: das autoras

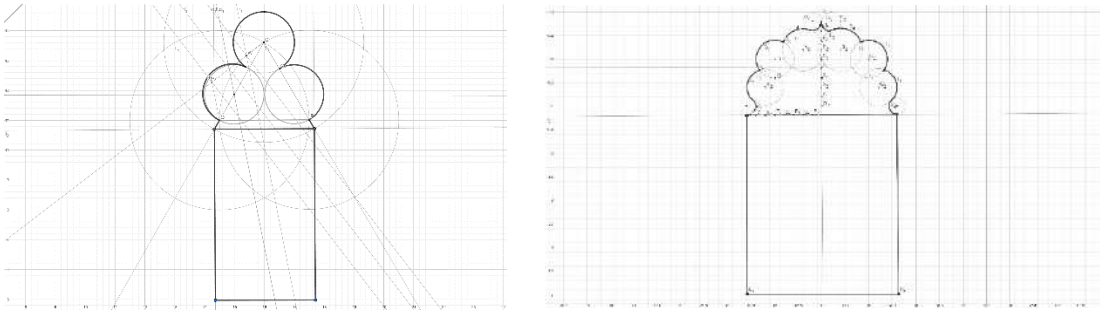


Figura 3 – Estudos dos traçados gráficos dos Arcos do Castelo Mourisco: arco trilobulado e arco geminado.
Fonte: das autoras

Os arcos da fachada principal do Castelo Mourisco da Fiocruz nos dão exemplo da diversidade e riqueza do tema. Numa mesma projeção frontal temos cinco tipos de arcos: mourisco, ferradura, trilobulado, geminado e abatido. A diversidade do edifício se expande nas projeções laterais e na posterior.

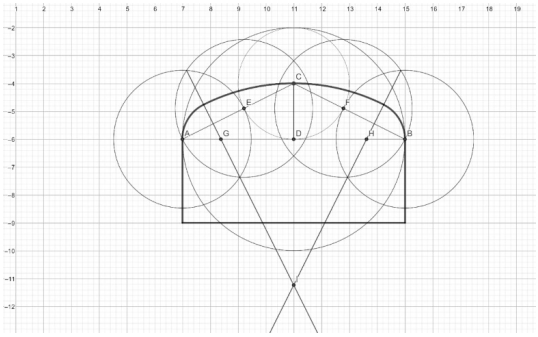


Figura 4 – Estudos dos traçados gráficos dos Arcos do Castelo Mourisco: arco abatido.
Fonte: Autoras.

5 Conclusão

A associação entre Geometria e Arte na pesquisa apresentada busca valorizar a cultura material como suporte de aprendizagem integrando a multidisciplinaridade que os dois temas propõem. A disciplina dos traçados geométricos expande os conhecimentos matemáticos de forma gráfica e agregam os artísticos por natureza. Desenvolver a autonomia, a sensibilidade para percepção das formas geométricas na natureza e sua aplicação na produção humana traz um ganho cultural e humano na formação dos alunos. O ensino do desenho contribui para a leitura e interpretação dos bens artísticos, sendo uma das bases para a construção visual e estética. O desenho é a língua pela qual a arquitetura se comunica, logo esta se torna um suporte de várias interpretações gráficas dando acesso um conhecimento passível de abordagens didáticas que traduzem numa atitude mais ativa e construtiva dos alunos.

Referências

FABRIS, A.(org.). **Ecletismo na Arquitetura Brasileira**. São Paulo: Nobel, 1987.

CARVALHO, B. A. **Desenho Geométrico**. Rio de Janeiro: Novo Milênio, 2008.

DOHMANN, Marcus (org.). **A Experiencia Material: A Cultura do Objeto**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2013.

LE GOF, Jacques. **História e Memória**. Campinas: Unicamp, 1990.

REZENDE, Eliane Q.; DE QUEIROZ, Maria L. **Geometria Euclidiana Plana e Construções Geométricas**. São Paulo: Unicamp, 2000.

RIO 2019
GRAPHICA

RESUMO EXPANDIDO

PROJETOS:

Projetos, inovação e sustentabilidade

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

APLICAÇÃO DE JOGO LÚDICO PARA CONSCIENTIZAÇÃO DE CRIANÇAS NA TEMÁTICA ÁGUA

CORRÊA, Camila[1],
NATIVIDADE, Jadia[2],
SOUZA, Ana Carolina[3],

Resumo

O meio ambiente, em especial a água, é um bem de uso comum da população devendo ser defendida e preservada. Dessa forma, o presente estudo tem por finalidade apresentar a aplicação de um jogo lúdico para promover a conscientização e a mobilização da população, principalmente do público infanto-juvenil, sobre a temática da água. Com isso, estimulando a conservação dos recursos naturais, favorecendo a solidariedade intergeracional em prol da sustentabilidade.

Palavras-chave: educação ambiental; água, sustentabilidade.

Abstract

The environmental, mainly the water, is a common good of the people and should be defended and preserved. Thus, the present study aims to present the application of a playful game to promote the awareness and mobilization of population, in particular, the children and youth public, on the theme of water, stimulating the conservation of natural resources, favoring intergenerational solidarity for the sake of sustainability.

Keywords: environmental education, water, sustainability**.**

[1] Universidade Federal Fluminense (UFF); anavalenca@id.uff.br
[2] Universidade Federal Fluminense (UFF); camilaabreu@id.uff.br
[3] Universidade Federal Fluminense (UFF); jadianunes@gmail.com

1 Introdução e Objetivo

O crescimento populacional com o passar dos anos tem intensificado a exploração dos recursos naturais em função de atender à demanda da sociedade. A Constituição Federal de 1988 no Art. 225 menciona que o meio ambiente é bem de uso comum do povo, devendo ser preservado e defendido em prol da sustentabilidade e da manutenção da vida, implicando a prudência com o uso dos recursos hídricos. Em 2015, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram estabelecidos para que a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável seja cumprida, determinando metas entre os países signatários, entre os quais o Brasil, favorecendo o acesso à água segura e à igualdade da educação de qualidade, como elucidado nos ODS 6 e 4, respectivamente (UNITED NATIONS, 2017), promovendo um plano de ação com medidas urgentes para conduzir o mundo em um rumo sustentável e resiliente (ONU, 2015). Ou seja, a conscientização entre as diferentes gerações, principalmente do público infanto-juvenil sobre o uso dos recursos naturais é de suma importância, pois são de finita quantidade, em especial a água, um bem que deve ser preservado (UNITED NATIONS, 2016).

A Organização das Nações Unidas (ONU) alertou por meio de relatórios sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos para a conscientização do planeta acerca dos recursos hídricos sobre previsões preocupantes relacionadas a essa temática para 2050 uma vez que o aumento da demanda de água na agricultura e em setores produtivos, por exemplo, pode causar um colapso hídrico (VERIATO et al., 2015). Além da exploração intensa do recurso, a poluição dos corpos hídricos por atividades como mineração, indústria química e têxtil e despejo de esgoto *in natura* diminuem ainda mais a disponibilidade da água para consumo humano imediato.

O incentivo para a conservação dos recursos naturais tem a educação ambiental como uma importante ferramenta para a promoção da solidariedade intergeracional, ao fomentar discussões sobre as questões ambientais, proporcionando a construção de conhecimentos do público infanto-juvenil sobre a temática. Dessa forma, é possível observar a transformação de valores e de atitudes que devem ser seguidos para o desenvolvimento de uma nova realidade, formando cidadãos com consciência e responsabilidade ambiental com o planeta (KONDRAT; MACIEL, 2013 apud GUIMARÃES, 1995; MELO, 2017).

Nos últimos anos, foi verificado o crescimento de abordagens baseadas em inovações tecnológicas e a evolução de atividades lúdicas criadas que mobilizam seus usuários, promovendo conhecimentos sobre um tema em especifico, como meio ambiente e sustentabilidade (MORGANTI et al., 2017). Dessa forma, ao observar a necessidade de conscientização da população, principalmente do público infanto-juvenil, a respeito da temática sobre preservação ambiental, o presente estudo tem por objetivo fazer um relato e avaliação sobre aplicação do jogo “Caminho da Água”, elaborado dentro do Laboratório de Gestão Ambiental (LabGEA) da Universidade Federal Fluminense (UFF) em 2017. Em 2018, o jogo foi aplicado para alunos de Ensino Médio e Fundamental em duas escolas públicas de Duque de Caxias (RJ): Colégio Pedro II e o Colégio Estadual Rui Barbosa.

2 Desenvolvimento

O tabuleiro foi baseado nas vistas superior e cavalera, pois o rio que é o caminho a ser seguido pelo jogador foi desenvolvido a partir da vista superior, enquanto que as demais

ilustrações do tabuleiro são embasadas na vista cavalera, uma vez que foram elaborados com o propósito de serem o mais lúdico e interativo possível, ou seja, a expressão gráfica é a fundamentação da expressão artística utilizada no jogo.

A metodologia utilizada foi a aplicação do jogo "Caminho da Água" com os tabuleiros e cartas impressos em folha A3, as regras impressas em A4 e cinco papéis coloridos para cada grupo de cinco jogadores. Os pinos do jogo e os dados foram montados em papel e as cartas recortadas na hora, sendo o material totalmente reciclável. Para o prêmio, uma caixa de guloseimas foi atribuída ao primeiro lugar, uma versão impressa do jogo colorida para o segundo lugar e uma versão em preto e branco para o terceiro lugar, de forma a motivar ainda mais a aplicação e assimilação dos conhecimentos transmitidos pela atividade. As perguntas propostas aos jogadores são distribuídas entre os temas consumos, curiosidades, tratamento, uso racional da água e poluição, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Distribuição das perguntas de acordo com a temática
Fonte: WADA, 2018.

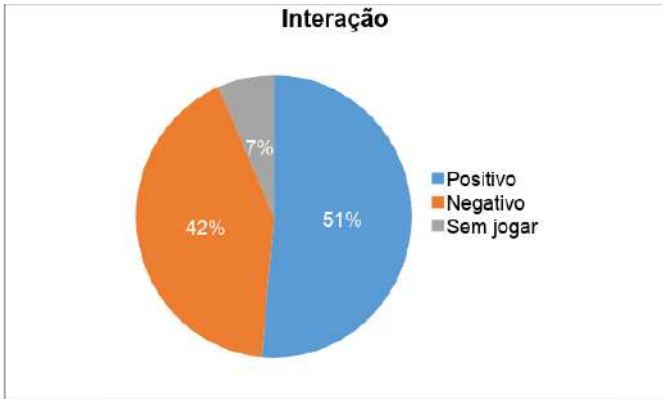


Figura 2 - Distribuição das interações
Fonte: WADA, 2018.

A Figura 2 indica o percentual de incidência das interações durante o jogo disponibilizadas nas cartas.

Foram utilizados os seguintes materiais para cada grupo:

- 1 tabuleiro
- 30 cartas perguntas e 20 cartas interação, totalizando 50 cartas
- Dados
- Barquinhos

A realização da atividade se deu por meio das etapas:

Com um mês de antecedência foi realizado o contato com o responsável da escola através de correspondência eletrônica. Após a confirmação, enviou-se um termo de anuência à instituição e também um documento em que o aplicador do jogo se responsabilizou a utilizar os dados, imagens e entre outros meios obtidos apenas para o propósito da pesquisa. O tabuleiro e as cartas foram impressos em A3, com as cartas recortadas pelos alunos. Além disso, os papéis coloridos com os tamanhos definidos pelas instruções do jogo foram recortados e montados também pelos estudantes. Com os papéis coloridos cortados, é possível formar os barquinhos de papel que servem como pinos no tabuleiro para cada um dos cinco jogadores. Ao final, os dados foram recortados na folha de instruções e colados também pelos alunos. Dessa forma, possibilitou-se uma maior integração do jogador com o jogo.

As turmas de trinta alunos foram divididas em seis grupos com cinco jogadores por tabuleiro. Após preparação do material, cada aluno lançou os dois dados e aquele que obteve o maior somatório iniciou a partida, podendo começar o jogo. Cada jogador ao lançar os dados fez o percurso no tabuleiro, parando nas casas de acordo com os números resultantes nos dados e podendo retirar uma carta de pergunta ou interação. Por exemplo, ao cair na casa que contém uma interrogação, o adversário recolheu uma carta e fez a pergunta o jogador que nessa casa com a interrogação. A movimentação de quem responde depende de errar ou acertar a pergunta: voltar ou avançar determinado número de casas. O jogador que chegou primeiro no final do tabuleiro, venceu o jogo.

Ao final de cada aplicação do jogo houve uma pesquisa de satisfação incluindo opiniões, sugestões de melhorias e entre outros que foi feita aos multiplicadores por meio de formulários e gravações, por exemplo. Em ambos os casos o jogo teve 100% de aprovação.

3 Resultados

Durante a aplicação, foi possível observar que os alunos tiveram dificuldades para responder às perguntas na primeira rodada do jogo, em razão da carência de conhecimento sobre a temática da água. No entanto, movidos pela disputa de ganhar o jogo, os alunos se mostraram interessados em jogar assimilando o conteúdo, pois fixaram na memória as respostas das cartas, absorvendo tais conhecimentos intrinsecamente.

O resultado foi extremamente satisfatório: 100% dos jogadores aprovaram a atividade. Embora a temática da água seja bastante difundida atualmente, além de ser abordada nas escolas, é necessário que esses jovens possam adaptá-la à sua realidade, reforçando a importância de despertar a conscientização sobre os recursos hídricos, capacitando os estudantes a atuarem como multiplicadores ao aplicarem o jogo “Caminho da Água” em seus grupos sociais.

4 Conclusão

O uso de jogo lúdico para mobilização e conscientização sobre a temática água para públicos infanto-juvenis demonstrou resultados positivos. O estímulo da competição e a perspectiva de que ao jogar novamente, com respostas já conhecidas, o jovem obterá uma melhor pontuação, leva à fixação dos conceitos. Desta forma, o jogo lúdico se revela como uma alternativa à metodologia tradicional de ensino, facilitando a adesão dos participantes. Além disso, favorece ao desenvolvimento sustentável e à promoção da solidariedade intergeracional.

Referências

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **ODS6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores**. Brasília: [s.n.]. Acesso em: 19 de maio de 2019. Disponível em < http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/acesso-a-informacao/institucional/publicacoes/ods6/ods6.pdf>

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituição.htm>.

KONDRAT, H.; MACIEL, M. D. **Educação ambiental para a escola básica: contribuições para o desenvolvimento da cidadania e da sustentabilidade**. Revista Brasileira de Educação, v. 18, n. 55, p. 825–846, 2013.

MARCELINO, A. W. **CAMINHO DA ÁGUA Jogo educativo infantil com a temática água**. Niterói, 2018. 130 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Desenho Industrial) – Curso de Desenho Industrial – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

MELO, F. **Direito Ambiental.** 2ª edição. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: MÉTODO, 2017.

MORGANTI, L. et al**. Gaming for Earth: Serious games and gamification to engage consumers in pro-environmental behaviours for energy efficiency**. Energy Research & Social Science, v. 29, n. May, p. 95–102, jul. 2017.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL (ONU). *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.* 2015. <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

VERIATO, M. K. L. et al. **Água: Escassez, crise e perspectivas para 2050**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 2, p. 17, 2015.

UNITED NATIONS (UN). **United Nations Secretary-General ' S Plan : Water Action Decade 2018-2028**. . [S.l: s.n.], 2016. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/wateractiondecade>.

UNITED NATIONS (UN). **The Sustainable Development Goals Report**. United Nations Publications, p. 1–56, 2017.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

O OLHAR CURVO DO UNIVERSO: MONTAGEM DE UMA EXPOSIÇÃO MULTISSENSORIAL EM COMEMORAÇÃO AO CENTENÁRIO DO ECLIPSE DE SOBRAL- CE, EM 1919

BRASIL, FERNANDES, Sandro Soares[1]

Resumo

Em 2019 comemoramos 100 anos do eclipse de Sobral – CE, quando membros da comunidade científica através da análise das posições de estrelas distantes comprovaram que a luz ao passar por uma região de forte campo gravitacional sofria desvio previsto pelas equações da relatividade geral, de Albert Einstein. Visando divulgar e esclarecer os estudantes sobre a importância do evento, tanto para o Brasil como para toda a comunidade científica, o professor da disciplina de Física e alunos de cinco turmas do Ensino Médio de uma instituição Federal de ensino do Rio de Janeiro desenvolveram uma agenda, para o mês de maio de 2019, com o objetivo de trabalharem o tema dentro da escola, através de palestras, oficinas, atividades práticas, visitas a espaços de ciências e montagem de uma exposição multisensorial.

Palavras-chave: eclipse de Sobral; inclusão; Física; ensino de Ciências

Abstract

In 2019 we celebrated 100 years of the eclipse of Sobral - CE, where members of the scientific community through the analysis of the positions of distant stars proved that the light passing through a region of strong gravitational field suffered deviation predicted by the general relativity equations of Albert Einstein. Aiming to disseminate and clarify the school community about the importance of the event, both for Brazil and for the entire scientific community, professor of Physics and students of five high school classes of a Federal institution of education of Rio de Janeiro developed an agenda, to the month of May, 2019, with the purpose of working the theme inside the school, through lectures, workshops, practical activities, visits to science spaces and the assembly of a multisensory exhibition.

Keywords: eclipse of Sobral; inclusion; Physics; Science teaching

[1] Colégio Pedro II – Campus São Cristóvão III, sandrorjbr@uol.com.br.

1 Introdução

As Ciências e a tecnologia possuem um papel fundamental para o desenvolvimento social e econômico. Neste cenário, a divulgação científica ganha destaque assumindo o papel de transmitir à população, de forma dinâmica e simples, o conhecimento científico.

A educação científica possibilita aos cidadãos um reconhecimento da ciência como parte integrante da cultura humana, uma vez que o seu processo de produção é muito influenciado pelo momento histórico da sociedade. Deste modo, a divulgação científica como preceito fundamental busca a socialização de informações científicas e tecnológicas, visando incluir a população na produção e compartilhamentos de saberes e conhecimentos (GONÇALVES, 2013).

Certamente, a escola tem um papel especial no processo de divulgação científica. Contudo, grande parte do conhecimento transmitido nas escolas é apresentada como se todas as informações e teorias tivessem sido produzidas há muito tempo, por cientistas de países distantes em seus laboratórios. Aliás, muitos desses conhecimentos são mostrados como se já estivessem prontos “desde sempre”. Assim, os modelos tradicionais de ensino tendem a afastar o conhecimento científico do cotidiano do aluno, impossibilitando a apropriação do conhecimento científico. A Lei de Diretrizes e Bases da educação (LDB 9394/96) permite uma flexibilização para que as instituições de ensino possam complementar o seu currículo de base comum com uma parte diversificada, desde que levem em conta as necessidades da comunidade escolar. Precisamos valorizar a alfabetização dos cidadãos em ciência e tecnologia mostrando a importância de se agir, tomar decisões e compreender o mundo contemporâneo. (SANTOS e MORTIMER, 2002).

2 Objetivos

O tema escolhido para desencadear este processo de divulgação científica, dentro da nossa comunidade escolar, foi o Centenário do Eclipse de Sobral – CE. É um assunto abrangente e que, favorece a produção de propostas e materiais que podem valorizar diferentes abordagens. Destacamos agora, nossos objetivos principais.

- Esclarecer os alunos sobre a importância social do Eclipse de 1919 e seus impactos para a comunidade científica, através de um ciclo de palestras envolvendo pesquisadores externos e da própria instituição onde a proposta foi implementada.
- Construir materiais e roteiros para oficinas, com atividades práticas envolvendo os temas: eclipses, curvatura do espaço-tempo, expansão do Universo e vida das estrelas.
- Montagem de uma exposição multisensorial em parceria com o NAPNE (Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas), com a proposta de produzir materiais táteis, legendas e textos em braile de modo a aproximar todos os alunos do tema explorado.

3 Montagem da Exposição Multisensorial

Cinco turmas de alunos do Ensino Médio participaram do desenvolvimento e montagem da exposição. Em um primeiro momento, precisávamos conhecer a história e as variáveis envolvidas no eclipse de Sobral e para isso todos os alunos fizeram leituras de artigos científicos que foram apresentados pelo professor de Física. Estes textos foram discutidos, imagens antigas e recentes da cidade de Sobral foram apresentadas, imagens das chapas fotográficas

do eclipse (figura 1) foram analisadas e, quanto à física envolvida no evento, desenvolvida e explorada em sala de aula.

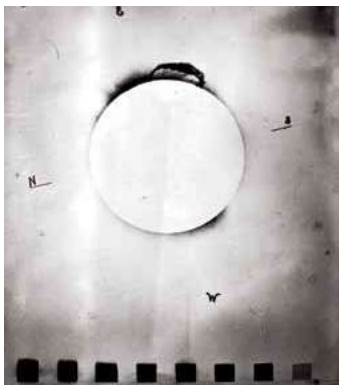


Figura 1: Imagem do disco da Lua sobre o do Sol registrada por uma das placas fotográficas.
Fonte: Autor.

As turmas da segunda e terceira séries do Ensino Médio ficaram responsáveis pelas imagens, fotografias e textos da exposição. As imagens foram obtidas com o celular e a condição é que tivessem relação com situações do nosso cotidiano e com os eclipses. Quanto aos desenhos exploraram o lado artístico dos alunos e os textos, que poderiam ser pequenos versos, poesias ou em forma de cordel, trabalhava as habilidades da língua escrita dos alunos. Textos e legendas de imagens, ou fotografias, também estavam em braile para que alunos cegos pudessem acompanhar de uma forma descritiva os itens da exposição. Ver figuras 2 e 3.

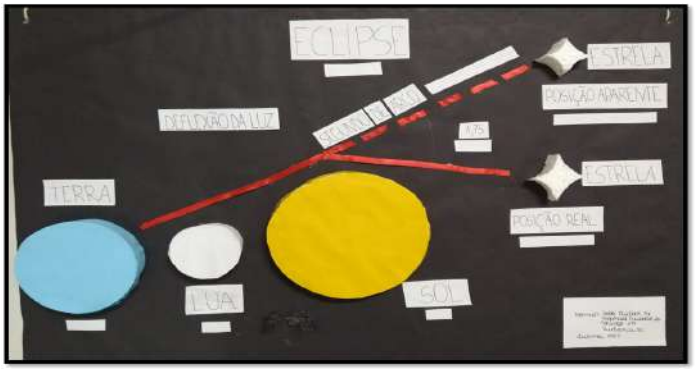


Figura 2: Desvio da luz em eclipse, apresentando legenda em braile e formas com diferentes texturas.
Fonte: Autor.

Figura 3: Telescópio multisensorial construído com materiais de texturas diferentes em cada uma de suas partes e com identificação dos diferentes materiais em braile.
Fonte: Autor.

Os alunos da primeira série do ensino médio ficaram responsáveis pelas maquetes e materiais táteis da exposição. Os grupos deveriam desenvolver seus projetos levando em consideração não só os conceitos físicos envolvidos, mas também o cuidado de desenvolver propostas que atendessem alunos com necessidades específicas. Assim, foram utilizados materiais com diferentes cores e texturas para que pudessem interagir da melhor maneira.

Na física, conceitos como campo, calor e luz são extremamente difíceis de serem assimilados pelos estudantes, são conceitos caracterizados por uma diversidade sensorial muito grande tanto para os alunos cegos ou com baixa visão quanto para estudantes videntes. Segundo Camargo (2016, p. 62)

> Os professores destinados às turmas que contemplam a presença de alunos com e sem deficiência visual devem estar dispostos a repensar seu discurso em sala de aula e a forma de gerenciar suas atividades e o material didático a ser fornecido, dando a todos os alunos a oportunidade de aprender com as diferenças perceptuais.

Os trabalhos foram recolhidos, analisados e os alunos fizeram alguns ajustes. Na segunda semana de maio de 2019 todos participaram da montagem da exposição em um espaço cedido pela direção do Colégio. A exposição, O OLHAR CURVO DO UNIVERSO ficou disponível para visitação dos alunos do colégio até a primeira semana do mês de Junho.

No lançamento da exposição recebemos uma equipe da TV Escola que fez uma reportagem especial sobre o centenário do eclipse de Sobral com participação de alguns alunos responsáveis pela montagem da exposição. Ver figuras 4 e 5.

Figura 4: aluna que desenvolveu cordel em homenagem ao centenário do eclipse dando entrevista para o programa Rede Escola.
Fonte: Autor.

Figura 5: Alunos visitando e interagindo com exposição.
Fonte: Autor.

4 Conclusão

Integrar diferentes áreas de conhecimento de modo a criar um evento fez com que os alunos entendessem como funciona o processo de construção da ciência. O ensino de ciências tem importante papel na formação dos estudantes, sobretudo se quisermos uma educação científica realmente significativa para estes.

Neste contexto, esta proposta de projeto integrando diferentes áreas, desenvolve seu papel para a introdução dos estudantes nas práticas da investigação científica e no contato direto com os temas voltados para necessidades da escola e seu entorno, objetivando uma educação científica e técnica muito mais completa e interessante. É visível a satisfação do aluno em participar desse processo de ensino em que ele constrói o conhecimento, em que ele é o foco do aprendizado e o professor, um orientador.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases para Educação Nacional**. Brasília, DF, 1996.

CAMARGO, E, P. **Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual**. .ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

GONÇALVES, E. M. Os discursos da divulgação científica: um estudo de revistas especializadas em divulgar ciência para o público leigo. **Brazilian Journalism Research**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 210-227, 2013.

SANTOS, W.L.P. e MORTINER, E.F. **Uma Análise De Pressupostos Teóricos Da Abordagem C-T-S No Contexto Da Educação Brasileira**. In: Ensaio. Belo Horizonte. V.2 N. 2 UFMG: 2002 p.1-23.

PROGRAMA REDE ESCOLA – **Centenário do eclipse de Sobral** <https://www.youtube.com/watch?v=ICSjfsUNIvc> Acesso em 29 julho 2019.

RIO 2019
GRAPHICA

RESUMO EXPANDIDO

APLICAÇÃO:

Conexões entre o pensamento gráfico e as tecnologias

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

REALIDADE AUMENTADA APLICADA ÀS APOSTILAS DE DESENHO NO ENSINO MÉDIO DO COLÉGIO PEDRO II

GENEROSO, Patrícia Cristina Cardoso[1]

Resumo

Trabalho realizado no ano de 2018, com alunos de Iniciação Científica Júnior, do Colégio Pedro II, Campus São Cristóvão III, situado na cidade do Rio de Janeiro. O objetivo era construir um aplicativo de Realidade Aumentada que mostrasse na apostila os sólidos estudados durante o ano letivo. O resultado final foi um protótipo de um aplicativo todo desenvolvido pelos alunos, ainda rudimentar, mas com potencial para futuros aperfeiçoamentos.

Palavras-chave: realidade aumentada; desenho; ensino; tecnologia.

Abstract

Work realized in the year 2018, with students of Scientific Initiation Junior of the Pedro II Elementary School, São Cristóvão III Campus, located in Rio de Janeiro. The goal was to build an augmented Reality application that would show the solids studied during the school year in the handout. The final result was a prototype of an application, all developed by the students, still rudimentary, but with potential for future improvements.

Keywords: increased reality; draw; teaching; technology.

[1] Colégio Pedro II, pgeneroso2@gmail.com

1 Importância do uso da Realidade aumentada nas aulas de Desenho

Com o crescente aumento de ferramentas informatizadas para o uso didático, faz-se mais do que necessário ajustar nosso material às demandas contemporâneas. Pierry Levy (1984) afirma: "Os indivíduos toleram cada vez menos seguir cursos uniformes ou rígidos que não correspondem a suas necessidades reais e à especificidade de seu trajeto de vida." (LEVY, 1984, p. 171). E nos questiona:

> Como manter as práticas pedagógicas atualizadas com esses novos processos de transação de conhecimento? Não se trata aqui de usar as tecnologias a qualquer custo, mas sim de acompanhar consciente e deliberadamente uma mudança de civilização que questiona profundamente as formas institucionais, as mentalidades e a cultura dos sistemas educacionais tradicionais e, sobretudo os papéis de professor e de aluno. (LEVY, 1984, p. 173)

Por ser uma matéria de representação gráfica, o Desenho precisa se alinhar com as novas tecnologias, atualmente vemos em destaque o uso da Realidade Aumentada (RA) para usos educacionais.

RA consiste na utilização de uma câmera para integrar elementos virtuais ao mundo real. Essa interatividade abre boas possibilidades para seu uso no meio educacional.

Kaufmann e Schmalstieg (2002) relatam o desenvolvimento de um software de modelagem 3D através da RA. Segundo o autor, ao ver os objetos e interagir com eles, os alunos tiveram uma melhora na sua inteligência espacial e consequentemente na disciplina GD. Ao ver os objetos os alunos conseguiram resolver mais facilmente os problemas espaciais mais complexos, do que se o tivessem feito com os materiais tradicionais (caneta e papel).

Já na área da Geometria Descritiva (GD) no Brasil, destacamos o trabalho de Lima, Haguenauer e Cunha (2007), que trouxe diferencial para o ensino da GD no meio acadêmico. Nosso desafio, no entanto, se trata de ensinar o conteúdo para alunos do ensino médio que possuem lacunas de aprendizagem ou nunca viram Desenho Geométrico em seus colégios anteriores. Os próprios autores relatam dificuldades com o ensino da GD: "O Ensino Tradicional privilegia as chamadas Inteligência Linguística e a Lógico-Matemática, negligenciando a Inteligência Espacial", e isso explica o motivo dos alunos possuírem dificuldades em GD. O autor ainda afirma que experimentar diferentes tipos de visualizações ajuda no desenvolvimento da Inteligência Espacial[2], tão necessária para o aprendizado da disciplina.

Segundo as teorias cognitivas de Van Hiele (1984), o desenvolvimento do pensamento geométrico está dividido conforme a figura1:

Figura 1 - Níveis de conhecimento geométrico segundo Van Hiele.
Fonte: Adaptação da autora.

[2] Teoria das Inteligências Múltiplas, ABREU (2002) apud LIMA, HAGUENAUER e CUNHA (2007)

Logo, nossos alunos serão beneficiados, principalmente aqueles que não tiveram Desenho no ensino fundamental.

Atualmente também existe uma demanda do uso pedagógico dos celulares em sala de aula. Alguns autores citam alguns benefícios. Norris, Hossain e Soloway (2013), por exemplo, afirmam que o uso do dispositivo mobile pode ser uma solução para a dificuldade encontrada no uso constante de tecnologia em sala, já que o celular está sempre ao alcance do estudante. E ousam ainda afirmar que se os celulares forem usados somente como complementos ao currículo, e não como novas ferramentas de aprendizagem, uma grande oportunidade será perdida.

2 Desenvolvimento do trabalho

Este trabalho objetivou criar um aplicativo de RA, que lesse marcadores impressos na apostila física, possibilitando a visualização do corpo geométrico estudado na tela do smartphone. Um grupo de quatro alunos da terceira série do ensino médio participou do desenvolvimento do protótipo do programa. Os alunos eram bolsistas de um projeto de Iniciação Científica Júnior, orientados pela autora. Estes foram divididos em dois grupos: os responsáveis pela modelagem dos Corpos Geométricos, (alunos do ensino regular) e os responsáveis pela programação e desenvolvimento do software de RA (alunos do curso técnico em informática). Na tabela 1 temos o resumo das atividades desenvolvidas.

Tabela 1 - Funções de cada grupo de estudantes

Grupo de modelagem:
- Familiarizar-se com o software de modelagem tridimensional Sketchup - Tarefas semanais, modelando prismas, pirâmides, poliedros de Platão e Sólidos de Revolução, seguindo os enunciados da apostila de Desenho do Colégio Pedro II.
Grupo de programação:
- Familiarizar-se com o ambiente de desenvolvimento integrado Android Studio para dispositivos móveis e a plataforma de codificação Java - Geração um código para ler marcadores e/ou QR codes. - Descoberta de uma tecnologia compatível com Android. Mas sua extensão para tecnologia de RA tornou-se bastante complicada, inviabilizando seu uso para o projeto. - Descoberta da tecnologia do motor de jogos virtuais Unity3D. Vuforia para Unity foi a melhor solução para o projeto - Após o desenvolvimento, o software foi integrado com o leitor de marcadores, previamente desenvolvido.

Fonte: Autora.

Após o desenvolvimento, o protótipo foi entregue e foram realizados os primeiros testes com os marcadores físicos. Sugestões de melhorias e implementações para os próximos anos foram feitas.

Para a versão de teste, foram incluídos cinco marcadores (os cinco Poliedros de Platão) (Figura 2). Na figura 3, temos o ícone inicial do programa.

Figura 2 - Marcadores gerados pelos alunos.
Fonte: Autora.

Figura 3 - Ícone inicial do programa.
Fonte: Autora.

Ao abrir o programa, e apontar a tela do celular para os marcadores acima, os resultados são os demonstrados na figura 4:

Figura 4 - Imagens geradas no celular após a leitura dos marcadores.
Fonte: Autora.

O programa[3] ainda está em fase de desenvolvimento. Um novo grupo de alunos será responsável pelo seu aperfeiçoamento durante o ano letivo de 2019. Dentre as melhorias planejadas destacam-se:

- Disponibilizar o aplicativo para plataformas como o Google Play.
- Diminuir a margem de erro ao visualizar os sólidos.
- Informações sobre quantidade de vértices, faces e arestas e aplicação de cores, texturas e movimento aos modelos.

3 Conclusão

Durante o ano de 2018, notamos que a aplicação do projeto em sala de aula será possível pelo menos para o ano letivo de 2020. A tabela 2 demonstra os pontos positivos e negativos do projeto:

Tabela 2 - Pontos positivos e negativos do projeto.

Pontos positivos:	Pontos Negativos:
Dialogar bem com os usuários básicos de informática, e ser completamente desenvolvido por alunos.	Disponibilidade limitada de internet wi-fi no interior do colégio
Integração de tecnologia e apostilas físicas, possibilitando o uso sem abandonar completamente os métodos tradicionais de ensino de Desenho.	Dificuldade em disponibilizar o programa em plataformas de livre acesso (Google Play).
Não precisar do laboratório de informática, já que o celular é um recurso que quase todos os alunos possuem em mãos.	Indisponibilidade financeira, para comprar licenças de softwares.

[3] *Solid Visioo*: Versão de testes disponível para download em: https://bit.ly/2mnsskb

Visualização rápida do conteúdo, facilitando assim o trabalho do professor, que não precisaria se deslocar de sala em sala com maquetes físicas ou utilizar um aparelho de projeção. Em turmas maiores, todos terão acesso ao conteúdo.	Disponibilidade de alunos com bom conhecimento pedagógico na disciplina Desenho, aliada com algum nível de conhecimento de modelagem 3D e/ou programação mobile.
Os modelos são modelados seguindo os enunciados da apostila.	
Possibilidade de visualização de vários sólidos, mesmo off-line, o que pode possibilitar um melhor desempenho na disciplina. O estudante pode aprender no seu próprio tempo.	

Como vimos acima, o projeto possui pontos positivos notáveis e consideramos que sua aplicabilidade trará grandes benefícios, tanto ao professor, quanto ao aluno. Por isso acreditamos que o programa *Solid Visioo* tem um grande potencial no futuro do ensino de Desenho no Colégio Pedro II.

Referências

LÉVY, Pierre. **Cibercultura.** (Trad. Carlos Irineu da Costa). São Paulo: Editora 34, 2009.

LIMA, Alvaro José Rodrigues de; HAGUENAUER, Cristina Jasbinschek; CUNHA, Gerson Gomes. **A Realidade Aumentada No Ensino Da Geometria Descritiva.** In: Vii International Conference On Graphics Engineering For Arts And Design Xviii Simpósio Nacional De Geometria Descritiva E Desenho Técnico, 2007, Paraná. Anais**.** Universidade Federal do Paraná, 2007. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf/graphica2007a/>. Acesso em: 25 jul. 2019.

NORRIS, Cathie; HOSSAIN, Akhlaq; SOLOWAY, Elliot. **Supplemental Versus Essential Use of Computing Devices in the Classroom: An Analysis.** In: Huang R., Kinshuk, Spector J.M. (eds) Reshaping Learning. New Frontiers of Educational Research. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013 Disponível em:< https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-32301-0_14#page-1> acesso 12 mai. 2019.

KAUFMANN, Hannes; SCHMALSTIEG, Dieter 2002, July. **Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality.** In *ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications* (pp. 37-41). ACM.

VAN HIELE, Dina. **The didactics of geometry in the Lowest Class of secondary School**. In: FUYS, David et al. English translation of Selected Writing of Dina Van Hiele – Geodof and Pierre M. Van Hiele. COPYRIGHT, 1984.

RIO 2019
GRAPHICA
XIII International Conference on Graphics
Engineering for Arts and Design

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS DO CORPO HUMANO PARA ESTUDOS NA MEDICINA

AGUIAR, Bárbara de Cássia Xavier Cassins[1],
CARBONI, Márcio Henrique de Sousa[2],
VALETON, Caroline[3].

Resumo

A utilização de modelos didáticos nos permite colaborar com o aprendizado dos estudantes. Entretanto, nem sempre é possível ter nas aulas de anatomia um modelo biológico. Nessa perspectiva, modelos 3D cumprem esse papel. Este trabalho apresenta um método capaz de reproduzir protótipos de ossos do corpo humano com o auxílio da modelagem 3D e da prototipagem rápida, tornando-se instrumento para a construção de material didático/pedagógico. Ademais, profissionais da área médica também encontram dificuldades, como a falta de modelos de representação das partes do corpo para uma correta e clara explicação do problema ao paciente. Neste sentido, o presente trabalho contribui com a busca de soluções para este problema.

Palavras-chave: modelos didáticos; modelagem 3D; prototipagem rápida.

Abstract

The use of didactic models allows us to collaborate with students learning. However, it is not always possible to take anatomy classes in a biological model. From this perspective, 3D models fulfill this role. This work presents a method capable of reproducing prototypes of bones of the human body with the aid of 3D modeling and rapid prototyping, becoming an instrument for the construction of didactic / pedagogical material. In addition, medical professionals also have difficulties, such as the lack of models of body parts representation for a correct and clear explanation of the problem to the patient. In this sense, the present work with a search for solutions to this problem.

Keywords: didactic models; 3D modeling; rapid prototyping.

[1] Universidade Federal do Paraná – UFPR – babi.eg@ufpr.br
[2] Universidade Federal do Paraná – UFPR – mhcarboni@ufpr.br
[3] Universidade Federal do Paraná – UFPR – carolinevaleton@gmail.com

1 Introdução

Diante da introdução de novas tecnologias em ensino nos últimos anos, a utilização de modelos didáticos nos permite colaborar com o aprendizado dos estudantes. Com a modelagem 3D e a prototipagem rápida é possível reproduzir qualquer peça com rapidez e praticidade.

Segundo Matozinhos *et. al* (2017), a modelagem 3D consiste em construir superfícies tridimensionais que, por meio de softwares CAD especializados, compõe objetos poligonais, objetos curvos e esculturas digitais. A partir de um sistema de coordenadas (x, y, z) são dadas as primeiras medidas, iniciando sempre com sólidos geométricos simples (esferas, cilindros, paralelepípedos, entre outros) ou com desenhos 2D que devem ser extrudados.

Para uma boa visualização do produto final, é realizada uma renderização (processo onde é gerada uma imagem realista do objeto) ou a prototipagem rápida. Tendo a impressão 3D como método mais usual, a prototipagem rápida é um processo acelerado e econômico na produção em grande escala de objetos e utiliza os modelos de projeto CAD como base e, através do processo aditivo, os objetos são construídos camada a camada de acordo com a programação feita pelo software (MEDEIROS *et. al*., 2016). Dentre os inúmeros softwares presentes no mercado, os mais utilizados para modelagem 3D são: *SketchUp*, *ZBrush*, *Blender*, *Rhinoceros*, *3Ds Max*, *Fusion*, *Revit* e *SolidWorks*.

Para Donderwinkel *et. al.* (2017), a modelagem 3D e a prototipagem rápida já possuem um amplo mercado e, ainda assim, continuam em processo de inovação constante, utilizando desde os polímeros mais usuais “ABS” e “PLA”, como também novos filamentos como o “*Bioinks”*, substância composta por células vivas utilizada na área da saúde.

Este trabalho apresenta um método capaz de reproduzir protótipos de ossos do corpo humano, com o auxílio da modelagem 3D e da prototipagem rápida, tornando-se instrumento para a construção de material didático/pedagógico. Ademais, profissionais da área médica também encontram dificuldades, como a falta de modelos de representação das partes do corpo, para uma correta e clara explicação do problema ao paciente. Neste sentido, o presente trabalho procura contribuir com a busca de soluções para este problema.

2 A pelve

Neste trabalho, o objeto de estudo será o osso da pelve humana feminina. Pretende-se criar um protótipo desta parte com a estrutura óssea e toda parte muscular que compõem o assoalho pélvico.

As disfunções do assoalho pélvico são um grupo de doenças crônicas que atingem principalmente as mulheres na idade reprodutiva e menopausa. Essas disfunções englobam múltiplos diagnósticos, como: incontinência urinária, prolapsos de órgãos pélvicos, sintomas do trato urinário inferior e incontinência anal e impactam profundamente na qualidade de vida dessas mulheres. Estima-se que 24% das mulheres experimentarão pelo menos um episodio de disfunções do assoalho pélvico em suas vidas e, nos Estados Unidos, o impacto econômico ultrapassa os 20 bilhões de dólares por ano (ENGLISH; ROGO-GUPTA, 2017).

Segundo Ashton-Miller e Delancey (2007) e Neumann et. al. (2006), o assoalho pélvico feminino é uma estrutura do corpo com perspectivas biomecânicas que tem como função evitar as incontinências e os prolapsos durante o aumento da pressão intra-abdominal nas

atividades físicas diárias e, ao mesmo tempo, permitir a micção e a evacuação. Sabe-se que em média, de 30 a 50% das mulheres não sabem contrair o seu assoalho pélvico corretamente e a base de treinamento desses músculos implicaria num aumento de força coordenação e velocidade para manter o colo vesical numa posição elevada durante o aumento da pressão intra-abdominal, associada a um adequado fechamento da uretra.

3 Desenvolvimento

Muitos modelos 3D estão sendo desenvolvidos com o objetivo de tentar demonstrar os efeitos dos fatores de risco nas disfunções do assoalho pélvico (Parente *et. al.*, 2008). Entretanto, esses modelos ainda são deficitários quanto ao objetivo de educar e instruir as mulheres no entendimento de sua anatomia e funções e, desta forma, os modelos são extremamente escassos no mercado.

3.1 Digitalização do objeto real

A Figura 1 mostra a pelve humana, objeto de estudo, no laboratório para ser escaneada. O osso foi trazido do anatômico da Universidade Federal do Paraná para escaneamento 3D. O osso foi escolhido dentre os disponíveis, a partir de seu estado de conservação.

A Figura 2 mostra a pelve suspensa por fios sendo escaneada com a utilização do Scanner Kinect (Software *Skanect*). O processo de escaneamento levou cerca de 10 minutos.

A Figura 3 apresenta o modelo da pelve escaneada no Software Skanect. Devido a composição física dos ossos, o scanner não foi capaz de digitalizar a pelve com perfeição. Para solucionar o problema, técnicas de modelagem 3D estão sendo utilizadas.

Figura 1 - Pelve Humana Utilizada no Projeto.
Fonte: Os autores

Figura 2 - Pelve em Laboratório sendo Escaneada.
Fonte: Os autores

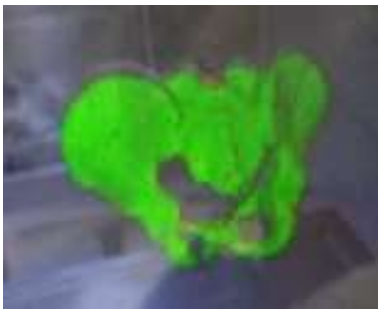


Figura 3 - Modelo Constituído no Software Skanect.
Fonte: Os autores

Até o presente momento, o modelo desenvolvido por estudantes bolsistas do curso de Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná, sob a supervisão e orientação de seus professores pesquisadores, está sendo corrigido com o auxílio do *Software Blender*, de forma a ser o mais fiel possível à pelve humana e assim, ser exportado em formato "stl" para impressão 3D no Laboratório de modelagem e Prototipagem (LAMP) da UFPR.

4 Conclusão

O uso de scanners além de produzir resultados de alta precisão e detalhamento, acelerou, de forma geral, o processo de reprodução virtual dos ossos. Esta reprodução pode ser feita com qualquer tecnologia de escaneamento, mas é importante ressaltar que a resolução e precisão desta tecnologia será de grande importância à qualidade final do objeto 3D. A escolha dos softwares utilizados neste trabalho foi feita principalmente por questão de domínio e disponibilidade dos autores, podendo ser utilizados outros softwares para efetuar as mesmas tarefas. Este trabalho apresenta um método capaz de reproduzir protótipos de ossos do corpo humano, tornando-se instrumento para a construção de material didático/pedagógico e, também auxiliar profissionais da área da saúde, que encontram dificuldades, como a falta de modelos de representação das partes do corpo, para uma correta e clara explicação do problema ao paciente.

Referências

ASHTON-MILLER, J.A.; DELANCEY, J.O.L. ***Functinal Anatomy of the Female Pelvic Floor.*** Ann. N.Y. Acada. Sci. 1101: 266-296, 2007.

DONDERWINKEL, I.; HEST, J. C. M. V.; CAMERON, N. R. ***Bio-inks for 3D bioprinting: recent advances and future prospects***. Polymer Chemistry Journal, Issue 31, 2017.

ENGLISH, E.; ROGO-GUPTA, L. ***Impact of distance to treatment center on care seeking for pelvic floor disorders***. *Female Pelvic Medicine & Reconstructive surgery*, V.23, N.06. NOV/DEC 2017, P.438-443.

MATOZINHOS, I. P. *et al*. **Impressões 3D: inovações no campo da medicina**. Revista Interdisciplinar Ciências Médicas. Belo Horizonte, p. 143-163, 2017.

MEDEIROS, I. L. *et al*. **Impressora 3D tendências para a sociedade do hiperconsumo**. UFSC, 2016.

NEUMANN, P.B. *et al*. ***Pelvic floor muscle training and adjunctive therapies for the treatment of stress urinary incontinence in wome: a systematic review***. BMC Women's health, v.6, 2006, p.6-11.

PARENTE, M.P.L. *et al.* ***Deformation of the pelvic floor muscles during a vaginal delivery***. International Urogynecology Journal, v.19, 2008, p.65-71.

RIO 2019
GRAPHICA

PÔSTERES

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

MULTIPLICIDADE DO OLHAR

Representação gráfica em programa de modelagem digital

BARBOSA Maria Cecília da Silva[1], GANI Danusa Chini[2]
[1] EBA_UFRJ; ceciliabs.click@gmail.com,[2] EBA _UFRJ; PROARQ _ UFRJ, dcgani@ufrj.br

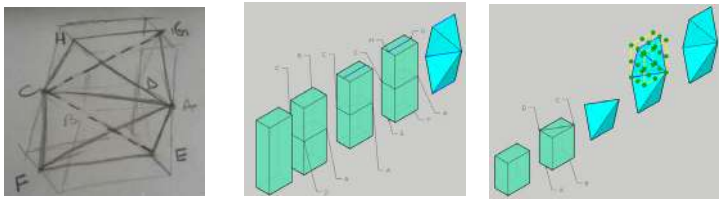
RIO 2019
GRAPHICA

Neste pôster apresentamos um resultado do projeto de pesquisa desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em arquitetura da UFRJ (PROARQ), que revela a experiência vivenciada por uma aluna do 8º período do curso de Licenciatura em Educação Artística – Desenho, da Escola de Belas Artes, da UFRJ.

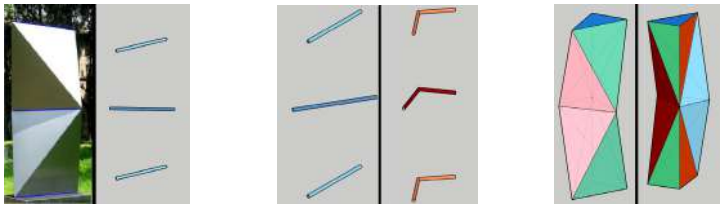
Elaborado com o objetivo de buscar estratégias de ensino da representação gráfica, no qual são evidenciados o conhecimento geométrico e as tecnologias digitais, o presente experimento revelou-se satisfatório no sentido de ampliar o olhar do estudante para os tipos de artifícios utilizados na representação gráfica de um objeto tridimensional, dependendo do contexto no qual esteja inserido.

Trata-se da investigação e análise de obras do artista cearense Sérvulo Esmeraldo, que são examinadas na seguinte sequência. Primeiro, faz-se a decomposição do objeto em diferentes elementos geométricos e elabora-se um roteiro construtivo para cada situação. Em seguida, são desenhados em um programa de modelagem 3D. Complementando o estudo, alteram-se alguns parâmetros do roteiro a fim de gerar novos objetos.

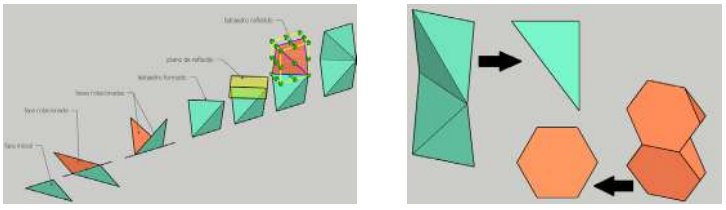
Obras analisadas, da esquerda para a direita: "Sem título" (1985), "Quadrados" (1985) e "Torção Cônica: tridimensional" (2015).



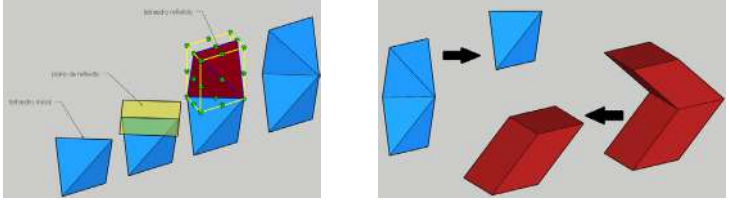
Representação inicial da obra "Sem título", em papel e no programa SketchUp 2017.



Análise das linhas presentes na obra e objeto gerado a partir de sua modificação.



Roteiro construtivo a partir das faces presentes na obra e retrospecto obtido pela sua modificação.

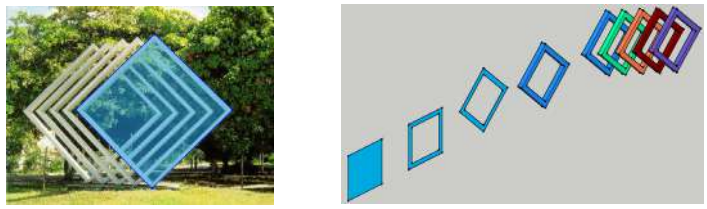


Roteiro construtivo a partir dos sólidos presentes na obra e retrospecto obtido pela sua modificação.

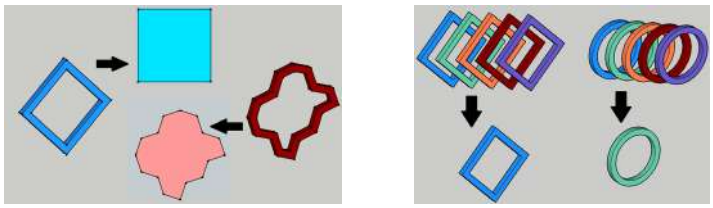
Dessa forma, neste experimento buscou-se compreender as diferentes maneiras de se obter um objeto tridimensional, tendo como base determinados conhecimentos geométricos, adquiridos durante a graduação, para entender suas propriedades e especificidades dentro do ambiente da representação gráfica.

Percebeu-se que, dependendo do contexto, diferentes roteiros podem ser elaborados para a confecção de um objeto. Observou-se, também, que os recursos e estratégias utilizados podem se modificar em função do ambiente: no papel utilizam-se linhas traçadas com o lápis e no programa de modelagem SketchUp 2017, as ferramentas proporcionam faces planas para as representações.

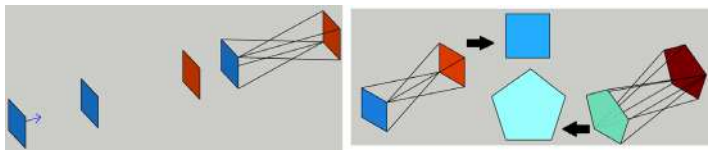
A passagem do desenhar no papel para o representar em um programa de modelagem digital mostrou ser um processo desafiador. No início foi difícil perceber a diversidade de modos segundo os quais era possível obter um objeto no ambiente da representação gráfica, pois muitas vezes ficamos presos aos procedimentos do instrumental tradicional e não exploramos as facilidades que um programa de modelagem pode nos trazer.



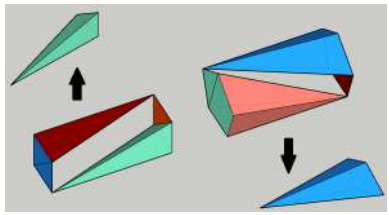
Análise e representação inicial da obra "Quadrados" feita no programa de modelagem digital.



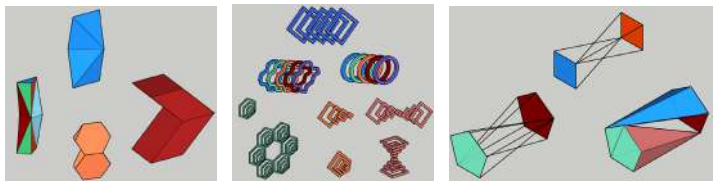
Retrospectos obtidos a partir da modificação feita nas faces e nos sólidos e sua comparação com o objeto inicial



Roteiro construtivo a partir das faces presentes na obra "Torção Cônica: tridimensional" e retrospecto obtido pela sua modificação.



Representação da presença de sólidos no objeto inicial e no objeto gerado.



Resultados dos retrospectos obtidos, a partir da análise de cada obra.

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

Práticas para Visualização: Aulas Introdutórias de Desenho Técnico

BRAVO, George[1]
[1] Fundação de Apoio à Escola Técnica do Rio de Janeiro

RIO 2019
GRAPHICA

O trabalho com alunos de uma escola técnica de ensino médio na disciplina desenho técnico precisa quebrar o paradigma de que para realizar um desenho é necessária uma habilidade natural. É necessário favorecer práticas para desenvolvam o raciocínio espacial dos alunos e sua forma de expressão. A compreensão da teoria se enriquece a partir da observação da prática, ensinar a ver depende do direcionamento do olhar, da educação visual. A representação, seja gráfica ou mental, é compreendida pela experiência de como ver para depois passar a etapa de como representar. A vivência educa o olhar. Saber ver, o que ver é o primeiro passo para decidir o que representar e qual o modo para fazer.

Apresentamos algumas práticas aplicadas em sala de aula no período 2018/2019 na Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá.

A - Estudo de escala para representação

Para prática da visualização da escala escolhemos o aplicativo Google Maps. O aplicativo disponibiliza a escala gráfica da imagem em tela e quando o percurso é definido estima a dimensão e o tempo de acordo com o meio escolhido. A partir da análise desse trajeto foram elaborados outros mapas evocados levando em consideração o tempo semelhante ao dito pelo aplicativo (Figura 1).

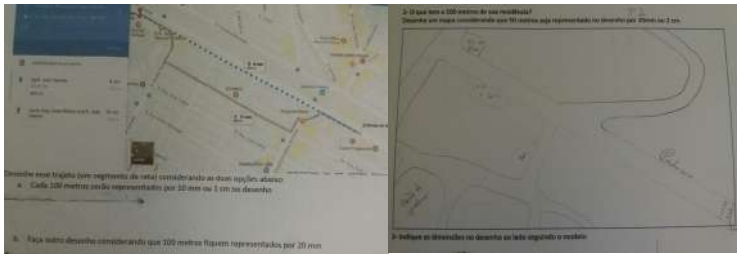


Figura 1 - Exercícios empregando Google Maps para estudo de escala para representação
Montagem e fotos do Autor

Figura 3 – Perspectiva, transição do tridimensional para o bidimensional
Montagem e fotos do Autor

B - Divisão de segmentos

Uma experiência com a projeção provocada pela luz de uma lanterna e a sombra à luz do sol (Figura 2). Assim além das ilustrações já vistas em livros didáticos poder observar a própria sombra e a relação entre as alturas dos estudantes mais altos e os mais baixos, ajuda a entender como a solução gráfica será aplicada na resolução dos problemas envolvendo divisão de segmentos de reta.

C - Observação da perspectiva

Para entender como a nosso aparelho visual funciona - nossa visão é cônica devido à convergência da luz refletida e a sensibilização da retina - o desenho feito em uma folha de acetato ajuda a compreender os planos de projeção e como se dá a transformação de um modelo tridimensional para um desenho bidimensional (Figura 3).

D - Vistas com auxílio de Câmeras

O dispositivo utilizando câmeras de segurança foi desenvolvido no processo da dissertação de Mestrado (OLIVEIRA, 2016) com objetivo de facilitar a visualização das vistas ortográficas de um objeto no primeiro diedro. A tela projetada reproduz a Épura de um modelo que está sendo observado por três câmeras, sendo possível compreender as relações de correspondência e alinhamentos das vistas principais do objeto (Figura 4).

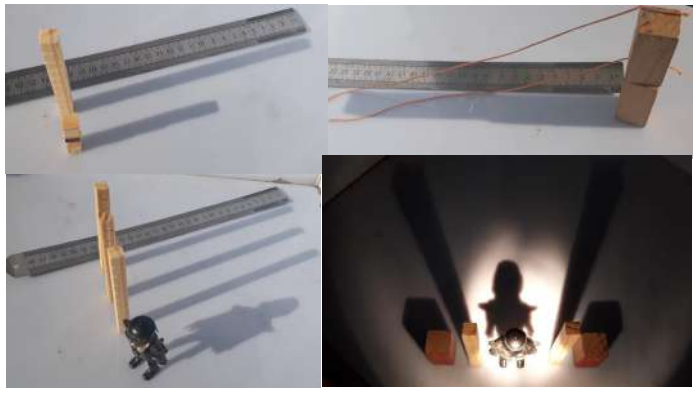


Figura 2 – Experiências com projeção sob a luz do sol e com efeito da lanterna. Projeção cilíndrica e cônica
Montagem e fotos do Autor

Figura 4 – dispositivo para visualização do objeto na Épura do primeiro diedro
Montagem e fotos do Autor

BIBLIOGRAFIA

BAIRRAL, Marcelo; SETTIMY, Thais; HONORATO, Vinicius. Secionando um cubo: o que fazer se três pontos não determinarem um plano? **Revista Paranaense de Educação Matemática**. V.2 nº2 p.180-202.

DAMÁSIO, Antonio. **A estranha ordem das coisas**: As origens biológicas dos sentimentos e da cultura. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

FALCÃO, André Gonzaga. **Geometria e perspectiva no ensino da arquitectura**: Proposta de um exercício didático transversal. Dissertação (Mestrado em Desenho) Faculdade de Belas Artes Universidade de Lisboa, 2015

KALLEF, Ana Maria Martenen Roland. Formas, padrões, visualização e ilusão de ótica no ensino da geometria. **VIDYA**, v. 35, n. 2, p. 75-91, 2015

MONTENEGRO, Gildo**. A perspectiva dos profissionais**. São Paulo: E. Blucher, 1987

OLIVEIRA, George William Bravo de. **Épura ao vídeo:** desenvolvimento e uso de um aplicativo para o trabalho com geometria descritiva. Dissertação (Mestrado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares). Seropédica, PPGEduc / UFRRJ, 2016.

PACHECO, Luiz Henrique Neves; OTTE, Janete. Integração Entre as Disciplinas de Desenho Técnico I e Informática Básica Auxiliado por Software Gráfico em Curso Técnico. **Revista Thema**. V.15, nº4 p.1351-1361

TEIXEIRA, Fábio Gonçalves. Perspectivas axonométricas e vistas principais no ensino de geometria descritiva. **Revista Educação Gráfica**. V.02 nº2 p.289-302

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

Mais com Menos - Caligramas matemáticos

Matemática de forma minimalista

TENÓRIO Marlon[1]
[1] Colégio Pedro II

RIO 2019
GRAPHICA

Introdução

Caligramas são textos cujas linhas ou caracteres gráficos formam uma figura relacionada com o conteúdo ou a mensagem do texto. "Os caligramas, em geral, possibilitam vários percursos de leitura, cabendo ao leitor fazer os seus, assim como recuperar aqueles que o texto sugere." (FALEIROS, p.38, 2005). Com o intuito pedagógico de tornar a imagem um reforço da mensagem do texto, este trabalho apresenta os resultados da investigação das possibilidades criativas de associação entre conceitos, nomes e símbolos matemáticos.

Metodologia

O primeiro passo para a criação de um caligrama matemático é a escolha de um conceito ou ideia matemática. Este conceito possui um nome que o batiza.

A próxima etapa é relacioná-los a um símbolo. Na ausência de um símbolo, buscam-se outros elementos que mantenham alguma ligação com o conceito estudado.

O terceiro passo é experimentar relações entre o nome e o símbolo (ou elementos) e o conceito escolhido.

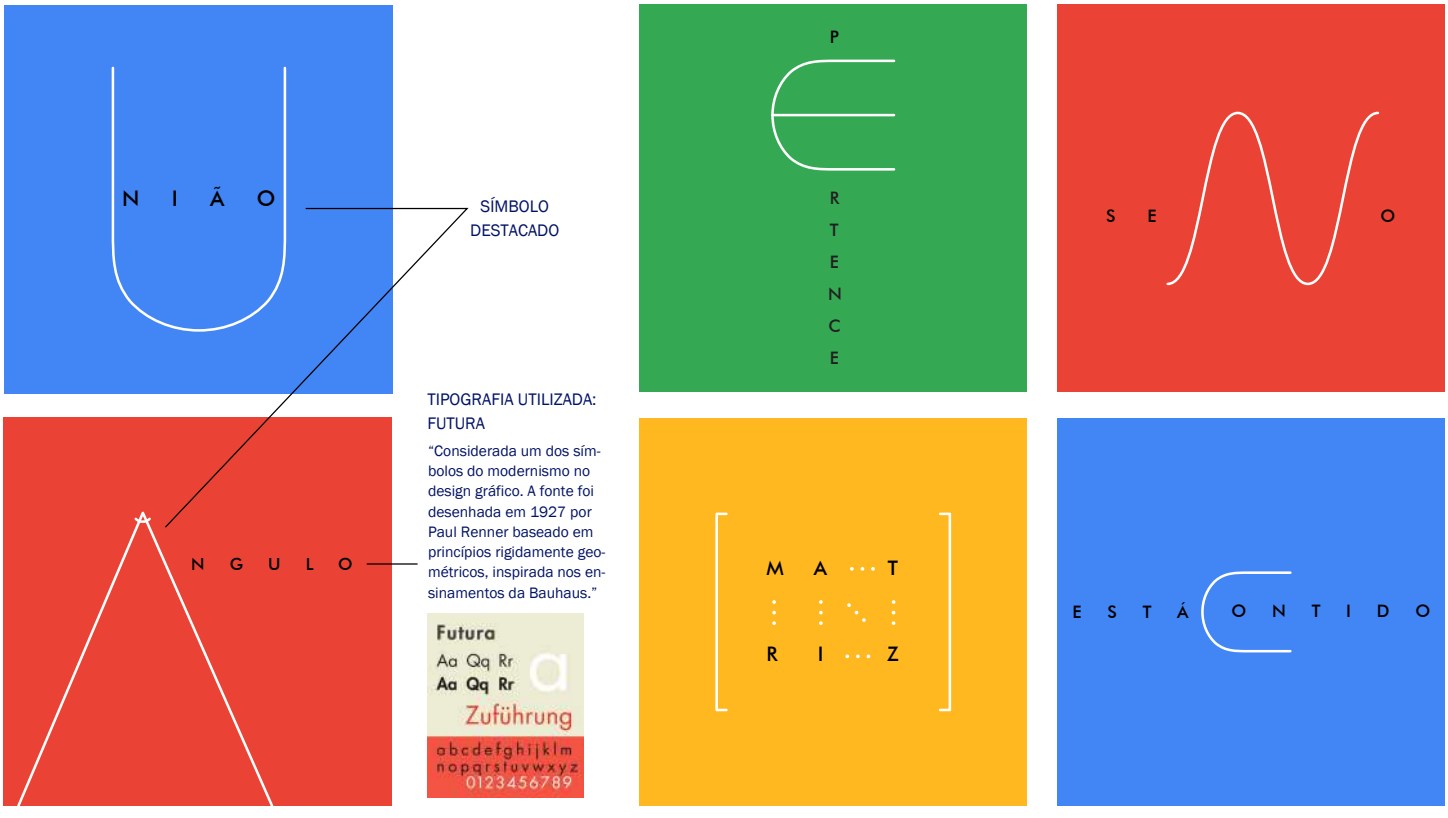
Resultados

São obtidas composições minimalistas e sintéticas. A identidade visual dos caligramas obedece às seguintes características:

- a fonte tipográfica escolhida para o desenho das letras é a Futura;
- para o desenho dos símbolos são usados elementos geométricos;
- e os caligramas são montados sobre fundos coloridos de cores sólidas.

Conclusão

O trabalho atende ao objetivo de traduzir visualmente conceitos baseados no universo da Matemática. É possível aplicar a mesma metodologia para outras disciplinas, permitindo apresentar os assuntos explorando caminhos criativos e servindo como instrumento didático.



Referências

FALEIROS, Álvaro Silveira. O Tipográfico e o topográfico na tradução poética: a visilegibilidade do poema Voyage de Guillaume Apollinaire. Cadernos de Tradução, Florianópolis, v. 1, n. 15, p. 35-54-, jan. 2005. ISSN 2175-7968. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/traducao/article/view/6581. Acesso em: 24 fev. 2019. DOI: https://doi.org/10.5007/%x

VILLELA, Fabio Renato. Simbolismo, símbolo e signo: ensaio filosófico. Editora Recanto das Letras (website). Código do texto: T2312713 / 10.06.2010. Disponível em: https://www.recantodasletras.com.br/ensaios/2312713. Acesso em: 02 fev. 2019.

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

Realidade aumentada aplicada às apostilas de Desenho no ensino médio do Colégio Pedro II

GENEROSO Patrícia Cristina Cardoso[1]

[1], Colégio Pedro II, pgeneroso2@gmail.com

RIO 2019
GRAPHICA

Trabalho realizado no ano de 2018, com quatro alunos do ensino médio, participantes do projeto de Iniciação Científica Júnior, do Colégio Pedro II, Campus São Cristóvão III, situado na cidade do Rio de Janeiro.

Com o crescente aumento de ferramentas informatizadas para o uso didático, faz-se mais do que necessário ajustar nosso material às demandas contemporâneas, e a RA permite que os alunos transformem seus smartphones em uma poderosa ferramenta de informação e visualização de imagens, o que pode ajudar o professor de Desenho a superar uma dificuldade recorrente: a visualização espacial do aluno (figura 1).

Apoiados nas experiências de Kaufmann e Schmalstieg (2002) e de Lima, Haguenauer e Cunha (2007), que relatam o uso da RA para o ensino da Geometria Descritiva e seus benefícios para o desenvolvimento da Inteligência espacial, propusemos aos alunos participantes que desenvolvessem um aplicativo de RA que, utilizando o celular, pudesse ler marcadores impressos na apostila física a fim de visualizar do corpo geométrico estudado.

Os alunos foram divididos em dois grupos: os responsáveis pela modelagem dos Corpos Geométricos (Utilizando o software Sketchup), seguindo os anunciados da apostila, e um grupo responsável pela programação e desenvolvimento do software de RA (Tabela 1).

O programa foi nomeado como *Solid Visioo* (Figura 2) e ainda está em fase de desenvolvimento. A versão inicial do aplicativo possui somente os cinco poliedros de Platão (Figura 3). Um novo grupo de alunos será responsável pelo seu aperfeiçoamento durante o ano letivo de 2019.

A versão de testes do programa está disponível para download em: https://www.dropbox.com/s/7qojxgg0e974iyy/Inicient%C3%ADficaDesenho%20v1.0.1.rar?dl=0

(Figura 4)

Após a instalação, basta abrir o aplicativo e apontar a tela do celular para um dos marcadores abaixo (Figura 5)

O projeto possui pontos positivos notáveis e consideramos que sua aplicabilidade trará grandes benefícios, tanto ao professor, quanto ao aluno. Por isso acreditamos que o programa *Solid Visioo* tem um grande potencial no futuro do ensino de Desenho no Colégio Pedro II. A tabela 2 apresenta os pontos positivos e negativos do projeto.

Figura 1 – Níveis de desenvolvimento geométrico segundo Van Hiele

Grupo de modelagem:
- Familiarizar-se com o software de modelagem tridimensional Sketchup - Tarefas semanais, modelando prismas, pirâmides, poliedros de Platão e Sólidos de Revolução, seguindo os enunciados da apostila de Desenho do Colégio Pedro II.
Grupo de programação:
- Familiarizar-se com o ambiente de desenvolvimento integrado Android Studio para dispositivos móveis e a plataforma de codificação Java - Geração um código para ler marcadores e/ou QR codes. - Descoberta de uma tecnologia compatível com Android. Mas sua extensão para tecnologia de RA tornou-se bastante complicada, inviabilizando seu uso para o projeto. - Descoberta da tecnologia do motor de jogos virtuais Unity3D. Vuforia para Unity foi a melhor solução para o projeto - Após o desenvolvimento, o software foi integrado com o leitor de marcadores, previamente desenvolvido.

Tabela 1 – Funções de cada grupo de estudantes

Figura 2 – Ícone inicial do aplicativo *Solid Visioo*

Figura 3 – Sólidos visualizados através da tela do celular

Figura 4 – Link para download do programa *Solid Visioo* – Experimente agora no seu celular

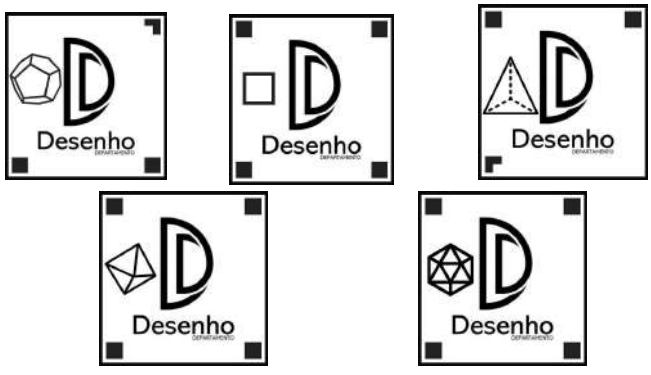


Figura 5 – Marcadores físicos

Pontos positivos:	Pontos Negativos:
Dialogar bem com os usuários básicos de informática, e ser completamente desenvolvido por alunos.	Disponibilidade limitada de internet wi-fi no interior do colégio
Integração de tecnologia e apostilas físicas, possibilitando o uso sem abandonar completamente os métodos tradicionais de ensino de Desenho.	Dificuldade em disponibilizar o programa em plataformas de livre acesso (Google Play).
Não precisar do laboratório de informática, já que o celular é um recurso que quase todos os alunos possuem em mãos.	Indisponibilidade financeira, para comprar licenças de softwares.
Visualização rápida do conteúdo, facilitando assim o trabalho do professor, que não precisaria se deslocar de sala em sala com maquetes físicas ou utilizar um aparelho de projeção. Em turmas maiores, todos terão acesso ao conteúdo.	Disponibilidade de alunos com bom conhecimento pedagógico na disciplina Desenho, aliada com algum nível de conhecimento de modelagem 3D e/ou programação mobile.
Os modelos são modelados seguindo os enunciados da apostila.	
Possibilidade de visualização de vários sólidos, mesmo off-line, o que pode possibilitar um melhor desempenho na disciplina. O estudante pode aprender no seu próprio tempo.	

Tabela 2 – Pontos positivos e negativos do projeto

Figura 3: Kenzo Shirai – Ginástica Artística – Antuérpia (Bélgica).

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

DESENHO: CONTEXTUALIZADO E CONTEXTUALIZANDO

SANTOS, Guacira Macêdo dos
Colégio Pedro II

RIO 2019
GRAPHICA

Ao me deparar com a matéria: "Ex-ginastas da seleção se preparam para disputar o Brasileiro com medalhistas olímpicos", (CRISTINE, 2019), fiquei curiosa com os parâmetros dos juízes para definirem as pontuações em competições. Sendo assim, fui buscar nos regulamentos para os torneios, a existência de elementos geométricos básicos para contextualizar a disciplina de Desenho ministrada no Colégio Pedro II, já descritos na dança, cuja trajetória descreve linhas retas, curvas e suas combinações: nos pontos e nos seus deslocamentos, passíveis no movimento dos bailarinos a partir de uma visão geométrica do espaço cênico e do espaço do corpo.

No Código de Pontos do sistema de avaliação usado pela FIG (Federação Internacional de Ginástica) achei modelos correspondentes das transformações pontuais, amplitudes de ângulos, simetria e outros elementos do Desenho Geométricos que orientam os juízes e definem parte das suas pontuações, como no exemplo da (Tabela 1), cuja intenção é a de melhorar a comunicação.

Sob este código são muitas as ginásticas enquanto modalidade artística e seguramente, os técnicos e demais envolvidos encontram dificuldades com as frequentes mudanças a cada olimpíada. Mas o que não muda? O Desenho e suas relções geométricas no espaço.

No exemplo: mortal twist grupado e mortal twist carpado: temos elementos diferentes com estrutura similar (Figura 1). Destaque para o movimento do ginasta Kenzo Shirai do Japão. Reconhecemos nessa sequencia de fotos o meio giro. (Figura 2)

Os elementos do Desenho também estão presentes no aperfeiçoamento dos treinos dos atletas. Na execução do crucifixo (Figura 3), um dos movimentos do aparelho chamado argolas, o ex-ginasta, Paulo Carrara efetuou pesquisas para facilitar muitos dos atletas a ficar em um ângulo mais próximo a 90 graus.

Arthur Zanetti (Figuras 4 e 5), nosso medalhista de ouro nos Jogos de Londres, em 2012, foi o grande executor do crucifixo dada sua tamanha perfeição. E mais uma vez o Desenho vem auxiliar a compreensão do movimento.

Carrara, em sua tese de doutorado pela Escola de Educação Física e Esporte (EEFE) da USP, fala da escassez de estudos específicos sobre esta temática onde testou o uso da fita para o aperfeiçoamento do "crucifixo" que se dá da seguinte forma: dois cabos paralelos pendurados, argolas, mãos firmes, que após vários movimentos, o ginasta deve ficar suspenso no ar, com os braços formando um ângulo reto em relação ao tronco por no mínimo, dois segundos. (Figura 6)

Ou seja, a disciplina de Desenho contextualizada pelo esporte ou contextualizando outras disciplinas pode fomentar e exercer mais interesse para as competições e a formação de novos ginastas, formando um espectador mais consciente do espetáculo que assiste. Educadores, além de ministrarem conteúdos são modelos em suas áreas de atuação. Contextualizar a matéria no processo da aprendizagem deve ir além de despertar interesses profissionais. Deve inspirar!

Tabela 1 - Exemplos da simbologia dos elementos da GA masculina.

Elementos	Símbolos
Estrela	
Rodante	
Flic Flac	
Reversão	
Mortal para frente	
Mortal para trás	

Fonte: Federação Internacional de Ginástica (2009, p. 142).

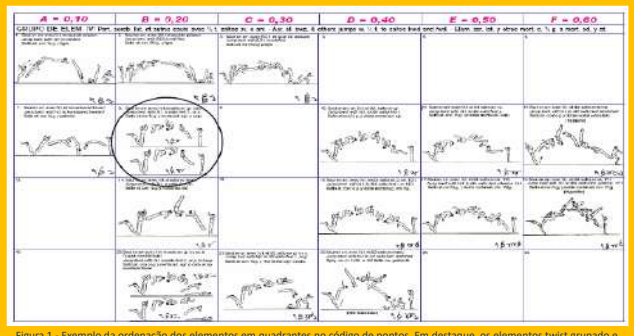


Figura 1 - Exemplo da ordenação dos elementos em quadrantes no código de pontos. Em destaque, os elementos twist grupado e carpado.

Figura 2: Kenzo Shirai – Ginástica Artística – Antuérpia (Bélgica).

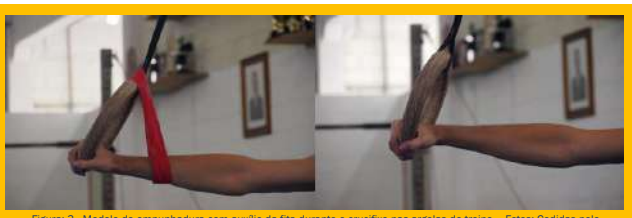


Figura: 3 - Modelo de empunhadura com auxílio da fita durante o crucifixo nas argolas de treino – Fotos: Cedidas pelo pesquisador Paulo Carrara, árbitro internacional.

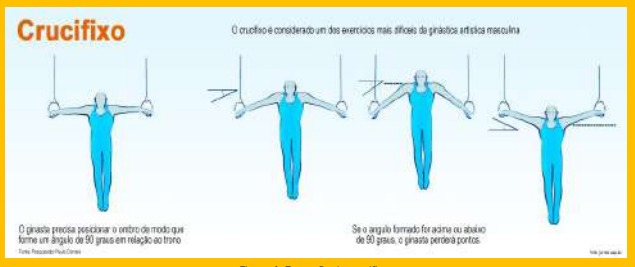


Figura 4: Execução do crucifixo.

Figura 5: Arthur Zanetti, durante Copa do Mundo de Ginástica Artística no Ginásio do Ibirapuera, em maio de 2015 - Foto: Paulo Pinto/Fotos Públicas.

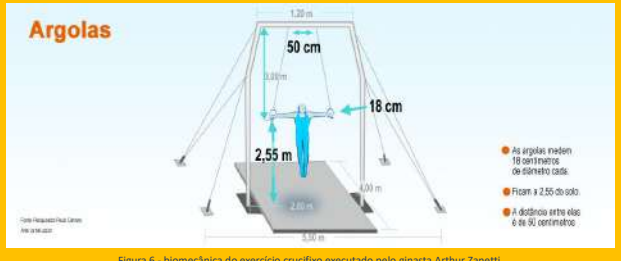


Figura 6 - biomecânica do exercício crucifixo executado pelo ginasta Arthur Zanetti.

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

Desenvolvimento de Protótipos do Corpo Humano para Estudos na Medicina

AGUIAR, Bárbara C. X. C.[1], CARBONI, Marcio H. S.[2], VALETON, Caroline[3]

RIO 2019
GRAPHICA

PRODUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS COM AUXÍLIO DA MODELAGEM 3D E DA PROTOTIPAGEM RÁPIDA.

A utilização de modelos didáticos nos permite colaborar com o aprendizado dos estudantes. Entretanto, nem sempre é possível ter nas aulas de anatomia um modelo biológico. Nessa perspectiva, modelos 3D cumprem esse papel. Este trabalho apresenta um método capaz de reproduzir protótipos de ossos do corpo humano com o auxílio da modelagem 3D e da prototipagem rápida, tornando-se instrumento para a construção de material didático/pedagógico.

A modelagem 3D consiste em construir superfícies tridimensionais que, por meio de softwares CAD especializados, compõe objetos poligonais, objetos curvos e esculturas digitais. A partir de um sistema de coordenadas (x, y, z) são dadas as primeiras medidas, iniciando sempre com sólidos geométricos simples (esferas, cilindros, paralelepípedos, entre outros) ou com desenhos 2D que devem ser extrudados [4].

Dentre os inúmeros softwares presentes no mercado, os mais utilizados para modelagem 3D são: *SketchUp*, *ZBrush*, *Blender*, *Rhinoceros*, *3Ds Max*, *Fusion*, *Revit* e *SolidWorks*. Quando pronta, a modelagem deve ser extraída como ".stl", formato universal para softwares de impressão 3D. A modelagem 3D e a prototipagem rápida já possuem um amplo mercado, ainda assim, continuam em processo de inovação constante, utilizando desde os polímeros mais usuais "ABS" e "PLA", como também novos filamentos como o "*Bioinks*", substância composta por células vivas utilizada na área da saúde [2].

DESENVOLVIMENTO

Neste trabalho, o objeto de estudo será o osso da pelve humana feminina. Pretende-se criar um protótipo desta parte com a estrutura óssea e toda parte muscular que compõem o assoalho pélvico. As disfunções do assoalho pélvico são um grupo de doenças crônicas que atingem principalmente as mulheres na idade reprodutiva e menopausa. Essas disfunções englobam múltiplos diagnósticos, como: incontinência urinária, prolapsos de órgãos pélvicos, sintomas do trato urinário inferior e incontinência anal e impactam profundamente na qualidade de vida dessas mulheres. Estima-se que 24% das mulheres experimentarão pelo menos um episodio de disfunções do assoalho pélvico em suas vidas e, nos Estados Unidos, o impacto econômico ultrapassa os 20 bilhões de dólares por ano [3].

O assoalho pélvico feminino é uma estrutura do corpo com perspectivas biomecânicas que tem como função evitar as incontinências e os prolapsos durante o aumento da pressão intra-abdominal nas atividades físicas diárias e, ao mesmo tempo, permitir a micção e a evacuação [1]. Sabe-se que em média, de 30 a 50% das mulheres não sabem contrair o seu assoalho pélvico corretamente e, a base de treinamento desses músculos, implicaria num aumento de força, coordenação e velocidade para manter o colo vesical numa posição elevada durante o aumento da pressão intra-abdominal, associada a um adequado fechamento da uretra [6].

Muitos modelos em 3D estão sendo desenvolvidos com o objetivo de tentar demonstrar os efeitos dos fatores de risco nas disfunções do assoalho pélvico [7]. Entretanto, esses modelos ainda são deficitários quanto ao objetivo de educar e instruir as mulheres no entendimento de sua anatomia e funções e, desta forma, os modelos são extremamente escassos no mercado.

As Figuras 1, 2 e 3 a seguir ilustram, respectivamente, a pelve humana objeto de estudo, a pelve em laboratório sendo escaneada com a utilização do Scanner Kinect (Software *Skanect*) e, o modelo da pelve escaneada. O modelo desenvolvido por estudantes bolsistas do curso de Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná, sob a supervisão e orientação de seus professores pesquisadores, está sendo corrigido com o auxílio do *Software Blender*, de forma a ser o mais fiel possível à pelve humana e assim, ser exportado em formato "stl" para impressão 3D no Laboratório de modelagem e Prototipagem (LAMP) da UFPR.

Figura 1: Pelve Humana Utilizada no Projeto. Fonte: Os autores.

Figura 2: Pelve em Laboratório sendo Escaneada. Fonte: Os autores

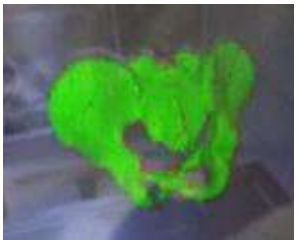


Figura 3: Modelo Constituído no Software Skanect. Fonte: Os autores.

CONCLUSÃO. O uso de scanners além de produzir resultados de alta precisão e detalhamento, acelerou, de forma geral, o processo de reprodução virtual dos ossos. Este trabalho apresenta um método capaz de reproduzir protótipos de ossos do corpo humano, tornando-se instrumento para a construção de material didático/pedagógico e, também auxiliar profissionais da área da saúde, que encontram dificuldades, como a falta de modelos de representação das partes do corpo, para uma correta e clara explicação do problema ao paciente. Neste sentido, o presente trabalho procura contribuir com a busca de soluções para este problema..

REFERÊNCIAS

[1] ASHTON-MILLER, J.A.; DELANCEY, J.O.L. *Functinal Anatomy of the Female Pelvic Floor*. Ann. N.Y. Acada. Sci. 1101: 266-296, 2007.

[2] DONDERWINKEL, I.; HEST, J. C. M. V.; CAMERON, N. R. *Bio-inks for 3D Bioprinting: Recent Advances and Future Prospects*. Polymer Chemistry Journal, Issue 31, 2017.

[3] ENGLISH, E.; ROGO-GUPTA, L. *Impact of distance to treatment center on care seeking for pelvic floor disorders. Female Pelvic Medicine & Reconstructive surgery*, V.23, N.06. NOV/DEC 2017, P.438-443.

[4] MATOZINHOS, I. P. *et al.* Impressões 3D: inovações no campo da medicina. Revista Interdisciplinar Ciências Médicas. Belo Horizonte, p. 143-163, 2017.

[5] MEDEIROS, I. L. *et al*. Impressora 3D tendências para a sociedade do hiperconsumo. UFSC, 2016.

[6] NEUMANN, P.B. *et al. Pelvic floor muscle training and adjunctive therapies for the treatment of stress urinary incontinence in wome: a systematic review*. BMC Women's health, v.6, 2006, p.6-11.

[7] PARENTE, M.P.L. *et al. Deformation of the pelvic floor muscles during a vaginal delivery*. International Urogynecology Journal, v.19, 2008, p.65-71.

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

A Expressão Gráfica nos filmes da Artista Plástica Lygia Pape.

Estudo de Caso: Filme "Espaço Imantado".

MATHIAS Priscilla[1]

[1] Escola de Belas Artes – Universidade Federal do Rio de Janeiro (EBA / UFRJ). E-mail: priscillamathias.arq@gmail.com

RIO 2019
GRAPHICA

A Artista Plástica Lygia Pape (1927 – 2004) em sua trajetória experimentou diversas linguagens para que o conhecimento do mundo se apresentasse como poética e vida em sua arte. Considerada uma das mais importantes artistas do Brasil pelo grau de experimentação justificando a crítica: "a criatividade em ebulição" (HOMERO, 1988).

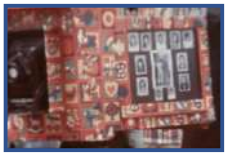
A principal característica de sua obra é a integração das esferas estética, ética e política e a versatilidade em trabalhar com vários meios: pintura, escultura, instalação, poemas, ballet e filmes. A busca pela compreensão de sua arte vai ao encontro da efervescência política e ebulição criativa da década de 1960, aproximando-se do campo da fenomenologia, quando se interessa pelo cinema e produz uma vasta filmografia que dialoga com sua obra como ato criador simultâneo em acordo com suas linguagens plásticas e gráficas. A aproximação com o cinema autoral acontece a partir do ano 1962, através da elaboração de Roteiros, Projeto Gráfico de Cartazes Expositivos, Montagem e Direção de Cinema.

Será abordada neste momento a obra fílmica de Lygia, tendo como estudo de caso o filme "Espaço Imantado" (PAPE, 1968), no qual a artista percorre com sua câmera os espaços públicos da cidade exibindo os "camelôs", as "feiras", os "mágicos" e toda forma de manifestações populares para demonstrar o poder de atração que exercem ao reunirem aglomerados de pessoas. São "espaços" que ela denomina de "imantados", que por relações estéticas reinventam o próprio *'locus'* criando novas narrativas espaço temporais. O objetivo é investigar os elementos estéticos, arquiteturais e gráficos constituintes destas narrativas que ressignificam a cena, a partir do repertório conceitual da artista em outras obras: sensações, cores, participação do espectador e a relação entre o espaço e o tempo. O embasamento teórico está apoiado na definição do espaço arquitetural e ambiental como sentidos estruturais de uma obra e instâncias da arte e do sujeito (HUCHET, 2012) com a base gráfica e estética própria da artista.

ESPAÇO ARQUITETÔNICO + VALORES ESTÉTICOS = ESPAÇO ARQUITETURAL

O Outro como Protagonista

Cores, Texturas



Ressignificação do Lugar

Fenomenologia

Espaço-Tempo

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

AS TRANSFORMAÇÕES PONTUAIS NO REAL GABINETE PORTUGUÊS DE LEITURA: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

IZAR, Soraya Barcellos[1], NOVAL Maria Begoña Salgado[2], VIANNA Sonia Sá[3]

[1] Colégio de Aplicação da UERJ, Colégio Pedro II, Colégio Santo Agostinho
[2],[3] Colégio Pedro II, Colégio Santo Agostinho

RIO 2019
GRAPHICA

Os estilos das edificações de uma cidade podem incitar o olhar para a geometria existente em elementos estruturais e decorativos. A comparação do tamanho e da posição dos elementos arquitetônicos na edificação pode motivar a aprendizagem dos conceitos das transformações pontuais na Educação Básica, promovendo a interdisciplinaridade entre Desenho e História da Arte.

Este trabalho apresenta a proposição de uma atividade pedagógica, direcionada a discentes do Ensino Médio, que promova a integração do conteúdo de transformações pontuais (simetrias, translações, rotações) com um estilo arquitetônico que surgiu dentro do ecletismo: o neomanuelino. Dessa forma serão observadas as aplicações das transformações pontuais nos elementos arquitetônicos presentes no Real Gabinete Português de Leitura, situado na cidade do Rio de Janeiro, Brasil.

A proposta pedagógica que se pretende apresentar aos alunos é a criação de uma composição artística onde se aplica o uso e a construção das transformações pontuais à luz daquelas presentes nos elementos arquitetônicos e decorativos do RGLP-RJ.

A atividade constitui-se de várias etapas:

- Pesquisa e identificação do contexto histórico da construção do Real Gabinete e a relação com o estilo artístico que influenciou a estética da edificação.

- Realização de uma visita ao local com registro teórico e fotográfico dos elementos arquitetônicos e decorativos identificados presencialmente, in loco. E identificação e levantamento das transformações pontuais presentes no edifício em estudo com o conhecimento prévio dos conceitos, classificações e construções geométricas deste conteúdo.

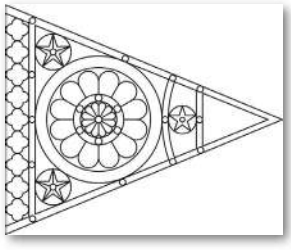
- Elaboração de uma composição artística com a releitura de um dos elementos decorativos do RGLP-RJ com o uso das transformações pontuais por meio do desenho tradicional ou por meio dos programas gráficos.

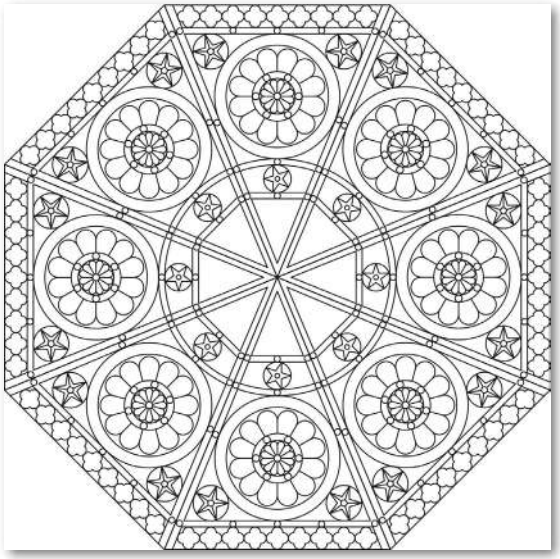
- Construção de um portfólio eletrônico para divulgação da produção discente.

Fachada do RGPL
Fonte: Site do RGPL (Disponível em http:// http://www.realgabinete.com.br/portalWeb/. Acesso em 17 maio 2019).

Interior do RGPL
Fonte: Site do RGPL (Disponível em http:// http://www.realgabinete.com.br/portalWeb/. Acesso em 17 maio 2019).

Visão geral da claraboia, interior do RGPL
Fonte: Site do RGPL (Disponível em http:// http://www.realgabinete.com.br/portalWeb/. Acesso em 17 maio 2019).





Elemento original e composição final: claraboia do RGPL
Fonte: Arquivo pessoal de NOVAL, elaborado no software CorelDRAW

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

Tipografia sem Limites

Uma análise dos tipos vernaculares de Bauru, SP

CAMILO Vitor L.[1], ANDRADE Ana Beatriz Pereira[2]
[1,2] Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

RIO 2019
GRAPHICA

Este trabalho tem como objetivo coletar, catalogar e analisar, com base em aspectos formais, de autoria e de forma de representação gráfica, exemplares de letras pintadas à mão no município de Bauru, estado de São Paulo.

A coleta foi realizada em três diferentes regiões da cidade, diferenciadas entre si por critérios socioeconômicos e geográficos, a saber: Centro, Altos da Cidade/Estoril e Geisel/Redentor.

O objetivo do trabalho é demonstrar as particularidades estéticas das chamadas tipografias populares em Bauru, ao mesmo tempo encontrando similaridades estéticas entre os exemplares coletados e apontando diferenças notáveis entre os três bairros analisados, bem como inserir a produção bauruense no contexto nacional, comparando-a com trabalhos de referência feitos no Rio de Janeiro, Pernambuco e Pará.

Concomitantemente, está sendo feita a curadoria e divulgação online das fotografias, por meio do perfil do Instagram tipografiasemlimites, com o uso de hashtags como #letreiramentos, #tipografiapopular, #pintadoamao, entre outras, assim como por meio de interação com outros perfis de atuação semelhante e influenciadores locais, de forma a valorizar e trazer o trabalho dos pintores de letras de Bauru ao conhecimento da sociedade e mídia hegemônica.

MÉTODO DE ANÁLISE

Tipo de letra | Neste exemplar, estavam presentes as letras gordas e grotescas

Presença de decoração | Aparecem sombras à direita, sublinhados e boxes

Suporte | O muro de alvenaria foi modificado com um box para posterior aplicação do letreiramento

Disposição | São usadas as disposições horizontal linear e horizontal curvilínea

Todas as fotos pelo autor da pesquisa.

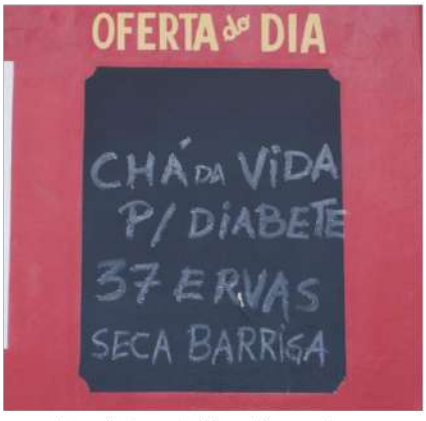
Exemplar de letreiramento script/cursivo

Letreiramento grotesco

Letras gordas

Interação de letras amadoras e gordas em diferentes suportes

Letreiramento amador em suporte improvisado



Um mix de materiais, estilos grotesco, cursivo e amador

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

Trabalho de Habilidade Específica Extensivo à Comunidade

BRASIL Íris[1]
[1] Colégio Pedro II

RIO 2019
GRAPHICA

Este trabalho apresenta uma atividade desenvolvida no Colégio Pedro II com a finalidade de preparar candidatos para realizar o Teste de Habilidade Específica, que alguns cursos superiores exigem para seu ingresso. Para suprir a demanda dos alunos nesse sentido, a disciplina Desenho no Campus Niterói oferece o curso de extensão Trabalho de Habilidade Específica – THE - disponibilizado não somente aos alunos do colégio, como também à comunidade externa.

O projeto de extensão THE se configura como uma proposta que vai ao encontro dos objetivos afirmados pela Pró-Reitoria de Extensão do Colégio Pedro II, que é o de "promover a articulação entre o ensino e a pesquisa desenvolvidos no CPII e as demandas da sociedade, através de programas, projetos, eventos, cursos e demais atividades de extensão." (COLÉGIO PEDRO II. Disponível em: http://www.cp2.g12.br/proreitoria/propgpec.html. Acesso em: 16 maio 2019).

Alinhadas às novas diretrizes que o Colégio Pedro II adota, no que diz respeito ao atendimento às demandas da sociedade e às necessidades de educação continuada de jovens e adultos é que as atividades do projeto Trabalho de Habilidade Específica foram formuladas. Um curso de THE extensivo à comunidade que desse conta não somente da orientação quanto às habilidades dos participantes, mas de orientação em relação aos cursos superiores que integram a área de expressão gráfica, por meio de visitas guiadas aos espaços culturais e universidades e palestras de profissionais da área.

Como os Testes de Habilidade Específica buscam avaliar no candidato o grau de compreensão e organização sobre os temas espaço e volume, proporções e formas, interpretação e apresentação, expressões e movimentos e ainda a criatividade, o curso proposto no projeto procura atender aos alunos nessas necessidades, oferecendo as noções básicas de perspectiva, figura humana, desenho de observação, desenho técnico, composições livres e temáticas, técnicas de colorização, etc. As figuras 1, 2 e 3 ilustram algumas aulas e trabalhos dos alunos.

A direção tomada foi no sentido de que o curso preparatório e todas as atividades previstas ao longo do ano se configurassem como orientação e incentivo ao aluno, no prosseguimento dos estudos superiores, à escolha de cursos que se inserem na área de Expressão Gráfica e Artes de modo geral. E além disso! Que essa direção apontasse também um caminho para que muitos jovens da comunidade externa ao Colégio Pedro II pudessem seguir, reafirmando o importante papel social que este colégio desempenha.

Figura 1 – Aula do curso THE em 2019
Fonte: arquivo da autora

Figura 2 – Aula do curso THE em 2018
Fonte: arquivo da autora

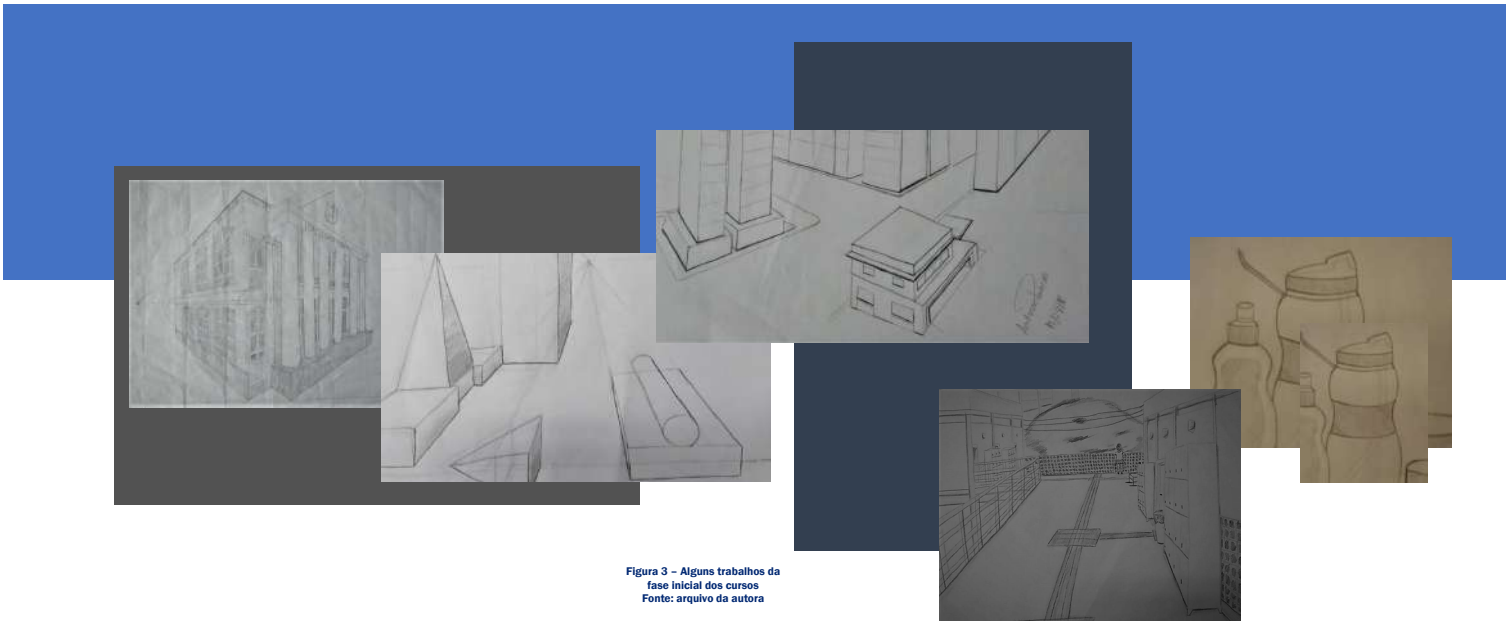


Figura 3 – Alguns trabalhos da fase inicial dos cursos
Fonte: arquivo da autora

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

APLICAÇÃO DE JOGO LÚDICO PARA CONSCIENTIZAÇÃO DE CRIANÇAS NA TEMÁTICA ÁGUA

SOUZA Ana C. da S. Valença de[1], CORREA Camila de A.[2], OLIVEIRA Jádia N. Nunes de[3], MARCELINO Amanda W.[4], MACHADO Anna V. M.[5]

[1,2,3,4,5] Universidade Federal Fluminense

RIO 2019
GRAPHICA

O crescimento populacional com o passar dos anos tem intensificado a exploração dos recursos naturais em função de atender à demanda da sociedade. A Constituição Federal de 1988 no Art. 225 menciona que o meio ambiente é bem de uso comum do povo, devendo ser preservado e defendido em prol da sustentabilidade e da manutenção da vida, implicando a prudência com o uso dos recursos hídricos. Dessa forma, é necessário conscientização e a mobilização da sociedade, em especial o público infanto-juvenil, sobre a temática da água, estimulando a solidariedade intergeracional em prol da sustentabilidade e da manutenção da vida (MELO, 2017).

O objetivo deste trabalho é fazer um relato e avaliação da aplicação do jogo "Caminho da Água", elaborado dentro do Laboratório de Gestão Ambiental (LabGEA) da Universidade Federal Fluminense (UFF) em 2017 em duas escolas públicas de Duque de Caxias (RJ): Colégio Pedro II e o Colégio Estadual Rui Barbosa.

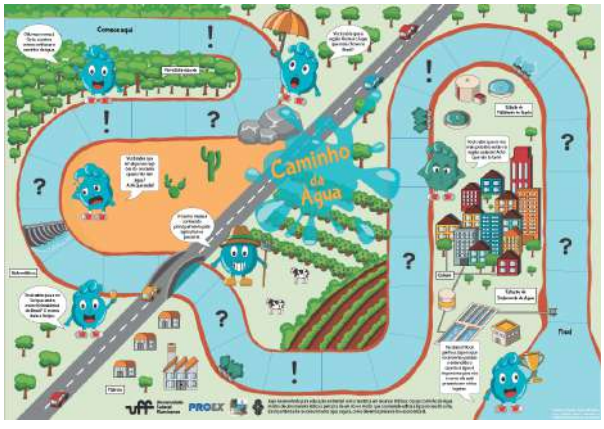
O tabuleiro foi baseado nas vistas superior e cavalera, pois o rio que é o caminho a ser seguido pelo jogador foi desenvolvido a partir da vista superior, enquanto que as demais ilustrações do tabuleiro são embasadas na vista cavalera, uma vez que foram elaborados com o propósito de serem o mais lúdico e interativo possível, ou seja, a expressão gráfica é a fundamentação da expressão artística utilizada no jogo.

O resultado foi extremamente satisfatório: 100% dos jogadores aprovaram a atividade.

A metodologia para aplicação foi realizada por etapas:

1. Agendamento com as escolas via e-mail: realizado com um mês de antecedência.
2. Preparo do material: material reciclável e montado pelos próprios alunos. Consistem sem seis tabuleiros e cartas impressas dentro das temáticas: os consumos, curiosidades, tratamento, uso racional da água e poluição em A3 e barquinhos de papel utilizados como pinos para movimentação dos jogadores no tabuleiro.
3. Aplicação do jogo: seis grupos com cinco jogadores. Premiação para o 1º lugar - caixa de guloseimas, 2º - jogo colorido e 3º lugar – jogo impresso em preto e branco.
4. Pesquisa de satisfação.

O espírito competitivo da atividade faz com que os alunos participem do jogo com cada vez mais ânimo, fixando na memória as respostas e absorvendo os conhecimentos sobre os recursos hídricos. Portanto, é uma atividade lúdica, acessível economicamente e divertida para conscientizar a população e formar novas lideranças no setor hídrico.



Jogo de tabuleiro Caminho da Água

Aplicação do jogo no Colégio Estadual Rui Barbosa

Aplicação do jogo no Colégio Estadual Rui Barbosa

Aplicação do jogo no Colégio Pedro II

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

A Geometria dos Arcos Arquitetônicos do Acervo Eclético Carioca:

O Castelo Mourisco da Fiocruz.

SOBRAL FILHA, Doralice Duque[1], AMORIM, Karine[2], ARAUJO, Gabrielle[3].

RIO 2019
GRAPHICA

Castelo Mourisco:

Representando a ciência por meio de sua majestosa forma, o Castelo Mourisco é um edifício que faz parte do Complexo do Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro. Construído no início do século XX, pelo engenheiro-arquiteto Luiz de Moraes Júnior, a partir de um croqui desenhado pelo próprio Oswaldo Cruz após uma de suas viagens para a Europa. A estrutura arquitetônica traduz assim, o desejo do médico recriando a linguagem mourisca da península Ibérica e prestando uma homenagem à importância da medicina árabe no solo Brasileiro. Ao desejo de seu fundador foi construído, tendo como referencial a arte Mudejár, um modelo repleto de ornamentações geométricas fruto da tradição islâmica. A riqueza gráfica do edifício o torna objeto de estudo de nossa pesquisa. Pelos seus quatro andares pode-se ver a diversidade exuberante por seus azulejos, mosaicos, estuques, vitrais e, como aqui destacamos, a diversidade dos arcos arquitetônicos, que se harmonizam com o todo dando destaque ao Mourisco, preservando em si o caráter da obra de estilo eclético/historicista: Neomourisco.

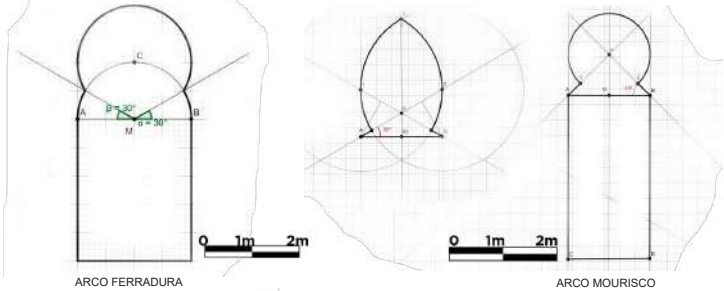
Foto: Aluna Karine Amorim.

Ecletismo Carioca

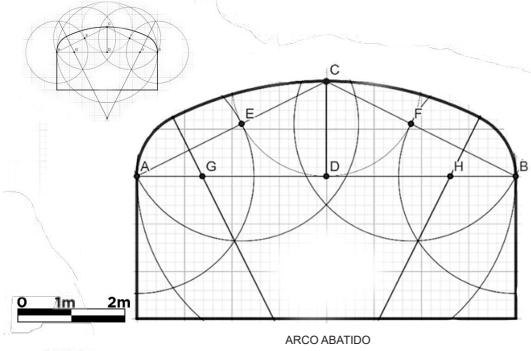
O Ecletismo na arquitetura, surgiu na Europa entre os séculos XIX e XX, e compreende uma proposta compositiva em que se utiliza diferentes referências artísticas, de épocas e lugares diferentes em uma mesma obra, ou mesmo fazendo uma memória interpretativa à um estilo arquitetônico. A arquitetura eclética se caracteriza por sua grandiosidade, simetria e riqueza decorativa, além de evidenciar novos materiais e técnicas construtivas .No Brasil a presença do estilo foi preponderante nas propostas de reformulação urbana no início do século XX, mas seu ensino já havia sido introduzido na Academia Imperial de Belas Artes na segunda metade do século XIX. Ainda sob influência francesa e liderado pelo engenheiro Francisco Pereira Passos (também prefeito do Rio de Janeiro de 1902 a 1906), um grande número de construções ecléticas foram inseridas na paisagem da cidade em remodelação. Grandes avenidas surgiram com construções imponentes e de diversos estilos, numa mesclagem de influências culturais e artísticas que fascinavam o espectador. Alguns exemplares deste período ainda estão presentes na vida urbana da cidade como Museu Nacional de Belas Artes, o Teatro Municipal e a Biblioteca Nacional, dentre outras construções, que foram transformadas em patrimônio nacional, e marcaram nitidamente à cultura e a paisagem carioca.

Os Arcos do Castelo e o ensino de Desenho:

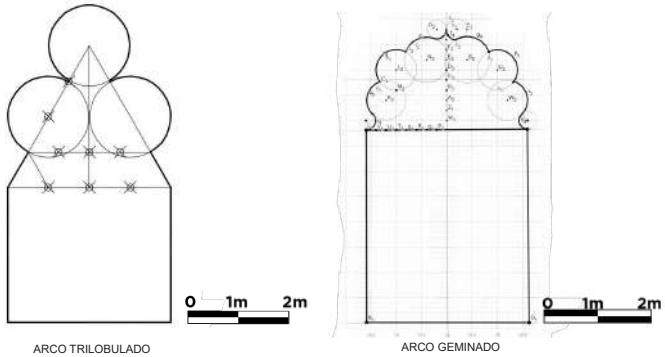
O desenho gráfico dos Arcos arquitetônicos perpassa os assuntos de concordâncias geométricas e são feitos por meio de simples traçados ordenados segundo diversos estilos arquitetônicos. O ensino/aprendizagem dos arcos associados à investigação histórica tem como meta explorar os conceitos de geometria, da percepção visual e estética dos alunos. É, sobretudo, mais um recurso didático que fomenta a valorização do patrimônio histórico. Através de programas gráficos de geometria dinâmica ou dos esquadros, régua e compasso, pode-se trabalhar a importância dos traçados geométricos e como estes influenciam na atividade criativa e cognitiva dos alunos ao longo de toda sua formação. Quando associado à cultura material, como no caso dos arcos arquitetônicos, desenvolve também o senso crítico e a sensibilidade estética. Os arcos da fachada principal do Castelo Mourisco da Fiocruz nos dão exemplo da diversidade e riqueza do tema. Numa mesma projeção frontal temos cinco tipos de arcos: mourisco, ferradura, trilobulado, geminado e abatido. A diversidade do edifício se expande nas projeções laterais e na posterior.



ARCO FERRADURA ARCO MOURISCO



ARCO ABATIDO



ARCO TRILOBULADO ARCO GEMINADO

Bibliografia:

-FABRIS, A.(org.). Ecletismo na Arquitetura Brasileira. São Paulo: Nobel, 1987.
CARVALHO, B. A. Desenho Geométrico. Rio de Janeiro: Novo Milênio, 2008.
DOHMANN, Marcus (org.). A Experiencia Material: A Cultura do Objeto. Rio de Janeiro: Rio Books, 2013.
LE GOF, Jacques. História e Memória. Campinas: Unicamp, 1990.
REZENDE, Eliane Q.; DE QUEIROZ, Maria L. Geometria Euclidiana Plana e Construções Geométricas. São Paulo: Unicamp, 2000.

-

XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

O OLHAR CURVO DO UNIVERSO

Montagem de uma exposição multisensorial em comemoração ao centenário do Eclipse de Sobral - CE, em 1919.

BRASIL , FERNANDES Sandro Soares[1]
[1] Colégio Pedro II

RIO 2019
GRAPHICA

Em 2019 comemoramos 100 anos do eclipse de Sobral – CE, quando membros da comunidade científica através da análise das posições de estrelas distantes comprovaram que a luz ao passar por uma região de forte campo gravitacional sofria desvio previsto pelas equações da relatividade geral, de Albert Einstein. Visando divulgar e esclarecer os estudantes sobre a importância do evento, tanto para o Brasil como para toda a comunidade científica, o professor da disciplina de Física e alunos de cinco turmas do Ensino Médio de uma instituição Federal de ensino do Rio de Janeiro desenvolveram uma agenda, para o mês de maio de 2019, com o objetivo de trabalharem o tema dentro da escola, através de palestras, oficinas, atividades práticas, visitas a espaços de ciências e montagem de uma **exposição multisensorial.**

Integrar diferentes áreas de conhecimento de modo a criar um evento fez com que os alunos entendessem como funciona o processo de construção da ciência. O ensino de ciências tem importante papel na formação dos estudantes, sobretudo se quisermos uma educação científica realmente significativa para estes.

Neste contexto, esta proposta de projeto integrando diferentes áreas, desenvolve seu papel para a introdução dos estudantes nas práticas da investigação científica e no contato direto com os temas voltados para necessidades da escola e seu entorno, objetivando uma educação científica e técnica muito mais completa e interessante. É visível a satisfação do aluno em participar desse processo de ensino em que ele constrói o conhecimento, em que ele é o foco do aprendizado e o professor, um orientador.

ECLIPSE DINÂMICO COM PAPELÃO

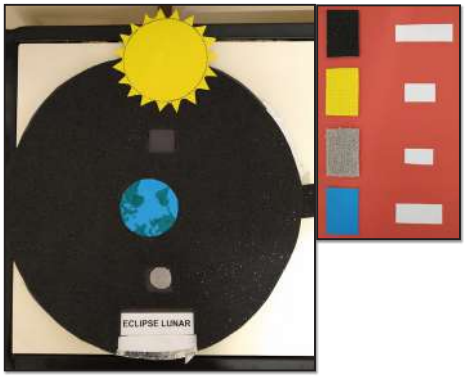
LUA NOVA
(FORA DE ESCALA)

PINTURA COM TEXTURA

ARTE EM TELA

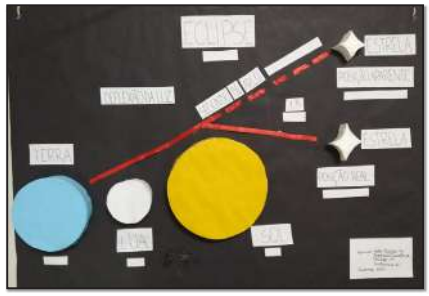
MASSA DEFORMANDO O ESPAÇO

ARTE EM TELA



DISCO DINÂMICO PARA
SIMULAR ECLIPSES
(LEGENDA EM BRAILE E COM TEXTURAS)

TELESCÓPIO MULTISENSORIAL
(LEGENDA EM BRAILE E COM TEXTURAS)



DESVIO DA LUZ EM ECLIPSE DE SOBRAL
(LEGENDA EM BRAILE /FORMAS E TEXTURAS
DIFERENTES)

ISBN 978-85-7243-014-2