O uso do computador como meio para a representação do espaço:

Estudo de caso na área de ensino do Digital & Virtual Design

Marly de Menezes Gonçalves

Orientadoras: Profa. Dra. Monica Baptista Sampaio Tavares
Profa. Dra. Élide Monzeglio (*in memorian*)
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Zibel Costa

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor.

Área de Concentração: Design e Arquitetura

São Paulo, 2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

E-MAIL: arq.menezes@yahoo.com.br

Figura reproduzida na capa:
Marcadores para a renderização dos objetos virtuais.

Gonçalves, Marly de Menezes
G635u O uso do computador como meio para a representação do espaço: estudo de caso na área de ensino do digital & virtual design / Marly de Menezes Gonçalves. --São Paulo, 2009
338 p. : il.

Tese (Doutorado - Área de Concentração: Design e Arquitetura) - FAUUSP.

Orientador(as): Monica Baptista Sampaio Tavares, Carlos Roberto Zibel Costa e Élide Monzéglio (in memorian)

1.Geometria (Estudo e ensino) 2.Computação gráfica 3.Desenho Técnico 4.Design 5.Computador no ensino 6.Terceira dimensão I.Título

CDU 514.1:37

Folha de Aprovação

Marly de Menezes Gonçalves

O uso do computador como meio para a representação do espaço:
Estudo de caso na área de ensino do Digital & Virtual Design.

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor.

Área de Concentração: Design e Arquitetura

Aprovado em: _____

Folha de Aprovação

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____
Instituição _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____
Instituição _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____
Instituição _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____
Instituição _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____
Instituição _____ Assinatura _____

Dedicatória

A Profa. Dra. Élide Monzeglio,
Pela sua capacidade de transmitir conhecimento sempre com doçura e generosidade.
Com profunda saudade.
(*in memorian*)

A Ana Maria Castro Menezes Gonçalves, minha mãe,
Por me ensinar que a espiritualidade se conquista com amor e fé.

A Nelson Alves Gonçalves, meu pai,
Pelo otimismo com que enfrenta as adversidades.

A Thiago de Menezes Gonçalves, meu irmão,
Por ser um exemplo de perseverança e dedicação a um ideal.

Agradecimentos

Ao longo desta jornada, iniciada em 2005, contei com a colaboração de muitos profissionais na evolução desta pesquisa. Seus conhecimentos específicos, ricas experiências profissionais e visões diferenciadas sobre Ensino, Geometria e Computação Gráfica foram importantes para que eu encontrasse as respostas almejadas para finalizar este trabalho. Contudo, apesar das particularidades de pensamento e personalidade de cada um, o que todos eles me ensinaram foi a generosidade em compartilhar conhecimento, sendo este o legado que levo para o futuro.

À Profa. Dra. Monica Tavares que aceitou prontamente continuar o trabalho iniciado pela falecida Profa. Dra. Élide Monzeglio. Agradeço seu carinho, apoio e suas preciosas orientações sempre voltadas para a eqüidade no exercício da atividade acadêmica, contribuindo não apenas com esta pesquisa, mas com meu futuro profissional.

Ao Prof. Dr. Carlos Zibel agradeço a disponibilidade e as sugestões sempre pertinentes.

À Ir. Ângela Rivero, diretora da Faculdade Santa Marcelina, pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Istituto Europeo di Design/SP, pela confiança depositada em mim na condução da disciplina de Geometria dos Sólidos, tema central deste trabalho.

Aos professores: Profa. Dra. Suely Fragoso, Prof. Dr. Arthur Lara, Prof. Dr. Arivaldo Amorim, Prof. Dr. Claudio Soares, Prof. Dr. Eduardo Nardelli, Prof. Dr. Wilson Florio e Prof. Eugenio Scoletta agradeço a disponibilidade e o contributo que suas entrevistas deram a esta pesquisa.

Aos alunos do curso de Digital & Virtual Design, em especial Samuel Muller e Andre Carbonieri, por fornecer os trabalhos realizados para exemplificar a disciplina de Geometria dos Sólidos.

Às secretárias da Fau/Maranhão agradeço o apoio, carinho e orientação durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho.

Às funcionárias da biblioteca da FAU/USP – Maranhão: Maria José, Filomena e Estelita agradeço a força, a afeição e a ajuda incondicional que deram a esta pesquisa.

Aos funcionários: Iomar e Fernando, da biblioteca do Senac/SP, unidade Scipião e a toda equipe de funcionários da biblioteca da FASM agradeço os inúmeros empréstimos de obras importantes para a realização deste trabalho e a compreensão no atraso da devolução de boa parte das mesmas.

A todos os colegas que participaram das disciplinas AUP5826 - Mensagens Visuais Integradas e AUP5843 - A Imagem e a Representação: Estudos Visuais Sobre a Cidade, ministradas

pela Profa. Dra. Élide Monzeglio, em 2005, com especial atenção aos colegas de grupo: Fabiana Luz, Daniel Bueno, Ennio Possebon e Heverson Tamashiro que proporcionaram uma grande troca de experiências sobre o ensino do desenho nos mais variados meios e linguagens.

A Daniel Tokunaga e Sílvio Sanches agradeço o desenvolvimento do sistema utilizando a tecnologia da realidade aumentada, aplicado neste trabalho.

À Mirela Terce agradeço a dedicação que dispensou à arte e a diagramação deste volume, superando todas as minhas expectativas.

Aos amigos e colaboradores:
Dora Batista, Vera Ligia Gibert, Mirtes Marins, Renata Zaganin, Miriam Korolkovas, Raquel Valente, Paula Motta, Ir. Zenaide, Ir. Maria, Ir. Fátima Sousa, Ir. Rosalina, Ir. Roseni, Ir. Otília, Ricardo Hage, Eduardo, Lucineide, Shirley Metta, Rogério Alvares, Clice Mazzilli, João Bezerra, Lívia Gabbai, Heloisa Marmo, Cristina, Sara, Dina, Leonardo, Elias, Gianni Boscolo, João Monteiro, Eduardo Avelar, Marcos Piscopo, Iomar Travaglin, Fernando, John Norman, Roger Tavares, Romero Tori, Roberto Kumagai, Ester, Solange, Regina, Claudia Leite, Martha Gabriel.

Resumo

Esta pesquisa teve por objetivo analisar o uso dos meios computacionais no ensino da Geometria, enfatizando o estudo da representação do espaço na área do Design. Foram estudados os conceitos de espaço ao longo do tempo e as influências históricas que promoveram o desenvolvimento dos sistemas de projeção na representação espacial. Para demonstrar a importância da modernização da disciplina de Geometria foi escolhida, como estudo de caso, a disciplina de Geometria dos Sólidos do curso de Digital & Virtual Design, apresentando a formação do designer, a disciplina, o aluno, o professor e a utilização dos meios computacionais aliados aos meios tradicionais. Para reforçar a importância dos conceitos geométricos na área de atuação do Digital & Virtual Design, foi apresentado um exemplo de aplicação dos fundamentos da perspectiva utilizando a realidade aumentada. Foi possível observar que o uso dos modelos virtuais modifica a forma de conceber o objeto tridimensional, facilitando a aprendizagem da representação do objeto tridimensional e que a integração das potencialidades dos suportes, físico e virtual, contribui com o desenvolvimento do ensino geométrico, dentro da área do Design.

Palavras-chaves: Ensino, Geometria, Representação, Espaço Tridimensional, Computação Gráfica, Programas 3d, Design.

Abstract

Title: The use of the computer as a means for representing space: a case study in the field of teaching Digital & Virtual Design.

This study was aimed at analyzing the use of computer resources in the teaching of Geometry, emphasizing the study of how space is represented in the area of Design. The analysis takes into account how the concepts of space have changed over time, as well as the historical influences that have promoted the development of projection systems used in spatial representation. The discipline of the Geometry of Solids from the Digital & Virtual Design course is considered as a case study to demonstrate the importance of modernization in the discipline of Geometry, focusing on the training of the designer, the discipline, the student, the teacher and the use of computer resources allied with traditional ones. An example involving the application of the principles of perspective using augmented reality is presented to reinforce the importance of the geometric concepts in the work of the digital and virtual designer. The study showed that the use of virtual models modifies the way the three-dimensional object is conceived, facilitating the student's learning of how 3-D objects are represented, while the integration of the potentials of the physical and virtual supports contributes to the development of geometry instruction within the area of Design.

Key words: teaching, geometry, representation, three-dimensional space, computer graphics, 3d programs, design.

Lista de Imagens

Figura 1 - O ancião dos dias. Aquarela - 1794 de William Blake (1757-1827). Disponível em: <http://www.squidoo.com/william-blake> Acesso em: 04 jun 2009. 39

Figura 2 - Imagem de autor desconhecido encontrada no livro de Camille Flammarion, L'Atmosphere: Météorologie Populaire (Paris, 1888) Disponível em: <http://homepage.mac.com/kvmagruder/flatEarth/source.html> Acesso em: 04 jun 2009. 40

Figura 3 - Rei Justiniano (526-565 d.c.). Disponível em <http://www.historianet.com.br/>. Acesso em: 02 jun. 2009 45

Figura 4 - Última Cena: frontal de Soriguerola. Fim do séc. XIII. Mº Arte Cataluña. Barcelona. Museu de Arte da Catalunha. Barcelona. Disponível em: <http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/arte/arte/x-media/p-me-esp.htm> Acesso em: 04 jun 2009. 46

Figura 5 - Detalhe. Última Cena: frontal de Soriguerola. Fim do séc. XIII. Mº Arte Cataluña. Barcelona. Museu de Arte da Catalunha. Barcelona. Disponível em: <http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/arte/arte/x-media/p-me-esp.htm> Acesso em: 04 jun 2009. 47

Figura 6 - Arte gótica representada pelas esculturas da fachada da Catedral de Notre Dame na França Disponível em< http://www.revista.art.br/site-numero-05/trabalhos/10.htm> acesso em: 4 jun 2009. 48

Figura 7 - "A Natividade" - 1302. Fresco da Capela de Arena, em Pádua. Giotto (1267 – 1337). Disponível em: <http://www.zeno.org/Kunstwerke/B/Giotto+di+Bondone:+Arenakapelle+in+Padua:+Anbetung+der+Könige> Acesso em: 4 jun. 2009. 53

Figura 8 - Duccio di Buoninsegna, Resurrection of Lazarus, 1308-11 (Fort Worth, Kimbell Art Museum). 54

Figura 9 – Experimento de Brunelleschi Disponível em: <http://info.aia.org/aiarchitect/thisweek08/0328/0328p_duomo6_b.jpg> Acesso em: 04 jun 2009. 54

Figura 10 – Experimento de Brunelleschi. SAINZ, Jorge. El Dibujo de Arquitectura. Madri: Nerea S. A., 1990 55

Figura 11 - Autoria desconhecida Ideal City – 1470. Galleria Nazionale, Urbino. Disponível em: <http://dimpost.wordpress.com/2009/04/14/perspective/>. Acesso em: 04 jun 2009. 57

Figura 12 - Relatividade. M.C. Escher. O espelho mágico de M. C. Escher.1978. 61

Figura 13 - Estudo Relatividade. M.C. Escher. O espelho mágico de M. C. Escher.1978. 61

Figura 14 - Disputa ou A disputa do Sacramento de Rafael (1509 – 1510). Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Raffael_078.jpg>. Acesso em: 03 jun 2009 63

Figura 15 - Pablo Picasso Les Demoiselles d'Avignon - Paris, June-July 1907. Disponível em: <http://www.moma.org/collection/object.php?object_id=79766> Acesso em: 03 jun 2009. 67

Figura 16 - Sistema de Vistas Múltiplas ou Método Europeu de Projeção. SOARES, Óscar. Geometria Descritiva. Texto Editora: Porto. 1988. 86

Figura 17 - Exemplos de Projeções: Isométrica, Dimétrica e Trimétrica. SOARES, Óscar. Geometria Descritiva. Texto Editora: Porto. 1988. 88

Figura 18 - Eixo axonométrico isométrico – 120º. SOARES, Óscar. Geometria Descritiva.Texto Editora: Porto. 1988. 89

Figura 19 – Projeção Dimétrico. Disponível em: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>. Acesso em: 03 jun. 2009. 90

Figura 20 – Projeção Trimétrica. Disponível em: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>Acesso em: 03 jun 2009. 91

Figura 21 – Projeção Oblíqua. SOARES, Óscar. Geometria Descritiva. Texto Editora: Porto. 1988. 93

Figura 22 – Projeção Cavaleira. CANAL, M. Fernanda. Desenho livre para Arquitetos. Lisboa:Editorial Estampa, 2004. 94

Figura 23– Projeção Cabinet. Disponível em: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>. Acesso em: 03 jun 2009. 94

Figura 24 – Projeção militar. CANAL, M. Fernanda. Desenho livre para Arquitetos.Lisboa:Editorial Estampa, 2004. 95

Figura 25 - Sistema da Perspectiva Linear.ARCAS, Santiago et al. Perspectiva para Principiantes. Lisboa: Dinalivro, 2006. 98

Figura 26 - Perspectiva com um ponto de fuga. Disponível em <http://www.sobrearte.com.br/desenho /perspectiva/tipos_de_perspectiva.php>. Acesso em: 03 jun 2009. 99

Figura 27 - Perspectiva com dois pontos de fuga. Disponível em <http://www.sobrearte.com.br/desenho/perspectiva/tipos_de_perspectiva.php>. Acesso em: 03 jun 2009. 99

Figura 28 - Perspectiva com três pontos de fuga. Disponível em <http://www.sobrearte.com.br/desenho /perspectiva/tipos_de_perspectiva.php>. Acesso em: 03 jun. 2009. 99

Figura 29 – Altura do observador. <http://www.ipb.pt/~luiscano/Perspectivalinear/Nocoesbasicas.pdf> Acessado: 04 jun 2009. 101

Figura 30 – Distância do objeto. Disponível em: <http://www.ipb.pt/~luiscano/Perspectivalinear/Nocoesbasicas.pdf> Acessado em: 04 jun 2009. 102

Figura 31 – Distância do plano de quadro. Disponível em: <http://www.ipb.pt/~luiscano/Perspectivalinear/Nocoesbasicas.pdf>. Acessado em: 04 jun 2009. 103

Figura 32 - Reebok Flagship Store, projeto do arq. Ali Rahim. RAHIM, Ali. Catalytic formations: architecture and digital design. New York: Taylor & Francis Group, 2006. 146

Figura 33 - The Bubble", Pavilão da BMW, do arquiteto Bernhard Franken Disponível em: <http://www.franken-architekten.de/index.php?pagetype=project detail&lang=de&cat=3&param=cat&param2=21&param3=0&>. Acesso em: 04 jun 2009. 147

Figura 34 - *Walt Disney Concert Hall*, do arquiteto Frank Gehry. Disponível em: <http://architecture.about.com/od/theaters/ig/Theaters-/Disney-Concert-Hall.-9Sc.htm>. Acesso em 04 jun 2009. 168

Figura 35 - *Quantum of Solace - 007*. Disponível em: <http://store.steampowered.com>. Acesso em: 06 abr 2009. 178

Figura 36 - *Braid*. Disponível em: <http://store.steampowered.com>. Acesso em: 06 abr 2009. 179

Figura 37 - *Dangerous High School Girls in Trouble!™*. Disponível em: <http://store.steampowered.com>. Acesso em: 06 abr 2009. 179

Figura 38 - *Virtual Families*. Disponível em: <http://store.steampowered.com>. Acesso em: 06 abr 2009. 180

Figura 39 - Exercício 1 - Sistemas de Projeção Cilíndrico. 181

Figura 40 - Exercício 2 - Sistemas de Projeção Cilíndrico. 181

Figura 41 - Exercício 3 - Sistemas de Projeção Cilíndrico. 181

Figura 42 - Exercício 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico. 182

Figura 43 - Exercício 5 - Sistemas de Projeção Cilíndrico. 182

Figura 44 - Exercício 1 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – realizado no *3d Studio Max* – trabalho realizado por aluno. 183

Figura 45 - Exercício 1 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 184

Figura 46 - Exercício 1 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 185

Figura 47 - Exercício 2 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 186

Figura 48 - Exercício 3 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 186

Figura 49 - Exercício 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 187

Figura 50 - Exercício 5 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 187

Figura 51 - Processo de Construção Exercícios 2 e 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 188

Figura 52 - Processo de Construção Exercícios 2 e 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 189

Figura 53 - Processo de Construção Exercícios 2 e 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 189

Figura 54 - Processo de Construção Exercícios 2 e 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno. 190

Figura 55 - Projeção Cônica – Construção utilizando instrumentos tradicionais. 191

Figura 56 - Projeção Cônica – Construção utilizando instrumentos tradicionais. 191

Figura 57 - Projeção Cônica – Construção utilizando Adobe Photoshop – trabalho realizado por aluno. 191

Figura 58 - Estudos – Croqui à mão. 192

Figura 59 - Estudos – Croqui à mão. 192

Figura 60 - Estudos – Croqui à mão. 193

Figura 61 - Estudos – Croqui realizado no programa *Illustrator*. 193

Figura 62 - Trabalho final 1 – Estudo da Projeção Cônica – trabalho de aluno realizado no programa *3d Studio Max*. 193

Figura 63 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – vista superior. 194

Figura 64 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – vista frontal. 194

Figura 65 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – vista isométrica 195

Figura 66 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – perspectiva (vista pela câmera). 195

Figura 67 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – identificação dos elementos principais do sistema. 196

Figura 68 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – perspectiva (alteração na posição da câmera). 196

Figura 69 - Trabalho final 2 – estudo da Projeção Cônica – trabalho de aluno realizado no programa *3d Studio Max.* 197

Figura 70 - Trabalho final 2 – estudo da Projeção Cônica – (vista pela câmera). 197

Figura 71 - Trabalho final 2 – estudo da Projeção Cônica – (vista pela câmera). 198

Figura 72 - Trabalho final 2 – estudo da Projeção Cônica – identificação dos elementos principais do sistema. 198

Figura 73 - Trabalho final 2 – estudo da Projeção Cônica – vista isométrica. 199

Figura 74 - Trabalho final 2 – estudo da Projeção Cônica – vista isométrica. 199

Figura 75 - Trabalho final 3 – estudo da Projeção Cônica – trabalho de aluno realizado no programa *3d Studio Max.* 200

Figura 76 - Trabalho final 3 – estudo da Projeção Cônica – identificação dos elementos principais do sistema. 200

Figura 77 - *ViewCube* 201

Figura 78 - Realidade Aumentada - Modelo de projeção em perspectiva mostrando a geometria da formação da imagem e os 3 pontos de interesse deste trabalho: PO, as coordenadas do objeto pontual na cena; PI, as coordenadas da projeção do objeto na imagem; e PC, o centro de projeção da câmera. Disponível em: <www.interlab.pcs.poli.usp.br>. Acesso em: 11 maio 2009. 218

Figura 79 - Esquema construtivo da perspectiva. SOARES, Luiz Desenho Básico1. 219

Figura 80 - projeto levelHead, de Julian Oliver. Disponível em: <http://vimeo.com/1320756>. Acesso em 04 jun 2009. 219

Figura 81 - Marcador - objeto virtual - Imagem real com objeto virtual. 220

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Projeção Dimétrico. Tabela com exemplos de ângulos de fuga e respectivos coeficientes de redução utilizados. Disponível em: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>. Acesso em: 03 jun. 2009. 90

Tabela 2 – Projeção Trimétrica. Tabela com exemplos de ângulos de fuga e respectivos coeficientes de redução utilizados. Disponível em http: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>. Acesso em: 03 jun 2009. 92

Sumário

Introdução 26

Capítulo 1 - Definições de espaço 37
1. Introdução 38
1.1. O espaço na Antiguidade 39
1.2. O espaço na Idade Média 42
1.3. O espaço no Renascimento 50
1.3.1. A perspectiva 52
1.4. O espaço depois da perspectiva 62
1.5. O ciberespaço 68

Capítulo 2 - Os sistemas de representação do espaço 78
2. Introdução 79
2.1. A representação do espaço a partir do digital 79
2.2. A representação do espaço tridimensional pelos meios: tradicional e digital – similaridades e divergências 82
2.2.1. Sistema de Projeção Paralelo ou Cilíndrico 84
2.2.1.1. Sistemas de Projeção Ortogonal – Sistemas: Diédrico e Axonométrico 84

2.2.1.2. Sistemas de Projeção Oblíqua – Cavaleira, Cabinet, Militar 92
2.2.2. Sistema de Projeção Cônica 95
2.2.2.1. Perspectiva Linear ou Perspectiva *Artificialis* 96
2.2.2.2. A Fotografia 104
2.2.2.3. O Cinema 106
2.1.3.2. O Vídeo 108
2.2.3. A Computação Gráfica 110
2.2.3.1. A interface gráfica dos programas 3D 114
2.2.3.2. *Viewports* 116
2.2.3.3. Sistema de coordenadas 117
2.2.3.4. A Geometria dos objetos 3D – Vértices, Linhas, Faces, Polígonos, *Patch*, *NURBS* 118
2.2.3.5. O realismo do objeto virtual: materiais, luzes, câmera, animação 121
2.3. O "novo" espaço produzido pelos programas 3D 122
2.4. Os sistemas de representação e os programas 3D – a (r)evolução na representação do espaço 126
2.4.1. A perspectiva e o espaço virtual 128
2.4.2. A relação do criador e o espaço virtual – observação, interação, imersão 130
2.4.3. O plano de quadro e a janela de visualização 133

2.4.4. O objeto virtual/o objeto real 135

Capítulo 3 - Geometria e o ensino da representação do espaço 138
3. Introdução 139
3.1. O ensino da representação do espaço antes do uso do computador 139
3.2. O ensino da representação do espaço com o uso do computador 142
3.3. O curso de Design Digital & Virtual 149
3.4. A importância do conhecimento geométrico para a solução de problemas construtivos 152
3.5. A disciplina de Geometria dos Sólidos do curso de Digital & Virtual Design 155
3.6. O aluno informatizado 156
3.7. O aluno do curso de Digital & Virtual Design 160
3.8. O professor mediador 162
3.9. O professor de Geometria dos Sólidos 169
3.10. O trabalho desenvolvido dentro da disciplina de Geometria dos Sólidos 171
3.10.1. O programa da disciplina de Geometria dos Sólidos para o curso de Digital &Virtual Design 174
3.10.2. Os exercícios propostos 178

Capítulo 4 - A contribuição dos meios computacionais no ensino de Geometria 203

4. Introdução 204
4.1. A modernização da disciplina de Geometria 204
4.2. Do instrumento tradicional ao computacional – o contributo no ensino da geometria 210
4.3. A realidade aumentada - visualizando o objeto virtual no espaço real 213

Conclusão 221

Referências Bibliográficas 227

Anexos 239
Anexo 1 - Projeto: Visualizador de Móveis em Realidade Aumentada 240
Anexo 2 - Orientações para o Trabalho Final da Disciplina de Geometria dos Sólidos 244
Anexo 3 - Entrevistas 250
Entrevista com o Profa. Dra. Suely Fragoso 250
Entrevista com o Prof. Dr. Arthur Lara 266
Entrevista com o Prof. Dr. Wilson Florio 274
Entrevista com o Prof. Dr. Eduardo Sampaio Nardelli 293
Entrevista com o Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim 306
Entrevista com o Prof. Dr. Claudio Cesar Pinto Soares 321
Entrevista com o Prof. Dr. Eugenio Scoletta 332

Introdução

Introdu
ção

Esta pesquisa procura mostrar que o desenvolvimento de uma nova representação do espaço tridimensional necessita tanto dos saberes teóricos da geometria, bem como do uso dos meios computacionais integrados aos meios tradicionais, enfatizando a importância da disciplina de Geometria dos Sólidos, na formação do designer de Digital & Virtual.

A evolução da tecnologia computacional permitiu à área de Design um desenvolvimento no processo projetual desde a criação, representação, execução até a produção do objeto. Ao criar o modelo virtual, o designer tem a possibilidade de visualizar o objeto no espaço tridimensional, podendo desta forma analisar situações e fenômenos, antevendo problemas e encontrando soluções antes da realização efetiva do projeto.

Antes do advento dos computadores, o designer priorizava o registro gráfico, elaborando croquis e desenhos técnicos executados com instrumentos tradicionais sobre o plano bidimensional do papel, com o qual ele discutia consigo mesmo e com os demais envolvidos no projeto cada componente do objeto a ser criado. O modelo dentro da área do Design sempre existiu, contudo era um elemento dentro do projeto que respondia às recomendações da representação bidimensional dos sistemas de projeção.

Com a introdução dos meios computacionais, o modelo virtual torna-se o protagonista no processo de criação, aonde o uso do computador como meio para a representação do espaço vai além da precisão gráfica, atuando diretamente na concepção do projeto na medida em que viabiliza ao designer a criação de novas concepções formais a partir do uso dos programas

3D, interagindo instrumentos de precisão e sistemas de representação ao processo de produção, dentro do ambiente tridimensional.

O uso dos meios computacionais não desconsidera o uso dos meios tradicionais, complementa-o, permitindo ao designer a elaboração de projetos mais complexos tanto no uso de formas não representáveis sob a geometria euclidiana, como na troca de informação entre todos os envolvidos no projeto até a sua produção final.

O curso de Digital & Virtual Design tem por característica o desenvolvimento de competências para a elaboração de atividades realizadas no espaço virtual promovidas pelo uso dos computadores. Deste modo, a formação deste designer está diretamente relacionada ao uso dos meios computacionais na compreensão, tanto do espaço virtual, quanto na integração deste com o espaço físico.

Para exemplificar a importância dos conceitos geométricos aplicados a área do Digital & Virtual Design, será apresentado um projeto desenvolvido em realidade aumentada onde um objeto virtual será inserido na imagem de um espaço físico, mostrando como os conceitos da perspectiva são fundamentais para a elaboração de espaços virtuais.

Nesse sentido, esta pesquisa demonstra a experiência do uso dos programas 3D na disciplina de Geometria dos Sólidos, dentro do curso de Digital & Virtual Design, relacionando-o

ao uso dos meios tradicionais de representação sobre o espaço bidimensional, enfatizando a importância da disciplina na formação do designer.

Definição do problema

Esta pesquisa tem como proposta de estudo:

- A importância da representação do espaço utilizando os meios computacionais integrados aos meios tradicionais.
- Os instrumentos disponibilizados pelos programas 3D propiciam a criação de modelos no espaço virtual do computador, desenvolvendo novos procedimentos projetuais, tanto na criação, como na representação e execução do objeto tridimensional.
- O uso dos meios computacionais incrementa o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos geométricos ministrados na disciplina de Geometria dos Sólidos, na formação do aluno de Digital & Virtual Design.

O estudo desta pesquisa está delimitado pelas áreas de: Ensino, Geometria, Representação do espaço tridimensional, Computação Gráfica, Programas 3D, Digital & Virtual Design.

Hipóteses

O uso do computador, utilizando os programas 3D, modifica a forma de conceber o objeto tridimensional e facilita a aprendizagem da representação do objeto tridimensional.

Objetivo geral

Analisar o uso dos meios computacionais no ensino da representação do espaço, enfatizando o ensino de Geometria, dentro do curso de Digital & Virtual Design.

Objetivo específico

- Conceituar espaço tridimensional produzido pelo computador.
- Comparar a representação do espaço sobre os suportes: tradicional e virtual.
- Relacionar o ensino da representação tradicional com o uso dos meios computacionais - similaridades e divergências.
- Verificar como o uso dos programas 3D amplia a compreensão e a representação do espaço.

Delimitações da pesquisa

A pesquisa priorizou o ensino da representação do espaço, dentro da área do Design, direcionando o estudo à disciplina de Geometria dos Sólidos do curso de Digital & Virtual Design, enfatizando o estudo dos sistemas de projeção, utilizando o programa 3D StudioMax.

A realidade aumentada foi utilizada como proposta do uso do computador como meio para a representação do espaço, exemplificando a aplicação dos conceitos geométricos inerentes ao estudo da projeção cônica, necessários ao desenvolvimento de um projeto, utilizando um objeto virtual integrado à imagem do espaço físico, à área de atuação do designer do curso de Digital & Virtual, não tendo sido empregada em sala de aula.

Metodologia utilizada

Esta pesquisa foi realizada com a seguinte metodologia:

- Levantamento bibliográfico em livros, teses, dissertações e anais de congressos das áreas de Design, geometria, representação gráfica, perspectiva, programas gráficos e ensino.
- Entrevistas com os professores das disciplinas de geometria, computação gráfica e comunicação.

- Estudo de caso da disciplina de Geometria dos Sólidos do curso de Digital & Virtual Design, enfatizando o estudo dos sistemas de projeção, utilizando o programa 3D StudioMax.

Resultados esperados

Esta pesquisa procura demonstrar:

- A importância do ensino a representação do espaço, integrando as potencialidades dos suportes, físico e virtual.
- O ensino de representação antes e com o uso do computador.
- A contribuição do ensino da Geometria aliado ao uso dos meios computacionais na aprendizagem dos sistemas de projeção.
- O desenvolvimento do ensino de geometria para a criação e a representação do objeto tridimensional no espaço físico e virtual, dentro da área do Digital & Virtual Design.

Justificativa

O uso dos meios digitais é uma realidade em diversas áreas do cotidiano. Dentro da área do ensino do Design, o aluno ingressante possui algum conhecimento sobre os meios computacionais, porém, tem dificuldade em assimilar os conceitos teóricos ao uso do

computador. Por outro lado, encontramos ainda professores que acreditam que apenas pelo uso de instrumentos tradicionais, o aluno conseguirá adquirir conhecimento para desenvolver um projeta. Parte do problema encontra-se no fato do aluno chegar ao ensino superior com pouco ou até mesmo sem o conhecimento dos fundamentos geométricos necessários para a compreensão da representação do espaço. Enquanto que os professores não conseguem fazer a integração dos conhecimentos teóricos, inerentes à representação do espaço, ao uso dos instrumentos informatizados. Desta forma encontramos em sala de aula um descompasso entre o ensino tradicional da representação do espaço e o uso dos meios computacionais.

Esta pesquisa procura contribuir na modernização do ensino da Geometria, utilizando os meios computacionais aliados aos meios tradicionais para a representação do espaço, buscando verificar como o espaço virtual gerado pelo uso dos programas 3D permite o desenvolvimento mais alargado do processo criativo do aluno, na medida em que disponibiliza a utilização de recursos inexistentes no suporte tradicional.

O curso de Digital & Virtual Design foi escolhido como área de pesquisa por proporcionar as condições ideais para demonstrar como uma disciplina teórico/prática, como a disciplina de Geometria dos Sólidos, pode ser ministrada utilizando os meios computacionais, sem descaracterizar os princípios fundamentais que regem a geometria.

O estudo da perspectiva foi utilizado como exemplo de aplicação dos conceitos geométricos na representação do espaço tridimensional, dentro do curso de Digital & Virtual

Design, visto que o conceito da projeção cônica está presente na visualização do espaço virtual por meio das câmeras dos programas 3D. Ao final, o conceito da perspectiva foi enfatizado no exemplo de aplicação dos conceitos geométricos utilizado pela câmera na captação da imagem física pela realidade aumentada.

Como forma de destacar a aplicação dos conceitos geométricos na área de atuação do designer Digital & Virtual, foi realizado um sistema de visualização de um objeto virtual inserido na imagem do espaço físico, capturada pela *webcam*. Foi escolhida a realidade aumentada com monitor, de caráter não imersivo, pelo uso de equipamentos de fácil aquisição e baixo custo.

Esta pesquisa procurar mostrar, por meio do estudo de caso, a importância da constante renovação do processo de ensino/aprendizagem como forma de atualização dos conteúdos das disciplinas à aplicação nas áreas de atuação profissional do futuro designer.

Organização do trabalho

Esta pesquisa apresenta os fundamentos do ensino da Geometria importantes para o estudo da representação do espaço, enfatizando a experiência dentro do curso de Digital & Virtual Design.

O Capítulo 1 – Definições de espaço – apresenta os conceitos de espaço estudados na Antiguidade, na Idade Média, no Renascimento com o estudo da perspectiva, as definições espaciais de Newton, Leibniz no século XVII, Kant no século XVIII, a geometria não euclidiana do século XIX e as teorias de Einstein no início do século XX, finalizando com o ciberespaço. Este capítulo tem o objetivo de identificar os conceitos de espaço para compreender a evolução dos sistemas de representação.

O Capitulo 2 – Os sistemas de representação do espaço – analisa os sistemas de projeção utilizados desde o Renascimento fundamentais para o estudo da representação do espaço. São abordados os sistemas de projeção, paralelo e cônico, e suas aplicações nos meios tecnológicos como a fotografia, o cinema, o vídeo e o computador. O objetivo deste capítulo é averiguar como os sistemas de projeção utilizados pelos meios tradicionais são potencializados pelos meios digitais.

O Capítulo 3 – Geometria e o ensino da representação do espaço – examina: o ensino da representação do espaço antes do uso do computador, a importância do uso dos meios computacionais no ensino da Geometria, a formação do designer de Digital & Virtual, a dinâmica da disciplina de Geometria dos Sólidos, enfatizando o aluno e o professor, e os exercícios propostos. Este capítulo mostra como o uso dos meios computacionais é empregado em sala de aula por alunos e professores e como a disciplina de Geometria dos Sólidos procura ministrar os conteúdos geométricos, utilizando os suportes, tradicional e computacional.

O Capítulo 4 – A contribuição dos meios computacionais no ensino de Geometria – enfoca a importância da modernização das metodologias de ensino da disciplina de Geometria, integrando os meios computacionais e direcionando o conteúdo programático à área de atuação profissional abrangida pelo curso. Neste capítulo, é apresentado o sistema de realidade aumentada como um exemplo de aplicação dos conceitos geométricos que serão utilizados pelos alunos do curso de Digital & Virtual Design, na elaboração de projetos em ambientes virtuais.

A Conclusão procura mostrar a importância do ensino da Geometria, da representação do espaço e do uso dos meios tradicionais e computacionais, tendo como objeto de estudo o curso de Digital & Virtual Design.

Os anexos são compostos pelo projeto de visualização de um objeto virtual utilizando a realidade aumentada, as orientações apresentadas aos alunos para a realização do exercício de conclusão da disciplina de Geometria dos Sólidos e as entrevistas aos professores das áreas de design, geometria, projeto e comunicação.

Capítulo 1

Definições de espaço

Capítulo 1

1. Introdução

Neste capítulo serão apresentadas as definições mais relevantes de espaço, segundo os aspectos históricos e sociais inerentes a cada época, que levaram o homem a diferentes maneiras de compreendê-lo e registrá-lo.

O capítulo será iniciado pelo período da Antiguidade, com a noção de espaço apresentada pelo pensamento grego de Aristóteles e Platão que, questionando a origem do Universo, deram suporte às várias teorias do espaço ao longo dos tempos. Em seguida serão abordados o espaço na Idade Média e sua importância como base para a transição do conceito de espaço finito e heterogêneo herdado da Antiguidade para o conceito de espaço infinito e homogêneo desenvolvido no Renascimento. Ao apresentar o espaço renascentista será abordada a sua sistematização por meio do uso da perspectiva, enfatizando a importância deste sistema ao revolucionar a forma de olhar, compreender e representar o espaço. Serão apresentadas, resumidamente, as definições de Newton e Leibniz no século XVII, de Kant no século XVIII, da geometria não euclidiana do século XIX e das teorias de Einstein no início do século XX, mostrando como as idéias apresentadas por físicos, filósofos e matemáticos sobre espaço multidimensional contribuíram para que pintores Impressionistas procurassem representar o movimento e Cubistas buscassem representar o tempo, a quarta dimensão. E, por último, o ciberespaço, como uma nova forma de representação do espaço. O objetivo do capítulo é apresentar diversas definições sobre o espaço e as conseqüentes influências culturais que levaram às modificações nos modelos de representação espacial ao longo do tempo.

1.1. O espaço na Antiguidade

Na Antiguidade, os estudiosos acreditavam que o Universo era formado a partir do Caos, que evoluíra para a criação do Cosmo, e que o mundo seria constituído em ordem e harmonia (Fig. 1). Na concepção grega, a estrutura do Universo era finita e não limitada, sem contornos, e não havia a noção de um todo unificado, mas sim a da multiplicidade de territórios desconectados, onde o espaço e tempo seriam descontínuos.

Figura 1 - O ancião dos dias.
Aquarela - 1794 de William Blake (1757-1827).
Disponível em: <http://www.squidoo.com/william-blake>
Acesso em: 04 jun 2009.

No livro **A perspectiva como forma simbólica**, Panofsky escreveu que, para os antigos, o conceito de espaço, tanto na Arte como na Filosofia, era entendido como o de um recipiente finito, onde os objetos eram sobrepostos e o espaço que os envolvia não interferia neles, nem sofria influência deles. Naquele período, o espaço era composto por elementos heterogêneos, sendo que cada elemento era entendido como um objeto único, desvinculado do espaço circundante, e a profundidade era representada pela sobreposição dos objetos (PANOFSKY, s.d.:42).

Destacam-se no período os filósofos Platão e Aristóteles, cujas idéias, apesar de divergentes em relação à definição de espaço, serviram de base para o estudo e o entendimento do espaço ao longo dos tempos. Platão o definiu como um receptáculo, ou seja, como um lugar com dimensões finitas, onde os objetos com suas proporções verdadeiras existiriam e poderiam estar em movimento. Para Suely Fragoso o espaço definido por Platão teria "semelhanças com o espaço sistemático de Panofsky, porém seria finito" (FRAGOSO, 2003:111).

Na concepção aristotélica o espaço seria o limite do receptáculo, onde cada corpo teria uma existência própria e só existiria se estivesse preenchido por objetos: deste modo, o espaço seria finito, heterogêneo e desprovido de vazios. Como explicou Margareth Wertheim, "na imagem aristotélica do mundo, a matéria preenche cada fenda, e o espaço é meramente um conjunto de limite que separa uma coisa material de outra" (WERTHEIM, 2001:73) (Fig. 2).

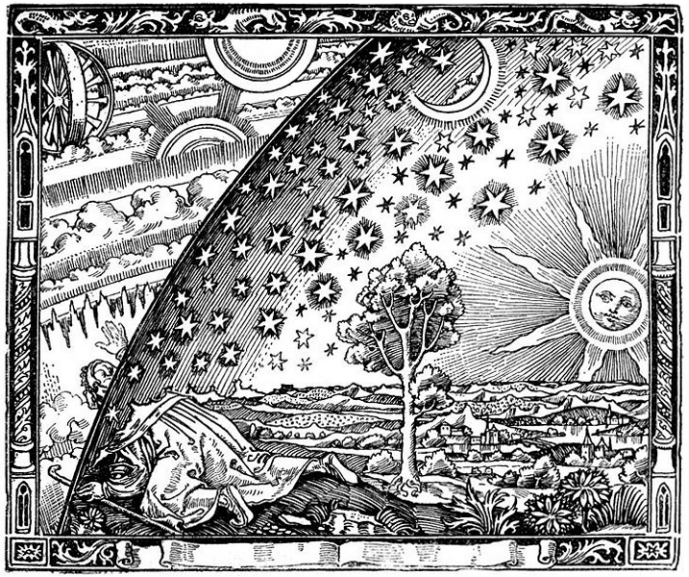


Figura 2 - Imagem de autor desconhecido encontrada no livro de Camille Flammarion, L'Atmosphere: Météorologie Populaire (Paris, 1888) Disponível em: <http://homepage.mac.com/kvmagruder/flatEarth/source.html> Acesso em: 04 jun 2009.

O texto "Fechado, aberto, finito, infinito, limitado, não-limitado, contorno, sem contorno... O que isso quer dizer?", apresentado no *site* do Observatório Nacional, mostra que Aristóteles, ao formular a definição de espaço finito, poderia envolver nela a noção de contorno e a da existência de algo do lado de fora do Universo, mas passou a defini-lo como uma esfera de estrelas cujo lado interno seria físico e cujo lado externo seria o "mundo dos deuses (...). Com isso ele colocava uma existência não física além do contorno do Universo finito, removendo a contradição" (KLEBER, 2006: s/p).

Deste modo, na prática o espaço seria apenas uma superfície plana, finita, onde estariam colocados os objetos. Em virtude da inexistência do vazio, o espaço aristotélico não teria volume e conseqüentemente não poderia ser representado por sua profundidade, porém, isoladamente, os objetos seriam

representados com espessura. Os artistas da Antiguidade acreditavam que o concreto era formado pelos objetos e pelos corpos, e estes deveriam ser representados de forma palpável, sob as leis da ciência, não se preocupando em representar concretamente o espaço (FLORES, 2007:91) (Fig. 2).

Os gregos buscaram compreender o espaço desenvolvendo o raciocínio lógico, necessário para evidenciar a correta utilização das proporções matemáticas, o que permitiu a racionalização e a ordenação da geometria e da aritmética. Como explica Carl Boyer no livro **História da Matemática**, para Platão "o raciocínio usado na geometria não se refere às figuras visíveis desenhadas, mas às idéias absolutas que elas representam" (BOYER, 1988:61). Panofsky, analisando os estudos de Vitrúvio e Euclides, afirma que os antigos já conheciam as deformações periféricas e a necessidade de representar as linhas retas observando os ângulos visuais (PANOFSKY, s.d.:78-79); contudo, naquele período não havia a preocupação de traduzir o espaço em um processo de representação sistemática. "O espaço sistemático tinha tanto de impensável para os filósofos como de inimaginável para os artistas na Antiguidade" (PANOFSKY, s.d.:44). O conhecimento grego sobre a ótica geométrica somente viria a ser utilizado no Renascimento, por Alberti, para o desenvolvimento da perspectiva na representação do espaço (FLORES, 2007:55).

1.2. O espaço na Idade Média

A Idade Média foi um período de grande importância para a evolução dos conceitos sobre a representação do espaço, porque ao longo desse período o conceito de espaço finito e heterogêneo, herdado dos pensadores da Antiguidade, foi lentamente sendo alterado e transformou-se no conceito de espaço infinito e homogêneo que viria a ser desenvolvido pelos artistas no Renascimento.

Panofsky relata que "a tarefa da História da Arte Medieval consistia em harmonizar uma multiplicidade de objetos isolados anteriormente, embora habilmente associados, com vista à formação de uma unidade autêntica" (PANOFSKY, s.d.:47). Se, aparentemente, a Idade Média foi um período em que não houve evolução nos estudos filosóficos e científicos iniciados pelos pensadores gregos, na verdade podemos notar que as transformações culturais ocorridas ao longo do período medieval deram suporte ao desenvolvimento científico e cultural que viria a ocorrer na era Moderna[1].

---

[1] É importante ressaltar que apesar do povo romano ter integrado na sua cultura o contributo da civilização grega nos vários campos do pensamento e das artes, o Império Romano pouco contribuiu ao desenvolvimento das áreas das ciências, da filosofia e da matemática: "as artes práticas como a medicina e a agricultura eram cultivadas com algum interesse, e a geometria descritiva era olhada favoravelmente. Projetos notáveis de engenharia e monumentos arquitetônicos se relacionavam com os aspectos mais simples da ciência, mas os construtores romanos se satisfaziam com técnicas práticas elementares que requeriam muito pouco conhecimento da grande massa do pensamento grego". (BOYER, 1991:120). Vitrúvio, arquiteto do imperador Augusto César, foi o maior expoente no estudo da arquitetura desse período com a obra **De Architectura** (Sobre a Arquitetura), mas seu trabalho tem muito mais uma vertente de aplicação prática voltada para a preocupação em como construir o espaço arquitetônico do que realmente em questionar o que é esse espaço.

Na sociedade da Idade Média, o domínio intelectual e cultural ficou a cargo dos representantes da Igreja Católica[2], na medida em que esta foi a única instituição que sobreviveu intacta à queda do Império Romano, mantendo os clérigos refugiados nos monastérios. A vida de clausura proporcionou aos religiosos um aprimoramento em sua formação por meio dos estudos nas áreas da filosofia e das ciências. Desta forma, o período medieval foi caracterizado por uma centralização do conhecimento nos mosteiros, principalmente nos beneditinos. Herdeiros da cultura latina, os clérigos tiveram como um importante legado a conservação, a tradução e o estudo dos clássicos pertencentes ao mundo antigo que escaparam a tantas guerras e invasões. No entanto, Carl Boyer explica que a maior parte das traduções feitas para o latim era de tratados de álgebra e aritmética de origem árabe, visto que naquele período existiam poucos tradutores que dominavam a língua grega. Dentre os tratados árabes, poucos eram os trabalhos referentes ao estudo da geometria, e estes poucos textos não abrangiam a profundidade dos estudos gregos de Arquimedes e Apolônio (BOYER, 1991:184).

Guardiã dos valores espirituais, morais e culturais da sociedade medieval, a Igreja Católica deteve o domínio intelectual e influenciou o pensamento europeu em todas as áreas do conhecimento. Como forma de transmitir os princípios religiosos aos fiéis, que na sua

[2] Em virtude da queda do Império Romano e da invasão dos povos bárbaros e árabes houve um fracionamento da autoridade política, um enfraquecimento da noção de Estado e, conseqüentemente, uma crise econômica que levou as populações das cidades a retornarem ao campo, procurando refúgio e proteção em cidades fortificadas ou em grandes latifúndios. A sociedade medieval era composta basicamente pelo senhor feudal, proprietário de terras, pelo clero, detentor dos conhecimentos intelectuais, e pelos vassalos, camponeses livres e servos que prestavam serviços ao senhor feudal em troca de proteção.

maioria eram iletrados, a Igreja contava com o trabalho de artistas que retratavam em suas obras a "essência divina", em função da qual aqueles poderiam meditar sobre a sua existência e o seu destino (REIS, 1994:52). Deste modo, como o tema proposto era envolto em elementos de espiritualidade, a preocupação do artista medieval era comunicar uma idéia, um conceito, uma alegoria, e não a representação realista dos fatos, ou seja, o espaço representado na obra medieval não era o espaço real, pois não tinha a aspiração de simular a realidade de forma objetiva. Como retratou Margaret Wertheim, a arte medieval não buscava representar o espaço real, visto que o espaço medieval "incluía ao mesmo tempo o espaço dos vivos e dos mortos" (WERTHEIM, 2001:34). A Igreja Católica viu nesta forma de retratar o espaço, fazendo o observador ler a obra não de forma representativa, e sim de forma interpretativa, uma oportunidade de transmitir seu apostolodo aos fiéis, transformando a referência simbólica da arte em uma mensagem divina, e não na representação da própria realidade. Assim sendo, a arte medieval era carregada de um caráter contemplativo, meditativo, alegórico, limitado, simbólico, nela predominando o valor afetivo e subjetivo, caracterizando o poder demiúrgico, mediador entre o Ser Supremo e a criatura, inerente à própria imagem, e refletindo o contexto cultural vivido na Idade Média (MENESES, 2003:s.p.).

Os movimentos artísticos que representam historicamente a Idade Média são o Românico e o Gótico; contudo, na transição entre a Antiguidade e o período Medieval, é necessário destacar a Arte Bizantina, por ter sido esta a primeira manifestação artística que sugeriu a idéia de espaço contínuo por meio da valorização gráfica no uso da linha.

A Arte Bizantina foi uma expressão artística do mundo Oriental, desenvolvida em Constantinopla no início da Idade Média, que tinha características muito peculiares. Ao mesmo tempo em que recebia uma enorme influência da Igreja Católica, pois o cristianismo foi instituído como religião de Estado, conservava as características herdadas pelos ensinamentos de Aristóteles. Em seu livro, Margaret Wertheim esclarece que "como tantas outras idéias medievais, sua concepção do espaço é herdada de Aristóteles" (WERTHEIM, 2001:73). Esta arte oriental procurou fazer com que a matéria, composta de pequenos fragmentos, preenchesse cada fenda, compondo um espaço onde a linha seria o limite que separa uma superfície de outra (Fig. 3), formando um conjunto sem espaços vazios, seguindo não somente a definição aristotélica do espaço, mas também indo ao encontro à idéia do cristianismo segundo a qual Deus havia criado um Universo cheio (WERTHEIM, 2001:74).

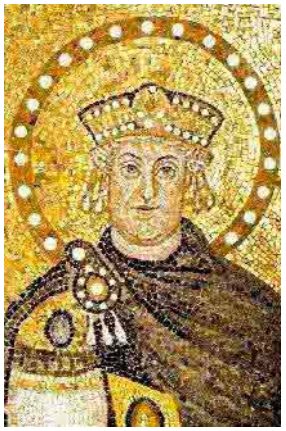


Figura 3 - Rei Justiniano (526-565 d.c.).
Disponível em <http://www.historianet.com.br/>.
Acesso em: 02 jun. 2009

Deste modo, a arte do mosaico, formada por figuras planas cercadas por uma linha de contorno, deu início ao princípio de continuidade[3] e da homogeneidade do espaço plano, onde a imagem criada mantinha uma relação direta entre as superfícies contornadas pela linha. No entanto, diferentemente de Aristóteles, ao aceitar a existência da linha como mediadora das superfícies, a Arte Bizantina proporcionou ao espaço a sua unidade. Como esclareceu Panofsky, a Arte Bizantina não conseguiu romper com o conceito de espaço aristotélico originado na Antiguidade, mas sua importância foi exaltar a linha e, com isso, poder trabalhar as superfícies de forma contínua (PANOFSKY, s.d.:49).

Figura 4 - Última Cena: frontal de Soriguerola. Fim do séc. XIII. M^{O} Arte Cataluña. Barcelona. Museu de Arte da Catalunha. Barcelona. Disponível em: <http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/arte/arte/x-media/p-me-esp.htm> Acesso em: 04 jun 2009.

Como expressão artística da Idade Média no mundo Ocidental, a Arte Românica se manifestou com maior ênfase em edifícios arquitetônicos de cunho religioso. No entanto, elementos decorativos como pinturas e tapeçarias que chegaram aos nossos dias apresentam um espaço fechado e fragmentado, construído por imagens sobrepostas, onde o tamanho de cada objeto informa a sua importância dentro da obra (Fig.4 e 5).

[3] Este conceito de continuidade seria explorado pela perspectiva no Renascimento em relação não somente às superfícies planas, mas a toda estrutura tridimensional. (PANOFSKY, s.d.:49).

Figura 5 - Detalhe. Última Cena: frontal de Soriguerola. Fim do séc. XIII. Mº Arte Cataluña. Barcelona. Museu de Arte da Catalunha. Barcelona. Disponível em: <http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/arte/arte/x-media/p-me-esp.htm> Acesso em: 04 jun 2009.

Na Arte Românica o espaço contínuo permaneceu plano, como na Arte Bizantina, porém a profundidade era sugerida pela sobreposição dos elementos, dando a noção de proximidade ou de afastamento em relação ao fundo da imagem. As personagens eram pintadas maiores ou menores, de acordo com sua importância dentro dos princípios religiosos ou da sociedade medieval (COSTA, 2003:s.p.): deste modo, a textura dada às superfícies e a escala utilizada para a representação dos objetos mostravam a sua importância dentro dos elementos que compunham a obra. Assim, podemos perceber que a preocupação do artista não era representar a veracidade do espaço, dos objetos e dos personagens, mas evocar o valor afetivo sugerido pela narrativa, utilizando representações simbólicas do espaço como meio para a meditação.

O período Românico rompeu com os conceitos de espaço da Antiguidade porque a representação do espaço naquele período utilizou a linha e a superfície de forma contínua e homogênea. Desta maneira, se houvesse alguma alteração na linha ou na superfície, toda a estrutura estaria comprometida. Este novo conceito de representação espacial propiciou uma

nova visão dos elementos que compunham os espaços e, segundo Panofsky, seriam estas as condições necessárias que levariam ao desenvolvimento da perspectiva no Renascimento, "corpos e espaço passam a estar ligados, aconteça o que acontecer. A partir de então, se um corpo deve libertar-se dos laços que o prendem à superfície, o seu crescimento estará comprometido, a menos que o espaço aumente na mesma proporção". (PANOFSKY, s.d.:50).

Já no final da Idade Média, a Arte Gótica trabalhou a tridimensionalidade da obra, incorporando esculturas que se projetavam para fora do plano do quadro (Fig. 6).

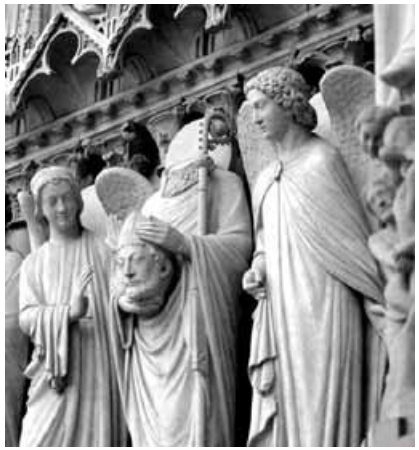


Figura 6 - Arte gótica representada pelas esculturas da fachada da Catedral de Notre Dame na França Disponível em< http://www.revista.art.br/site-numero-05/trabalhos/10.htm> acesso em: 4 jun 2009.

Panofsky argumenta que o fato de se agregar objetos tridimensionais às imagens planas foi entendido como uma volta ao pensamento aristotélico, onde cada objeto tinha seu próprio espaço, independente, representando a sua própria existência. Mas na verdade estes

elementos escultóricos eram partes de uma mesma obra, participantes de um espaço que desejava ser tridimensional, para ao final fazer um todo homogêneo. "O Gótico primitivo foi o período que (...) revivificou a doutrina do espaço formulada por Aristóteles. Todavia, os resultados finais não se cifraram num regresso à Antiguidade, e sim, na ruptura que apontava para a «modernidade" (PANOFSKY, s.d.:51).

Se a Arte Bizantina deu início ao sentido de espaço homogêneo com o uso da linha, foi a Arte Gótica que deu unidade à representação do espaço tridimensional. Como afirma Panofsky, "o sistema espacial da Arte que floresceu no Trecento constituiu-se retroativamente, isto é, a partir dos seus próprios elementos. Para que a estes *disjecta membra* fosse dada unidade, faltava apenas o sentido Gótico do espaço" (PANOFSKY, s.d.:53).

O espaço representado pela Idade Média, vinculado aos ideais gregos, foi chamado por Panofsky de "espaço agregado" por ser um lugar onde os objetos eram colocados e onde cada peça era independente dos demais elementos que compunham o espaço: "trata-se de um mundo de espaço e de corpos, mesmo que nele tudo seja remetido para a superfície" (PANOFSKY, s.d.:49). Diferentemente da visão Renascentista, que veremos a seguir, o "espaço agregado", representado nas obras medievais, possuía quantos pontos de vista fossem necessários para percorrer as várias cenas que compunham o conjunto da obra. Esta multiplicidade de pontos de visão gerava o movimento obrigatório do observador que, para compreender as imagens formadoras da obra, necessitava se movimentar, alterando constantemente o foco visual (FLORES, 2007: 63).

Desta forma, podemos resumir o contributo da Idade Média para a evolução da representação do espaço enfatizando que, ao mesmo tempo em que o espaço era tratado como se não existissem vazios, sendo todo preenchido por pequenos fragmentos, como a arte dos mosaicos, ou pela sobreposição das figuras como a Arte Românica, ao separar as superfícies a linha de contorno proporcionou a noção de homogeneidade do espaço, que seria desenvolvida pela arte renascentista nos estudos da representação do espaço pela perspectiva. A perspectiva também viria a se preocupar em representar a tridimensionalidade do espaço sugerida pela Arte Gótica, que despertou nos artistas a necessidade de acrescentar a profundidade e o volume ao espaço representado. Na Idade Média, a arte refletiu o pensamento de uma cultura que acreditava na noção de um mundo finito, dentro de um espaço fechado, onde tudo era ordenado de forma divina e a obra de arte era uma representação simbólica de uma mensagem, de um princípio, de uma idéia.

1.3. O espaço no Renascimento

A sociedade renascentista, com base na filosofia Humanista, foi marcada por uma busca dos valores clássicos originados no período grego-romano, onde o homem era o centro do Universo. A ideologia antropocêntrica do Renascimento, ao restabelecer os valores da cultura clássica, procurou inserir estes valores adaptando-os à nova sociedade[4]. Assim, opondo-se

[4] A sociedade medieval se caracterizava por ser fragmentada dentro do sistema feudal, em que cada feudo representava um território independente. Com o desenvolvimento da economia mercantil e a ascensão da burguesia, houve um desenvolvimento da população urbana, provocando a centralização das instituições do poder político

aos ideais do período medieval[5], o mundo passou a ser entendido a partir das necessidades humanas, seguindo o conceito sofista de Protágoras de Abdera de que "o homem é a medida de todas as coisas" (MADJAROF , 1999:s/p).

Se na Idade Média a vontade divina era a explicação para tudo o que era desconhecido ao homem, no Renascimento houve uma procura constante por respostas com base científica para provar racionalmente tudo o que envolvia a humanidade. Assim, o Renascimento foi uma época de grande evolução no desenvolvimento científico e cultural da sociedade[6].

Na questão da representação do espaço, o Renascimento se caracterizou como o período da ruptura dos conceitos de espaço defendidos até aquela época, ao introduzir a perspec-

---

e administrativo nas grandes cidades. A nova classe social, a burguesia, proporcionou o investimento necessário para o desenvolvimento das artes e da ciência.

[5] É importante destacar que a sociedade renascentista, procurando retomar os conceitos filosóficos dos Antigos, contrapondo-os a muitos dos pensamentos medievais, não rompeu com a idéia de que Deus criou o mundo e o homem. O ideal renascentista proporcionou ao homem o poder para usufruir as belezas criadas pela Natureza, que era incontestavelmente uma obra divina, desfazendo o fardo do homem medieval, que vivia num mundo de sofrimento e culpa, difundido pelo pensamento católico da Idade Média.

[6] As universidades criadas no fim do período medieval fizeram com que a cultura, que estava arraigada aos mosteiros, fosse disseminada aos filhos da nova classe social, oriunda do desenvolvimento econômico mercantilista. A burguesia passou a ter o domínio econômico e cultural dentro da sociedade renascentista, proporcionando o desenvolvimento de pesquisas na área da ciência e investimentos nos vários campos da arte. Invenções como a impressão de tipos móveis, criada por Gutenberg, agilizaram a impressão e a difusão dos livros, facilitando o acesso ao conhecimento.

tiva como representação do espaço tridimensional. Os estudiosos renascentistas não ficaram reféns do conceito de espaço criado na Antiguidade e conseguiram se abstrair das influências geradas pela percepção visual do próprio espaço[7], ao utilizar os conceitos matemáticos, sob o ponto de vista estético, para representar o espaço. O contributo do Renascimento, ao utilizar a perspectiva como instrumento de representação do espaço tridimensional, foi possibilitar ao homem poder olhar o espaço de uma maneira diferente. Panofsky enfatiza que o Renascimento conseguiu elaborar um sistema que viria a ser ímpar na representação do espaço tridimensional: a perspectiva (PANOFSKY, s.d.:59).

1.3.1. A perspectiva

A perspectiva era uma estrutura espacial capaz de representar os objetos no espaço sobre um plano, definindo o exato ponto em que cada elemento deveria manter, de forma constante, as distorções da largura, da altura e da profundidade, relativas a cada elemento do espaço, dentro de uma extensão infinita. Como explicita Claudia Flores, "no caso do Renascimento percebe-se que se empregou um modo de representação que tornou o espaço métrico, homogêneo e infinito a partir de um olhar racional" (FLORES, 2007:96); em função desta representação, a noção de "infinito" estava fundamentado no conceito matemático segundo o qual todas as retas paralelas se encontram em um ponto no infinito.

[7] Panofsky ressalta que os Antigos tinham a noção de tridimensionalidade, mas que a Antiguidade tratava os elementos de composição do espaço, dos objetos e do lugar de forma autônoma e independente, ou seja, os elementos de composição de uma imagem não recebiam influência uns dos outros (PANOFSKY, s.d.:49).

No final do período medieval os pintores Giotto e Duccio foram os responsáveis pela introdução da perspectiva como representação da visão do espaço que viria a ser utilizada pelos modernos (Fig. 7 e 8). Para Panofsky, as obras de Giotto e Duccio marcam

> uma revolução no que respeita à avaliação formal da superfície de representação. Esta superfície não se limita agora a ser a parede ou o painel em que inscrevem as formas de objetos e figuras isolados. Ela retorna o plano transparente, através do qual se pretende que acreditemos estar a contemplar um espaço, mesmo que esse espaço esteja limitado por todos os lados (PANOFSKY, s.d.:53).

Figura 7 - "A Natividade" - 1302.
Fresco da Capela de Arena, em Pádua.
Giotto (1267 – 1337). Disponível em:
<http://www.zeno.org/Kunstwerke/B/Giotto+di+Bondone:+Arenakapelle+in+Padua:+Anbetung+der+Könige>
Acesso em: 4 jun. 2009

Apesar de o trabalho de Duccio não conseguir representar o espaço em sua totalidade, seus estudos abriram caminho para dois grupos que pesquisaram a representação do espaço

Figura 8 - Duccio di Buoninsegna, Resurrection of Lazarus, 1308-11 (Fort Worth, Kimbell Art Museum)

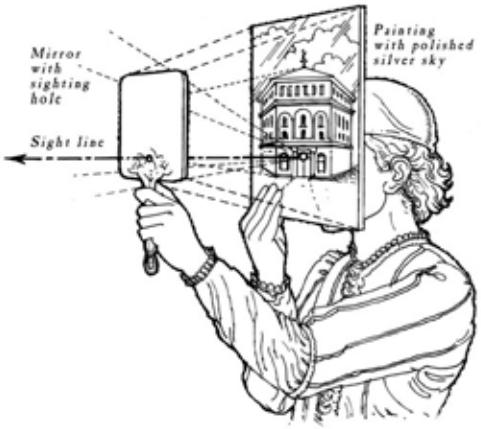


Figura 9 – Experimento de Brunelleschi Disponível em: <http://info.aia.org/aiarchitect/thisweek08/0328/0328p_duomo6_b.jpg> Acesso em: 04 jun 2009.

pela perspectiva: um deles seguiu o eixo de fugas, e o outro a sistematização das linhas do teto e do chão concorrentes em um ponto de fuga.

Muitos foram os pesquisadores preocupados em encontrar um método que pudesse representar o espaço de forma sistematizada e, segundo Panofsky, foi Brunelleschi o responsável por aplicar o método matemático na realização da perspectiva, resolvendo todas as questões relativas à representação do espaço, enquanto Alberti conseguiu aplicá-lo em uma obra artística (PANOFSKY, s.d.:59) (Fig 9 e 10). Suely Fragoso enfatizou que "a demonstração matemática da perspectiva

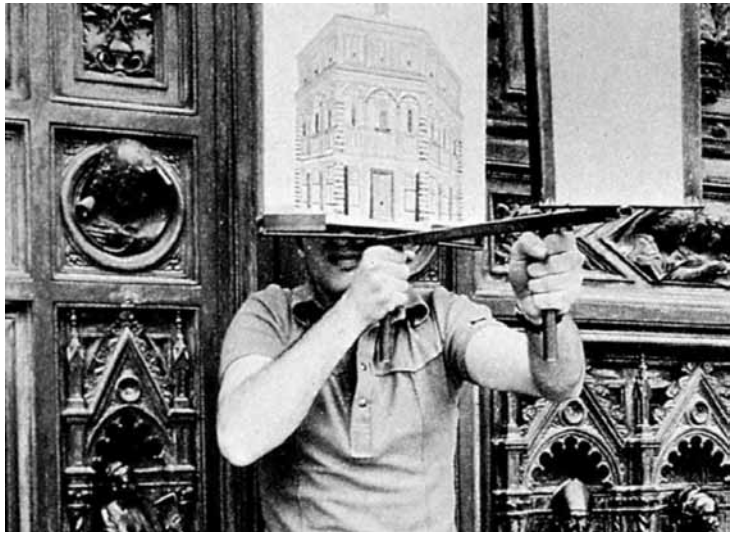


Figura 10 – Experimento de Brunelleschi. SAINZ, Jorge. El Dibujo de Arquitectura. Madri: Nerea S. A., 1990

central por F. Brunelleschi por volta de 1430 e sua sistematização por L. B. Alberti alguns anos depois (Della Pinttura,1453) conferiram àquele código uma credibilidade sem precedentes" (FRAGOSO, 2001:s.p.).

O Renascimento possibilitou o desenvolvimento de um processo, a perspectiva, para representar o espaço matematicamente, porém Panofsky esclarece que foi necessário abrir mão da influência da estrutura psicofisiológica do espaço e negar o conceito Antigo de espaço:

> A visão que fora bloqueada desde a Antiguidade, a maneira de ver ou o "olhar através de", libertou-se. Pressente-se a possibilidade de a imagem pintada voltar a ser um corte feito num espaço infinito, mas um espaço que é mais sólido e organizado de forma mais total do que o da concepção da Antiguidade (PANOFSKY, s.d.:53).

Margaret Wertheim, argumenta que "embora (os pintores do Renascimento) não estivessem desenvolvendo teorias do espaço per se, mas antes teorias da representação, seu trabalho pioneiro se revelaria crucial para essa solução do conceito moderno de espaço físico que conhecemos hoje" (WERTHEIM, 2001:79).

O artista do Renascimento, ao utilizar a perspectiva como meio de representação tridimensional, contribuiu para com o desenvolvimento de uma nova forma de olhar e compreender o espaço e promoveu uma revolução psicológica na sociedade Renascentista que se

reflete até os dias atuais, ao alterar completamente a concepção de espaço e a sua compreensão. Para Margaret Wertheim,

> os avanços "científicos" por si só não explicam a imensa mudança psicológica que teve de ocorrer antes que as mentes ocidentais fossem capazes de aceitar essa concepção. Acredito que Edgerton está certo quando, para explicar essa mudança, diz que, sem a revolução na visão do espaço operada pelos pintores dos séculos XIV ao XVI, não teríamos tido a revolução no pensamento sobre o espaço operado pelos físicos do século XVII. Em termos práticos, Giotto e seus descendentes artísticos ensinaram os europeus a olhar para o espaço de uma maneira nova. Nenhuma outra cultura, antes ou depois, levou o experimento perspectivo tão longe. Ao optar por seguir esse caminho, os artistas do Renascimento, sem o saber, lançaram as bases perceptivas e psicológicas para uma revolução na ciência. (WERTHEIM, 2001:87).

Esse espaço perspectivo foi denominado por Panofsky como "espaço sistematizado", porque os artistas conseguiram representar graficamente o espaço por meio da perspectiva, aplicando o conceito matemático de infinitude de forma homogênea, tanto no espaço como nos objetos do próprio espaço, fazendo com que os cheios e os vazios tivessem a mesma importância (PANOFSKY, s.d.:60). Em virtude dos ideais renascentistas procurarem explicar todos os fenômenos que envolviam o ser humano de forma racional, a perspectiva foi utilizada como um sistema de representação com bases matemáticas que respondeu tecnicamente ao problema de representar o espaço tridimensional sobre uma superfície bidimensional (Fig. 11).

A perspectiva foi incorporada pelos artistas de tal maneira que o espaço passou a ser compreendido mais pela sua representação do que pela vivência do espaço real, ou seja, a

representação sistemática acabou prevalecendo em relação ao espaço percebido. Panofsky explica que

> a impressão visual subjetiva foi sujeita a uma tal racionalização que essa mesma impressão acabou por se tornar o alicerce de um mundo de fundações sólidas, mas, ao mesmo tempo, num sentido completamente moderno da experiência, "infinito". (...). Resultou daqui ter sido o espaço psicofisiológico traduzido em espaço matemático. Deu-se, por outras palavras, a objetivação do subjetivo. (PANOFSKY, s.d.: 61).

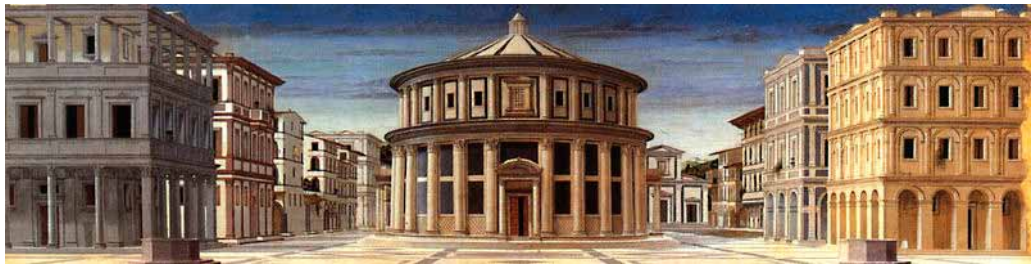


Figura 11 - Autoria desconhecida Ideal City – 1470. Galleria Nazionale. Urbino. Disponível em: <http://dimpost.wordpress.com/2009/04/14/perspective/>. Acesso em: 04 jun 2009.

Os conceitos de continuidade e de homogeneidade do espaço, iniciados pela Arte Bizantina, foram aprimorados no Renascimento com o uso da perspectiva como meio de representação do espaço. No espaço renascentista, qualquer alteração em um dos seus elementos modificaria toda a estrutura de representação do espaço tridimensional porque, no "espaço sistematizado" pela perspectiva, os objetos e o espaço estavam intimamente vinculados, obedecendo aos conceitos de continuidade e de homogeneidade permitindo que, ao se alterar um elemento do conjunto, todo o espaço fosse modificado. Esse conceito de espaço contínuo foi

compreendido quando Duccio e Giotto utilizaram um plano transparente através do qual seria possível ver todo o espaço e os objetos dentro desse espaço. Ao utilizar o plano transparente eles deram início "à visão do espaço da perspectiva moderna" (PANOFSKY, s/d:52). Mais tarde, o trabalho dos irmãos Lorenzetti foi um marco da integração da matemática à arte na representação do espaço, com o uso da perspectiva. Na obra dos Lorenzetti foi possível identificar o ponto de fuga como o centro das retas ortogonais ao quadro e a aplicação do conceito matemático de que todas as retas paralelas encontram-se num ponto no infinito.

Para Panofsky "a descoberta do ponto de fuga, enquanto 'imagem dos pontos infinitamente distantes de todas as ortogonais', constitui, num determinado sentido, o símbolo concreto da descoberta do próprio infinito" (PANOFSKY, s.d.:54). Além do uso do ponto de fuga, a noção de infinito no conceito de espaço renascentista passou a ser a base da representação visual do espaço, onde os planos davam uma idéia de continuidade em todas as direções, apesar de apresentarem um espaço fechado como uma "caixa espacial".

O plano de fundo não era apenas o fechamento de uma "caixa espacial", e sim o elemento que proporcionaria a leitura dos tamanhos e das distâncias entre os objetos dentro do espaço (PANOFSKY, s.d.: 55). Contudo, para Panofsky, o mosaico quadriculado sobre o plano do chão em Monreale seria o primeiro indício da representação do espaço por um sistema coordenado, tornando-se assim o elemento característico da leitura da distância dos objetos que comporiam a estrutura de representação do espaço por meio da perspectiva, ressaltando-se que este sistema foi idealizado muito antes de os matemáticos o terem postulado.

> Nunca será demais afirmar que o padrão de azulejos, utilizado no sentido mencionado, representa o exemplo primeiro de um sistema coordenado. Ilustra-se, através dele, o "espaço sistemático" moderno numa esfera concreta do ponto de vista artístico, e isto muito antes de o pensamento matemático abstrato o ter postulado.
>
> (PANOFSKY, s.d.:55).

A imagem renascentista refletia um homem que buscava questionar o mundo ao seu redor e compreendê-lo de forma racional sem subterfúgios, sem rodeios, sem segundas intenções. Como argumenta Claudia Flores, a perspectiva deveria ser "a representação, de uma maneira mais fiel possível, de uma imagem ótica presente nos olhos do artista" (FLORES, 2007:94). Deste modo, a perspectiva se apoiou nos conceitos científicos da matemática e da física, para poder representar o mais fiel possível o espaço vivenciado. E nesse sentido, a importância do Renascimento para o estudo do espaço está em que pela primeira vez houve uma preocupação de representar o espaço físico vivenciado, como nos lembra Lucrecia Ferrara que a perspectiva "tratava de enfrentar a tarefa nada fácil de representar o absoluto através do desenho" (FERRARA, 2007b:11).

A perspectiva teve grande aceitação no período do Renascimento porque caracterizava uma visão antropocêntrica, uniformizadora e sistematizadora, que combinava com a organização social e o paradigma cultural do período renascentista. Tanto para Panofsky como Rotman, a perspectiva foi um reflexo da "aculturação dos valores fundamentais da sociedade moderna ocidental" (FRAGOSO, 2001:s.p.). Ao aceitar a perspectiva como sistema de representação do espaço, Suely Fragoso relata que o homem foi colocado em um ponto central

onde todas as coisas estariam relacionadas a ele (FRAGOSO, 2001:s.p.). A imagem criada pela perspectiva possibilitou a representação dos objetos dentro do próprio espaço, reforçando o conceito de espaço métrico, homogêneo e contínuo, sob um mesmo ponto de vista (FLORES, 2007:95), pois a imagem deveria ser apreendida rapidamente pelo observador como uma composição única, e não constituída por fragmentos como na Idade Média.

Segundo Panofsky, a perspectiva se manteve como a forma de representar o espaço porque seu sistema conseguiu expressar o espaço ilusório, aquele espaço que pertence à imaginação de cada um, permitindo criar lugares imaginários, desvinculados da realidade, onde o observador poderia imaginar-se fazendo parte da própria obra. Deste modo, ao mesmo tempo em que a perspectiva foi utilizada para representar o espaço real, existente, ela possibilitou a criação de um espaço imaginário, ilusório: "Através da passagem, muito especial, da objetividade artística para o campo do fenomenal, a perspectiva separa a Arte Religiosa do reino da magia, (...) a perspectiva faz a Arte Religiosa aceder a algo de absolutamente novo: o reino do visionário" (PANOFSKY, s.d.:66-67) (Fig. 12 e 13).

Os questionamentos em relação ao observador, ao ponto de fuga, ao objeto, enfim, a todos os elementos formadores do espaço, abriram caminhos para o questionamento da própria perspectiva. A partir deste momento a perspectiva deu lugar a outras formas de representação do espaço, onde a posição do observador poderia representar todas as faces e valorizar cada face da mesma maneira. Esta nova visão do espaço deu lugar aos estudos das projeções ortogonais (PANOFSKY, s.d.: 65).

Não será, pois resultado do acaso que essa visão perspectiva do espaço se tenha imposto no decurso da História da Arte, em dois momentos. Primeiro assinalou um fim, a queda da teocracia da Antiguidade; mais tarde, marcou um começo, o da "antropocracia" moderna (PANOFSKY, s.d.:67).

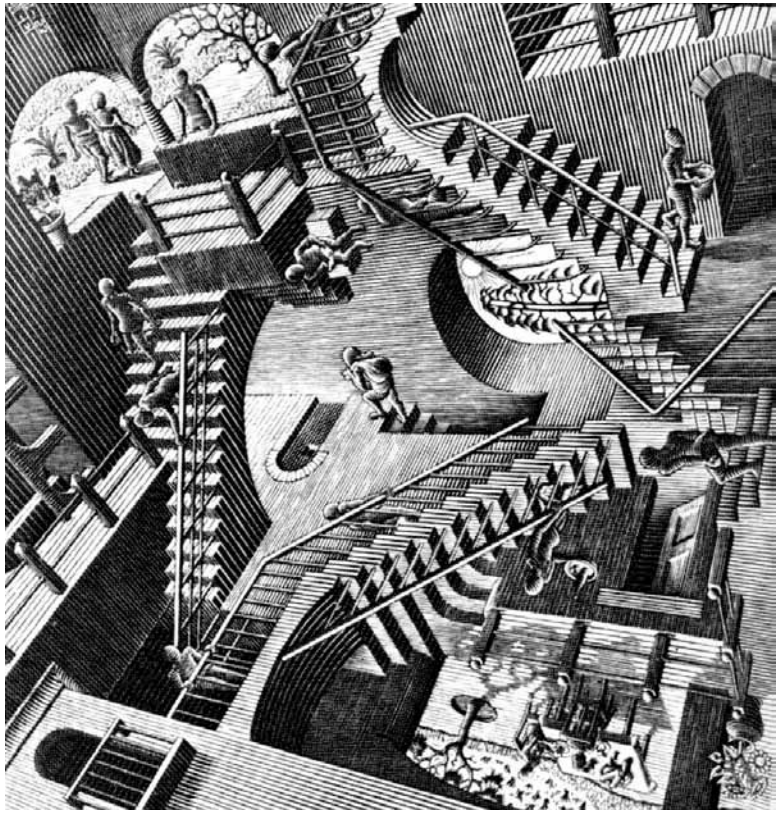


Figura 12 - Relatividade. M.C. Escher.
O espelho mágico de M. C. Escher.1978.

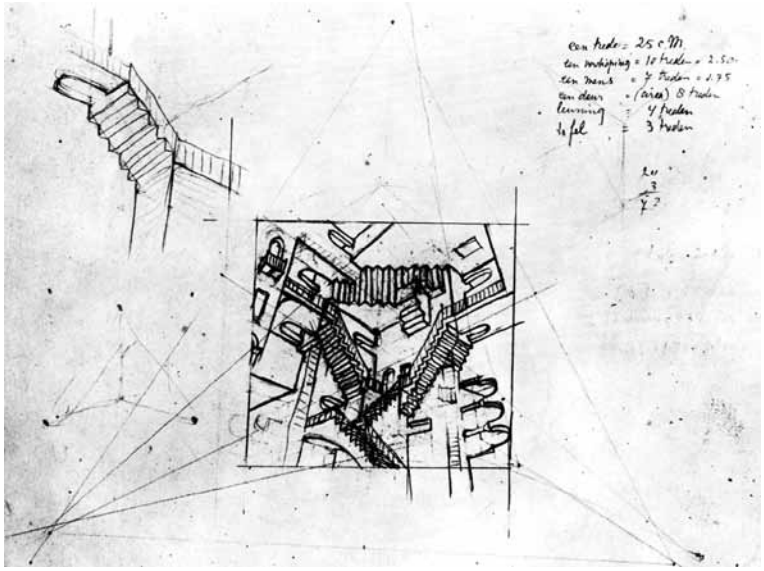


Figura 13 - Estudo Relatividade. M.C. Escher. O espelho mágico de M. C. Escher.1978.

Um dos grandes méritos da perspectiva, para Panofsky, foi não somente sistematizar a representação do espaço, ou representar o irreal, mas sim possibilitar desvincular-se do pensamento da Antiguidade, e assim abrir caminho para o questionamento, em outros períodos, para encontrar diferentes formas de representação do espaço real (PANOFSKY, s/d:67).

1.4. O espaço depois da perspectiva

Entre os séculos XVI e XVII, os estudos científicos mostraram que a Terra não era o centro do Universo. Esta concepção do universo heliocêntrico induziu a uma representação espacial onde o espaço celeste e o espaço físico uniram-se num espaço integrado e homogêneo. O pintor Rafael foi um artistas que, por meio da perspectiva, conseguiu representar, na obra "Disputa", a unificação do divino com o terreno. A importância disto está no fato de que Rafael, como artista, foi um precursor em relação à revolução cosmológica pronunciada pelos cientistas (WERTHEIM, 2001:95) (Fig. 14).

Os estudos sobre as seções cônicas de Kepler, em seu livro "**Introdução à ótica de Vitello**", enfatizando o princípio de continuidade; o infinito de Galileu, tanto na geometria como na aritmética; a tradução das operações algébricas em geometria de René Descartes, dando origem aos eixos cartesianos; e o princípio do método projetivo, iniciado pelo estudo das cônicas por Girard Disargues, foram algumas das várias formulações que, apoiadas em conceitos matemáticos, físicos e filosóficos, contribuíram para o desenvolvimento do estudo da representação do espaço iniciado pela perspectiva (BOYER, 1998:223; 225; 230; 247).

Segundo Wertheim, no século XVII Isaac Newton viria a alterar a trajetória da revolução científica ao definir a lei da gravidade e uma nova concepção de espaço. Apoiado em seus conhecimentos científicos, sempre vinculados à sua crença religiosa, Newton definiu o espaço absoluto como sendo tridimensional, contínuo, estático, infinito, uniforme e isotrópico, sem influência de qualquer elemento ou acontecimento. De acordo com Luciano Brasil:

Figura 14 - Disputa ou A disputa do Sacramento de Rafael (1509 – 1510).
Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Raffael_078.jpg>.
Acesso em: 03 jun 2009

> A teoria que sustentava a natureza absoluta do espaço, sustentada por Newton e Clarke, afirma, em síntese, que o espaço possui uma estrutura própria e homogênea e existe independentemente das "coisas". O espaço absoluto serviria, assim, como o arcabouço último para as posições e movimentos dos objetos em seu interior. Metaforicamente, a doutrina pode ser expressa na visão do espaço como uma "arena" ou "receptáculo", dentro do qual as coisas e objetos "ocorrem" ou "estão" – o espaço em si, todavia, é independente de tais objetos, possuindo existência singular (BRASIL, 2005:28).

Contemporâneo de Newton, Gottfried W. Leibniz definiu o espaço relacional como um atributo dos objetos, sem os quais o espaço não existiria, como explica Luciano Brasil:

> A teoria dita relacional, sustentada por Leibniz, em contraste, nega que o espaço exista independentemente dos objetos. O espaço não seria mais do que a ordem de relações entre os objetos, ou melhor, uma propriedade dos objetos. Não haveria, segundo este modelo de apreensão do fenômeno espacial, necessidade de uma entidade de cunho absoluto – o espaço – "acima" ou "além" das várias configurações da matéria (BRASIL, 2005:29).

Apesar de Leibniz concordar com Newton que o espaço seria tridimensional, contínuo, estático, infinito, uniforme e isotrópico, para aquele o espaço seria definido pela relação entre os vários corpos ocupantes de um lugar e, conseqüentemente, não existiriam vazios (FRAGOSO, 2003:112). Para Panofsky, o espaço absoluto de Newton teria sido materializado pela representação sistemática da perspectiva e o espaço relacional de Leibniz guardaria relação com o espaço agregado. Suely Fragoso esclarece:

> O espaço que Newton denomina absoluto seria um vazio homogêneo, infinito, contínuo, isotrópico e cuja existência independe da presença dos corpos. É justamente essa a concepção de espaço materializada nas representações perspectivadas, à qual Panofsky denomina espaço sistematizado (FRAGOSO, 2003:112).

No século XVIII, Immanuel Kant, metafísico e filósofo alemão, apresentou a definição de espaço como sendo uma intuição *a priori*, não podendo ser considerado um conceito. Por ser um todo infinito, o espaço não seria composto por partes e sua representação seria singular, podendo conter um número infinito de representações. Para Kant, o espaço não poderia ser algo externo ao ser humano como o espaço absoluto de Newton, ou simplesmente a relação de objetos entre si como o espaço relacional de Leibniz, mas o espaço estaria dentro do homem e só existiria a partir de seu ponto de vista (BRASIL, 2005:31-32). O espaço poderia ser representado sem objetos, mas os objetos necessitariam de espaço para serem representados.

O século XIX foi marcado pelo uso de equipamentos como telescópios na busca de conhecimento sobre os planetas, cometas, estrelas; enfim, como relatou Wertheim, "os cientistas preferiram simplesmente aceitar as leis de Newton por seu valor nominal e imaginar que o universo existiria num estado quase inalterado desde tempos remotíssimos" (WERTHEIM, 2001:117). Margaret Wertheim explicou que ao longo do século XIX a idéia da quarta dimensão foi inspirada no desenvolvimento de uma nova geometria criada por Carl Friedrich Gauss na década de 1860, chamada de geometria não-euclidiana. Esta nova geometria levantou o questionamento sobre a possibilidade científica de outras dimensões, dando origem às primeiras teorias sobre o hiperespaço.

No mesmo período, a idéia multidimensional do espaço influenciou escritores como o autor de ficção científica H.G.Wells, que idealizou em seu romance **A máquina do tempo** o conceito da quarta dimensão e as possibilidades da viagem no tempo (WERTHEIM, 2001:139), e artistas como os pintores Impressionistas Monet e Cézanne, que procuraram representar o movimento e o tempo em suas obras, ou o que seria a quarta dimensão. Nas imagens criadas por estes artistas, o registro do tempo passou a ser tão importante quanto a representação tridimensional do espaço.

Deste modo, no início do século XX, apesar dos estudos de Edwin Hubble indicarem que o universo estava se expandindo, foram Albert Einstein e a Teoria da Relatividade que, em 1905, iriam revolucionar a concepção do espaço e, conseqüentemente, gerar uma nova visão do universo. Einstein definiu o tempo e o espaço como relativos e argumentou que o universo seria curvo. Pela Teoria da Relatividade o espaço relativístico seria como uma enorme membrana ou uma malha elástica, onde a matéria seria indissociável do espaço: assim, ao ser tocado em um ponto qualquer, toda a sua estrutura seria modificada (WERTHEIM, 2001:127). Como, por exemplo, quando uma pedra é atirada ao rio, fazendo uma série de ondas, se outra pedra for arremessada, as ondas provocadas por esta última pedra alteram as ondas da primeira, o mesmo acontece no espaço relativista, porém em todas as direções. Esse espaço apresentado

por Einstein foi definido como quadrimensional, onde o tempo seria a quarta dimensão. Nesse sentido, Einstein e sua teoria modificaram radicalmente a percepção da realidade, ao permitirem vislumbrar um espaço com mais de três dimensões[8].

Os artistas cubistas no início do século XX encontraram nas idéias do espaço multidimensional a razão para abandonar a rigidez da representação por meio do uso da perspectiva, alegando que esta limitava a representação do real a três dimensões. Um exemplo dessa aplicação foi quando Picasso, ao pintar *Les Demoiselles D'Avignon*, procurou representar a simultaneidade do espaço-tempo, ou a quarta dimensão apresentada por Einstein.

Figura 15 - Pablo Picasso Les Demoiselles d'Avignon - Paris, June-July 1907. Disponível em: <http://www.moma.org/collection/object.php?object_id=79766> Acesso em: 03 jun 2009.

As geometrias não-euclidianas desenvolvidas pelos matemáticos do século XIX e os estudos de Einstein sobre a Teoria da Relatividade deixaram de ser uma excentricidade e passaram a ser a resposta para os estudos sobre as superfícies curvas, que não podiam ser calculadas pela geometria euclidiana.

[8] Margaret Wertheim argumenta em seu livro que, depois de Einstein, os estudiosos sobre o universo chegaram à existência de onze dimensões. "Os físicos descobriram que, para acomodar as forças fraca e forte, tinham de acrescentar outras seis dimensões do espaço – elevando o número total de dimensões a onze! Como antes, todas essas dimensões adicionais são microscópicas – minúsculas direções enroscadas no espaço que os sentidos humanos jamais podem detectar" (WERTHEIM, 2001:155).

1.5. O ciberespaço

Na segunda metade do século XX, o uso das novas tecnologias da informação provocou uma nova alteração nas concepções de tempo e espaço. Segundo Wertheim, "a nova fronteira espacial não é o hiperespaço[9] quadridimensional, mas o ciberespaço[10]" (WERTHEIM, 2001:162).

O termo ciberespaço[11] foi utilizado pela primeira vez em 1984, por Willian Gibson, em sua obra de ficção científica intitulada **Neuromancer**. O escritor definiu o termo como um espaço imaterial, onde todas as informações poderiam circular, utilizando um conjunto de

---

[9] Suely Fragoso explica, em seu texto "Espaço, Ciberespaço e Hiperespaço", que hiperespaço é a definição matemática de um espaço com mais de três dimensões. Contudo, o termo é usado freqüentemente para definir o sistema multidimensional utilizado pelo hipertexto e pelo ciberespaço (FRAGOSO, 2000:3). Levy definiu hipertexto como "uma forma não linear de apresentar e consultar informações. Um hipertexto vincula as informações contidas em seus documentos (...) criando redes de associações complexas através de (...) links" (LEVY, 1999:254).

[10] Lev Manovich escreveu, em seu livro The language of new media, que o termo ciberespaço foi derivado do termo cibernético, criado pelo matemático Nobert Wiener em 1947 e definindo como "a ciência de controle e comunicação entre os animais e as máquinas" (MANOVICH, 2001:251). Este matemático criou a palavra cibernético a partir da definição grega de kybernetikos, ou seja, a arte do navegador em conduzir o navio a bom porto. O termo foi, posteriormente, adaptado por Gibson. Oliver Grau, em Arte virtual: da ilusão à imersão, comenta que "Gibson ficou muito surpreso pela atenção que cientistas e entusiastas tecnólogos deram ao seu livro e pela seriedade com que as visões foram debatidas e discutidas" (GRAU, 2007:202).

[11] Muitos autores procuraram definir o uso do termo ciberespaço. Neste trabalho, será utilizado o termo definido por Pierre Levy.

computadores interconectados aos quais alguns personagens podiam ser conectados, vivendo, naquele espaço ilusório, suas aventuras (LÉVY, 1999:92).

Pierre Lévy definiu

> o ciberespaço como o espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores. O termo especifica não apenas a infra-estrutura material da comunicação digital, mas também o universo oceânico de informações que ela abriga, assim como os seres humanos que navegam e alimentam esse universo (LÉVY, 1999:17).[12]

Comparado ao período moderno, onde a representação do espaço foi materializada pela perspectiva, pela fotografia e pelo cinema, o espaço gerado pelo ciberespaço, utilizando as novas tecnologias, é um espaço virtual[13] , multidimensional e infinito, onde o usuário "navega", clicando de *link* em *link*, construindo seu próprio percurso numa "viagem", sem ponto de partida ou chegada pré-determinada. Ao longo da "navegação", o usuário vai associando as

---

[12] É importante acrescentar que "essa definição inclui o conjunto dos sistemas de comunicação eletrônicos (aí incluídos os conjuntos de redes hertzianas e telefônicas clássicas), na medida em que transmitem informações provenientes de fontes digitais ou destinadas à digitação. Insisto na codificação digital, pois ela condiciona o caráter plástico, fluido, calculável, com precisão e tratável em tempo real, hipertextual, interativo e, resumindo, virtual da informação que é, parece-me, a marca distinta do ciberespaço" (LÉVY, 1999:92-93).

[13] "A palavra virtual vem do latim medieval, virtualis, derivado por sua vez de vitrus, força, potencia" (LÉVY, 1996: 15).

diversas informações, textos, imagens, sons etc., ou seja, conectando todos os tipos de informação que podem ser traduzidos pela linguagem digital[14].

Apesar de necessitar de instrumentos como o computador, o *mouse* e o monitor, dentre outros, a imaterialidade[15] do ciberespaço está relacionada à possibilidade de criar, armazenar e compartilhar a informação, gerando "diversas manifestações concretas em diferentes momentos e locais determinados, sem, contudo estar ela mesma presa a um lugar ou tempo em particular" (LÉVY, 1999:47).

As novas tecnologias proporcionaram a infra-estrutura para o desenvolvimento do ciberespaço como um novo território social "de comunicação, de sociabilidade, de organização e de transação, (como) também (um) novo mercado da informação e do conhecimento" (LÉVY,1999:32)[16].

---

[14] "Digitalizar uma informação consiste em traduzi-la em números" (LÉVY, 1999:50).

[15] Imaterialidade no sentido do seu suporte ser digital, formado por uma seqüência binária (0 e 1), o que permite que a mensagem possa ser traduzida e transferida para diferentes meios, sem perda da informação. "As mensagens 'imateriais' não se confundem com seus suportes, pois estas mensagens circulam por e através de múltiplos dispositivos" (PLAZA e TAVARES, 1998:32).

[16] A linguagem digital sob a forma binária de 0 e 1 consegue traduzir todo o tipo de informação que possa ser escrita ou medida em números. Desta forma, textos, imagens, sons e vídeos puderam ser traduzidos para uma mesma linguagem, o que facilita a sua transmissão e a sua reprodução sem perda de qualidade. Este mundo digital disponibilizou a estrutura necessária para a realização do espaço virtual (LÉVY, 1999:51).

Andre Lemos escreveu em um artigo que "se na modernidade o tempo era uma forma de esculpir o espaço, com a cibercultura[17] contemporânea nós assistimos a um processo aonde o tempo real vai aos poucos exterminando o espaço" (LEMOS, 1996:s.p.)[18]. Essa revolução é confirmada por Margaret Wertheim:

> assim como os cosmólogos nos dizem que o espaço físico de nosso universo surgiu numa explosão a partir do nada, cerca de quinze bilhões de anos atrás, assim também a ontologia do ciberespaço é ex nihilo. Estamos testemunhando o nascimento de um novo domínio, um novo espaço que simplesmente não existia antes. O "espaço" interconectado da rede global de computadores não está se expandindo em nenhum domínio previamente existente; temos aqui uma versão digital da expressão cósmica de Hubble, um processo de criação de espaço. (WERTHEIM, 2001:163).

No livro **Cibercultura**, Pierre Lévy explica que no sentido trivial o termo virtual pode significar "falso, ilusório, irreal, imaginário, possível" (LÉVY, 1999:74), diferentemente do sentido filosófico, que define virtual como o que "existe em potência e não em ato" (LÉVY, 1999:74). Dentro do ciberespaço, Pierre Lévy nos mostra que o termo virtual pode estar associado a três outras definições. No sentido da possibilidade de cálculo computacional, o virtual é um universo de possíveis calculáveis a partir de um modelo digital e de entradas fornecidas por um usuário.

---

[17] "Cibercultura (...) conjunto de técnicas (manuais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço" (LÉVY, 1999:17).

[18] LEMOS, André L. M. "As Estruturas Antropológicas do Cyberespaço". Disponível em: http://www.facom.ufba.br. Data do acesso: 20-mar-2008.

> No sentido do dispositivo informacional, o virtual é um espaço de interação por proximidade dentro do qual o explorador pode controlar diretamente um representante de si mesmo. E no sentido tecnológico estrito, o virtual é a ilusão de interação sensório-motora com um modelo computacional (LÉVY, 1999:74).

Seguindo o conceito do termo virtual definido por Pierre Lévy, é possível afirmar que o ciberespaço é um novo conceito de espaço, na medida em que não rivaliza com o espaço real, mas o complementa no sentido de possuir elementos que não pertencem às características intrínsecas do espaço real. O espaço real é estático, tangível, finito, mensurável, territorial, enquanto o ciberespaço é dinâmico, intangível, ilimitado, multidimensional[19]. Apesar dos adjetivos utilizados para explicar o espaço real e o ciberespaço serem opostos, na prática, as diferenças entre os dois espaços são complementares. Como explicou Wertheim, o ciberespaço não veio para substituir o espaço existente: ele é simplesmente um novo domínio, uma nova referência. Mesmo não podendo vincular o espaço virtual a uma instância física, Lévy afirma que "o virtual é real (...) existe sem estar presente" (LÉVY, 1999:48). A árvore já existe virtualmente na semente: a atualização[20] será o processo que levará a semente a se transformar

[19] O ciberespaço não tem limites no sentido do uso da linguagem digital como meio de comunicação. Se há um limite: o relativo à capacidade do computador em permitir o acesso e a manipulação de dados dentro do espaço virtual.

[20] Lévy define os termos possível, atual e virtual. O possível está relacionado ao real e será escolhido dentro de um número determinado de opções. O atual é uma criação frente a um problema, é uma nova possibilidade. A atualização é o processo de resolução do virtual. (LÉVY, 1996:15-16). O virtual se opõe ao atual, na medida em que "é uma fonte indefinida de atualizações" (LÉVY, 1999:48).

numa árvore. Não é uma solução preexistente (o possível), visto que, ao longo do crescimento, a árvore sofrerá condicionantes imprevisíveis (LÉVY, 1996:15).

Para Lévy, o termo virtual é inerente ao ciberespaço direta e indiretamente: diretamente quando a informação utiliza a linguagem digital para armazenar seus dados, visto que esse registro é inacessível se não for utilizado um processo para a sua exibição (LÉVY, 1999:48); e indiretamente por meio do relacionamento entre as pessoas, sem a necessidade do compartilhamento do mesmo espaço físico. Lévy lembra que equipamentos de comunicação como o telefone já exerciam esta atividade, contudo somente o ciberespaço proporcionou a interação[21] de uma mesma base de dados em tempo real, independentemente do local de acesso e do número de usuários (LÉVY, 1999:49), permitindo o fenômeno da ubiqüidade, ou seja, estar em diferentes lugares ao mesmo tempo. O termo virtual não é exclusividade dos meios tecnológicos; contudo, é no ciberespaço que ele tem condições de criar inúmeros ambientes de informação que podem ser colocados, acessados, atualizados, modificados, manipulados, simulados, coexistindo simultaneamente.

Na medida em que, ao acessar o ciberespaço, o usuário fica fisicamente em um local e o seu pensamento está conectado nos espaços virtuais, para Margaret Wertheim "o ciberespaço é um 'outro' lugar" (WERTHEIM, 2001:168). A autora acredita que o termo idealizado por Gibson está apropriado ao definir o ciberespaço como um espaço; contudo, há uma

[21] O termo interação ou interatividade significa "ação ou atividade mútua de um agente (homem ou máquina) e outro (igualmente home ou máquina), implicando os dois em um processo de ir e vir" (CADOZ, 1994:105).

dificuldade em aceitar a definição de espaço para algo que não é essencialmente físico, e sim virtual (WERTHEIM, 2001:169).

> Quando me desloco de site em site da Web, meu "movimento" não pode ser descrito por quaisquer equações dinâmicas. A arena em que me encontro on-line não pode ser quantificada em qualquer métrica física; minhas viagens ali não podem ser medidas por nenhuma régua física. O próprio conceito de espaço assume aqui um sentido novo, e ainda muito pouco compreendido, mas certamente fora do alcance dos físicos (WERTHEIM, 2001:167).

Depois do espaço heterogêneo dos Antigos, do espaço simbólico da Idade Média, do espaço sistematizado do Renascimento, do espaço absoluto de Newton, do espaço relacional de Leibniz e do espaço relativista de Einstein, demonstrando a quarta dimensão, o ciberespaço é um ambiente que possibilita a "experiência da viagem" da mente, sem a limitação física do corpo, onde as noções de tempo e de espaço não são lineares e a percepção do espaço não é mais física, palpável, tangível, mas mental, sensorial, virtual.

> Num determinado sentido, revelamos com o ciberespaço uma espécie de espaço eletrônico da mente. Quando "vou" ao ciberespaço, meu corpo permanece em repouso na minha cadeira, mais algum aspecto de mim "viaja" para a outra esfera... O que estou sugerindo é que, quando estou interagindo no ciberespaço, minha "posição" não pode mais ser prefixada puramente por coordenadas no espaço físico... Quando estou on line, a questão de «onde» estou não pode ser plenamente respondida em termos físicos (WERTHEIM, 2001:30).

A qualidade digital do espaço virtual permite criar objetos e acontecimentos antes mesmo da sua existência no mundo real. Estas imagens não necessitam de um referente real (PLAZA e TAVARES, 1998:23), como no caso da fotografia, que necessita do real para poder existir. As Imagens de Síntese[22], visualizadas pela tela do computador, simulam[23] objetos e/ou fenômenos, por meio de modelos[24], para estudar comportamentos específicos, respondendo a cada modificação uma atualização em tempo real, nesta situação, a simulação normalmente não tem um caráter imersivo[25], ela é mais uma animação do evento a ser estudado. Dentro dos novos conceitos trazidos pela "vivência" no espaço virtual, a simulação tem um lugar de destaque, na medida em que amplificou a forma de pensamento e a capacidade de representar a imaginação (LÉVY, 1999:165).

Outro elemento importante na "vivência" no espaço virtual é a imersão, que por meio da interação dos cinco sentidos procura fazer com que o usuário sinta-se integrado ao espaço virtual. Como explicou Santaella:

---

[22] As Imagens de Síntese "resultam de um trabalho de construção de modelos lógico-matemáticos em duas ou três dimensões (2d e 3d) e não por tomadas de vista do "mundo visual"" (PLAZA e TAVARES, 1998:39).

[23] "A simulação é a arte de explorar um campo de possibilidades com base em leis formais dadas a priori. A simulação trata de representar um mundo ou objeto inacessível ou de o recriar. Mas a simulação também é a arte dos modelos que não são necessariamente realistas" (PLAZA e TAVARES, 1998:39).

[24] Modelo é uma representação matemática de um objeto ou de um fenômeno que permite verificar comportamentos, com o objetivo de antever resultados. O uso de modelos permite a simulação de inúmeras situações (PLAZA e TAVARES, 1998:39).

[25] Olíver Grau definiu a imersão como sendo "caracterizada pela diminuição da distância crítica do que é exibido e o crescente envolvimento emocional com aquilo que está acontecendo" (GRAU, 2007:30).

> Penetrar em ambientes imersivos modifica profundamente a relação com a representação, pois, sem distância entre o ver e o visto, mergulha-se em ambientes interativos, sem nenhum distanciamento (...) envolvendo o corpo do participante na sua globalidade psico-sensorial, sinestésica (SANTAELLA, 2006:196).

Ao fazer o usuário sentir-se dentro do espaço virtual, a Realidade Virtual[26] procurou, por meio das interfaces[27], aproximar o usuário, fazendo-o "interagir de forma sensório-motora com modelos digitais" (LÉVY, 1999:38). Oliver Grau explicou que "a imagem e a técnica de simulação da realidade virtual tentam mesclar as mídias tradicionais em um meio sintético, a ser vivenciado de forma multissensorial" (GRAU, 2007:31-32).

A Realidade Virtual se diferencia das outras técnicas de ilusão espacial proporcionada pela perspectiva, pela fotografia e pelo cinema, visto que o ponto de referência deixa de ser fixado pelo olhar do criador e passa a ser dinâmico de acordo com o olhar do observador (GRAU, 2007:35).

As interfaces gráficas facilitaram o diálogo entre usuário e computador, convidando-o a interagir com o meio virtual, de tal forma que o acesso ao ciberespaço, aos programas gráficos ou aos *videogames* deixou de ser um privilégio do computador, como previu Lévy, mas

---

[26] O termo foi idealizado por Jaron Lanier, em 1989,quando este procurava sintetizar a definição sobre a interface e o homem-computador. (GRAU, 2007:32).

[27] Neste trabalho o termo interface será usado como elemento de ligação entre o usuário e o acesso à informação digital.

foi estendido a outros aparelhos de comunicação, como celulares e televisão, que puderam ser conectados a esse mundo digital (LÉVY, 1999:38).

Ao utilizar equipamentos para potencializar a imersão, a Realidade Virtual, utilizando não apenas a interface do computador, mas se apropriando dos equipamentos e executando movimentos no espaço real como se estivesse no espaço virtual, manipulando os dados digitais com as mãos, literalmente, faz com que o usuário acredite estar "vivendo" uma nova realidade. A possibilidade de conectar-se por diferentes equipamentos ao espaço virtual amplia a abrangência do acesso à informação e ao conhecimento, a proliferação da relação entre os mundos virtuais, possibilitando ao usuário uma ampliação da sua percepção espacial.

Como enfatizou Lucrecia Ferrara, "o ciberespaço nos leva a repensar o espaço" (FERRARA, 2007c:29), visto que os avanços da tecnologia digital, que deram suporte ao ciberespaço, e conseqüentemente ao desenvolvimento do espaço virtual, modificaram a forma de percepção do espaço. O virtual existe em potência e possibilita uma reorganização do espaço real, na medida em que o complementa. Ao permitir ao usuário desfrutar da noção de ubiqüidade e da troca simultânea de informação, o espaço virtual não percorre uma ordem linear regida pelo tempo e pelo espaço físico, mas, diferentemente, permite "navegar" por um "mar" de informações promovendo relações. Esta nova cultura do espaço permite o seu desdobramento em infinitas direções, em ilimitados relacionamentos, alterando a forma de olhar o próprio espaço e, conseqüentemente, a sua representação.

Capítulo 2

Os Sistemas de representação do espaço

Capítulo 2

2. Introdução

No segundo capítulo serão analisados os sistemas de representação utilizados desde o Renascimento até os dias de hoje, enfatizando-se a importância do conhecimento geométrico como instrumento de compreensão do processo construtivo característico de cada sistema de representação. Os sistemas de representação utilizados no período precursor ao uso do computador serão estudados para verificar a sua contribuição nos fundamentos da representação do espaço virtual, a partir da sua tradução para a linguagem digital. O sistema de projeção cônica, a perspectiva, será o sistema escolhido para exemplificar a importância dos conceitos obtidos pelo método tradicional de desenho no desenvolvimento do processo digital de representação do espaço virtual. O objetivo deste capítulo é verificar os problemas e os contributos gerados pela integração dos conceitos de representação tradicional do espaço, com a utilização de instrumentos digitais.

2.1. A representação do espaço a partir do digital

A partir do momento em que o artista deixou de ser o executor da própria obra[1], foi

[1] Gustavo Bomfim esclarece que o sistema de representação foi desenvolvido para esclarecer aos executores as idéias dos artistas. "O desenvolvimento da manufaturas acelerou a dissolução da unidade entre conhecimento teórico, arte e artesanato e, da diferenciação entre trabalho intelectual (acadêmicos: cientistas e artistas) e o trabalho manual (artesãos), surgiu uma nova forma de atividade, «o projeto». O projeto aparece nesse contexto como linguagem capaz de permitir a integração entre atividades intelectuais e atividades reprodutivas" (BOMFIM, 1995:58).

necessário desenvolver sistemas de representação que pudessem ilustrar o objeto[2] a ser construído. Deste modo, ao longo do tempo foram criados vários sistemas de projeção que procuravam melhor o entendimento do objeto imaginado e transformá-lo no objeto real por meio de sistemas de representação precisos e rigorosos.

Dentro das áreas do Design e da Arquitetura, os sistemas de representação utilizados antes do advento do uso dos computadores e dos programas gráficos representavam os objetos tridimensionais sobre uma superfície bidimensional, ficando limitados ao suporte e à geometria euclidiana (FERRARA, 2007b:10).

Sobre a superfície bidimensional, todos os sistemas de representação têm em comum o objeto a ser representado, o plano de projeção onde a imagem será projetada, retas projetantes que passam pelo objeto incidindo sobre o plano de projeção e o cento de projeção, ponto de origem das retas projetantes.

O fato de os vários sistemas de representação do objeto tridimensional utilizarem o suporte bidimensional não permite representá-lo na sua totalidade, ou seja, o criador é colocado em uma posição determinada e registra a sua observação parcial do objeto. Para registrar as demais partes do objeto, é necessário alterar a posição do criador em relação ao objeto, ou do objeto em relação ao criador e fazer novo registro.

[2] A palavra objeto será utilizada neste trabalho como referência às peças tridimensionais e ao espaço tridimensional como elemento de estudo da representação.

Como os princípios matemáticos, que regem os sistemas de representação, foram traduzidos para a linguagem binária, estes sistemas são empregados até os dias de hoje, inclusive pelos computadores e programas gráficos, permitindo o seu uso pelo meio digital, transformando o espaço virtual em um metameio[3].

A qualidade multidimensional do espaço virtual possibilita uma representação do espaço real mais próxima da realidade, ampliando o que era possível de ser registrado sobre o plano bidimensional. Desta forma, o espaço virtual construído pelo meio digital dentro do computador possibilita ao criador, depois de criar o objeto, registrá-lo por diferentes pontos de vista, sem ter que redesenhar a peça, como era necessário sobre o suporte bidimensional.

Arlindo Machado explica que os procedimentos tecnológicos vieram reforçar a visualização do objeto no espaço, na medida em que o "sujeito torna-se a razão plena do ato da figuração" (MACHADO, 2005:11) e, desta forma, a observação é estimulada pelo próprio objeto[4], construído no ambiente virtual, dando condições ao observador de potencializar a compreensão do espaço. Ao incorporar os diferentes sistemas de representação sob uma mesma linguagem, o meio digital amplia a capacidade de associação dos sistemas de representação

[3] "Metameio – que incorpora todos os meios a partir do código numérico" (PLAZA e TAVARES, 1998:25).

[4] O objeto, quando é construído no espaço virtual, já nasce com todas as suas características tridimensionais, diferentemente do processo tradicional, onde as vistas ortogonais, por exemplo, representam elementos espaciais separadamente e de forma bidimensional. Deste modo, como o objeto já existe no espaço virtual, ele mesmo gera a sua própria visualização, ficando a cargo do criador escolher qual o ponto de vista a ser empregado para facilitar a compreensão da peça.

espacial, possibilitando a criação de objetos tridimensionais constituídos por elementos com alto grau de complexidade geométrica, complexidade esta que, na maioria dos casos, seria de difícil representação pelos meios tradicionais.

2.2. A representação do espaço tridimensional pelos meios tradicional e digital – similaridades e divergências

Desde a Antiguidade, artistas, arquitetos e estudiosos ligados à matemática, à geometria e à física tinham a preocupação de encontrar métodos para melhor representar o espaço em que vivemos. Antes do advento do computador, os meios utilizados eram, na sua maioria, bidimensionais[5], e quando procuravam simular a terceira dimensão utilizavam métodos de representação baseados nos tratados de ótica e geometria.

Estes métodos de representação do espaço tridimensional sobre o plano bidimensional representam, separadamente, partes do objeto. Cada desenho faz referência a uma parte ou ponto de vista, ficando a cargo do observador a interpretação dos vários desenhos relativos a uma peça para compreender o seu todo. Desta forma, o observador necessita ter conhecimento prévio sobre o código empregado pelo método de representação com o qual o espaço é apresentado, para poder compreender o objeto tridimensional.

[5] A maquete, como elemento de representação tridimensional do espaço, normalmente é realizada a partir dos registros dos sistemas de projeção bidimensionais. O uso de maquetes possibilita representar o espaço sobre um meio tridimensional; contudo, o observador não consegue sentir que penetrou no espaço a ser criado.

A perspectiva, a fotografia, o cinema e o vídeo representam a terceira dimensão sobre um plano bidimensional; contudo, o criador, depois de fixar o ponto de vista[6], condiciona o observador a visualizar esse espaço pelo seu olhar. Ao observador não é permitido fazer qualquer alteração no ponto de referência pelo qual o espaço pode ser observado. Mesmo que o espaço seja visualizado em movimento pela câmera do cinema, o que poderia sugerir um maior domínio do espaço, essa leitura é linear, não sendo possível ao observador modificar o trajeto e ter uma interpretação completa do espaço, ou seja, essa visão será sempre parcial ou fragmentada.

Ao integrar todos os sistemas de representação utilizados pelos meios tradicionais em uma linguagem que permite a representação do espaço sobre um suporte multidimensional, como é o espaço virtual, o computador e os programas gráficos possibilitam a representação do espaço em um ambiente similar ao espaço real. Neste ambiente, o criador tem a possibilidade de manipular a peça, de tal modo que o objeto possa ser visualizado no seu todo, e não parcialmente, como acontece no registro sobre o suporte bidimensional. Esta possibilidade de manipular o objeto no espaço virtual, visualizando o conjunto em tempo real, modificou a importância da representação na elaboração do objeto.

---

[6] "O ponto de vista é, portanto, a inscrição do local de onde se olha a cena, ponto de fixação dos aparelhos utilizados pelo artista para dispor a imagem em perspectiva. Com a sistematização do código perspectivo renascentista nas câmeras fotográficas, cinematográficas e videográficas, ele passa a coincidir com a posição da câmera em relação ao objeto focalizado" (MACHADO, 2005:6).

2.2.1. Sistema de Projeção Paralelo ou Cilíndrico[7]

O Sistema de Projeção Cilíndrico, que utiliza o conceito matemático de que todas as retas paralelas têm um ponto em comum no infinito, tem como característica básica a colocação do centro de projeção a uma distância infinita. Desta forma, as retas projetantes que passam pelo objeto e incidem sobre o plano de projeção são paralelas entre si. A maneira como estas retas incidem sobre o plano de projeção irá determinar dois tipos de representação do objeto sobre o plano bidimensional. Se as retas incidirem perpendicularmente sobre o plano de projeção será utilizado o Sistema de Projeção Ortogonal. Mas, se as retas incidirem obliquamente sobre o plano de projeção, será utilizado o Sistema de Projeção Oblíquo.

2.2.1.1. Sistemas de Projeção Ortogonal – Sistemas Diédrico e Axonométrico

No Sistema de Projeção Ortogonal, as retas projetantes que passam pelo objeto incidem perpendicularmente sobre o plano de projeção. Contudo, dependendo da posição

[7] Para simplificar o uso do termo "Sistema de Projeção Paralelo ou Cilíndrico", ao longo deste trabalho será utilizado o termo "Sistema de Projeção Cilíndrico".

do sistema coordenado de eixos do objeto[8] em relação ao plano de projeção, poderemos representar o objeto pelo Sistema Diédrico[9] ou pelo Axonomérico.

No Sistema Diédrico, os eixos do objeto encontram-se paralelos e perpendiculares em relação ao plano de projeção: desta forma, quando as retas projetantes passarem pelo objeto e incidirem de forma perpendicular sobre o plano de projeção, cada eixo do objeto dará origem à representação independente de cada face do objeto. No Sistema Axonométrico, os eixos do objeto estão posicionados obliquamente em relação ao plano de projeção: deste modo, será possível representar três faces do objeto, simultaneamente.

O Sistema Diédrico fundamentou o processo de Dupla Projeção Ortogonal desenvolvido no tratado de Geometria Descritiva por Gaspar Monge[10], entre 1789 e 1799. Este processo consiste na representação dos objetos tridimensionais sobre dois planos infinitos e ortogonais, nomeados como plano horizontal e plano vertical de projeções, dividindo o espaço em 4 ângulos diedros de 90º, ou em 4 quadrantes. Neste método de representação, a cada objeto

---

[8] O sistema de eixos coordenados do objeto é formado por três eixos perpendiculares entre si, onde são identificados a largura, o comprimento e a profundidade do objeto.

[9] Há registros do conhecimento e do uso da vista superior ou planta (Sistema Diédrico) na Mesopotâmia, contudo seu uso foi sistematizado a partir do século XVIII com o estudo da Geometria Descritiva, por Gaspar Monge. (SAINZ, 1990:117).

[10] Foram os alunos de Gaspar Monge que produziram a maior parte dos textos sobre Geometria Descritiva no período em que Monge lecionava na École Polytecchique de Paris (BOYER, 1996: 328).

correspondem duas projeções, uma no plano vertical e outra no plano horizontal de projeções. Para facilitar a visualização dos desenhos e a sua construção, a projeção sobre o plano vertical deve ser rebatida sobre o plano horizontal, tendo como eixo de rotação a reta comum aos dois planos, a Linha de Terra (LT). As projeções geradas pela Dupla projeção Ortogonal são chamadas de: vista de frente quando projetadas sobre o plano vertical e vista superior quando projetadas sobre o plano horizontal.

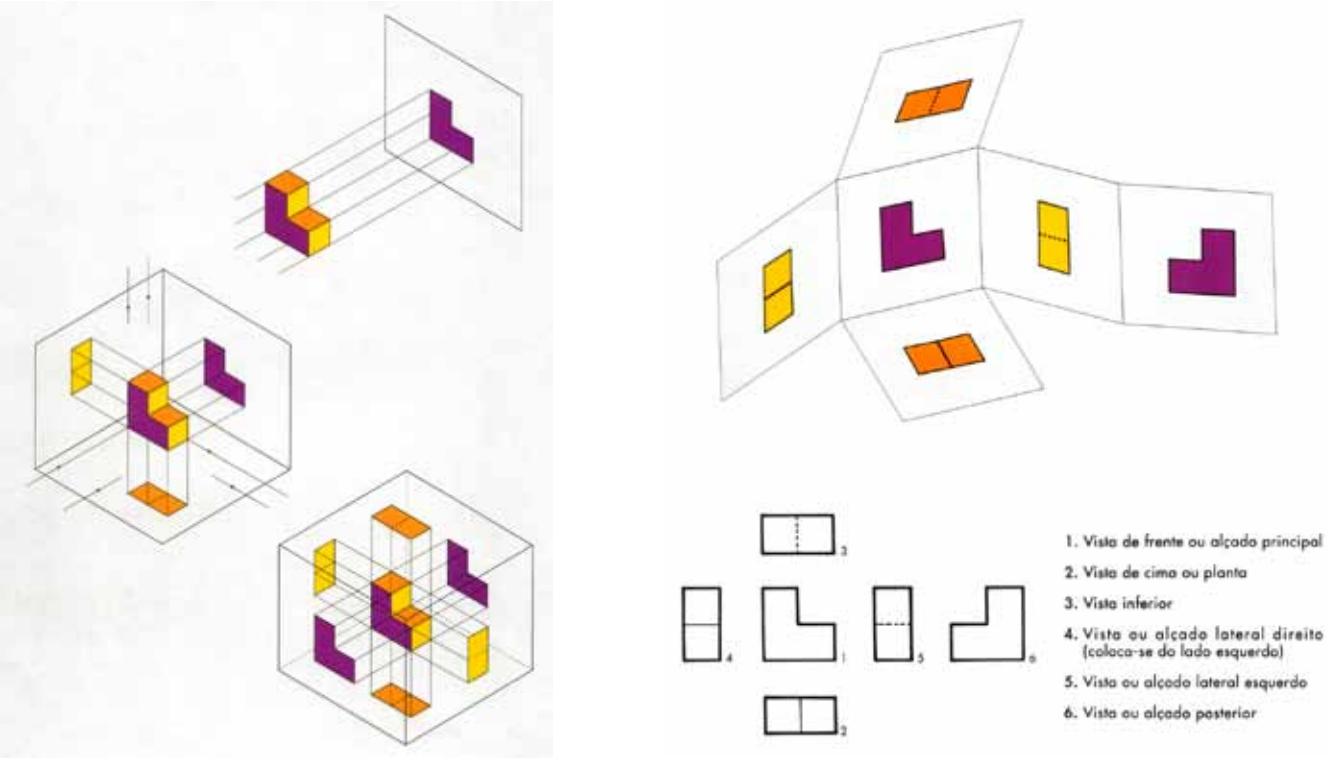


Figura 16 - Sistema de Vistas Múltiplas ou Método Europeu de Projeção. SOARES, Óscar. Geometria Descritiva. Texto Editora: Porto. 1988.

Fundamentado nos princípios de Monge, o Sistema de Vistas Múltiplas (Método Europeu de Projeções) (Fig. 16) procura representar as seis vistas de um objeto, sendo cada projeção registrada em um plano de projeção independente. Este sistema coloca o objeto dentro de um cubo, onde cada face é um plano de projeção e, portanto, cada uma das seis projeções corresponde às seis possíveis posições do observador em relação ao objeto, nomeadas como: vista frontal, vista superior (planta), vista lateral esquerda, vista lateral direita, vista inferior e vista posterior.

O Sistema Diédrico foi mundialmente difundido como um processo de representação do objeto tridimensional, por atender as exigências de precisão necessárias aos desenhos das áreas de Arquitetura, Engenharia e Design. Este sistema tem como principal característica manter uma relação constante entre o objeto real e a sua projeção, tanto na relação de escala entre as medidas reais do objeto e a sua imagem, como aos ângulos relacionados às partes do objeto com os seus correspondentes em cada vista, bem como na semelhança das faces planas do objeto com as suas figuras geométricas projetadas. Ou seja, o Sistema Diédrico conserva as mesmas proporções do objeto real em relação a sua imagem projetada sobre duas dimensões do plano de projeção.

O Sistema Axonométrico utiliza o mesmo princípio do Sistema Diédrico, onde as retas projetantes incidem sobre o plano de projeção perpendicularmente. No entanto, o Sistema Axonométrico tem os eixos do objeto posicionados de forma obliqua em relação ao plano de projeção, possibilitando a representação das três faces correspondentes aos três eixos do

objeto real. O rigor geométrico da construção do Sistema Axonométrico permite uma relação métrica do desenho com o objeto real, e a representação dos três eixos sobre um mesmo plano aproxima a imagem do objeto real. Dependendo do ângulo de inclinação do sistema de eixos do objeto em relação ao plano de projeção, o Sistema Axonométrico poderá ser chamado de Isométrico, Dimétrico e Trimétrico (Fig. 17).

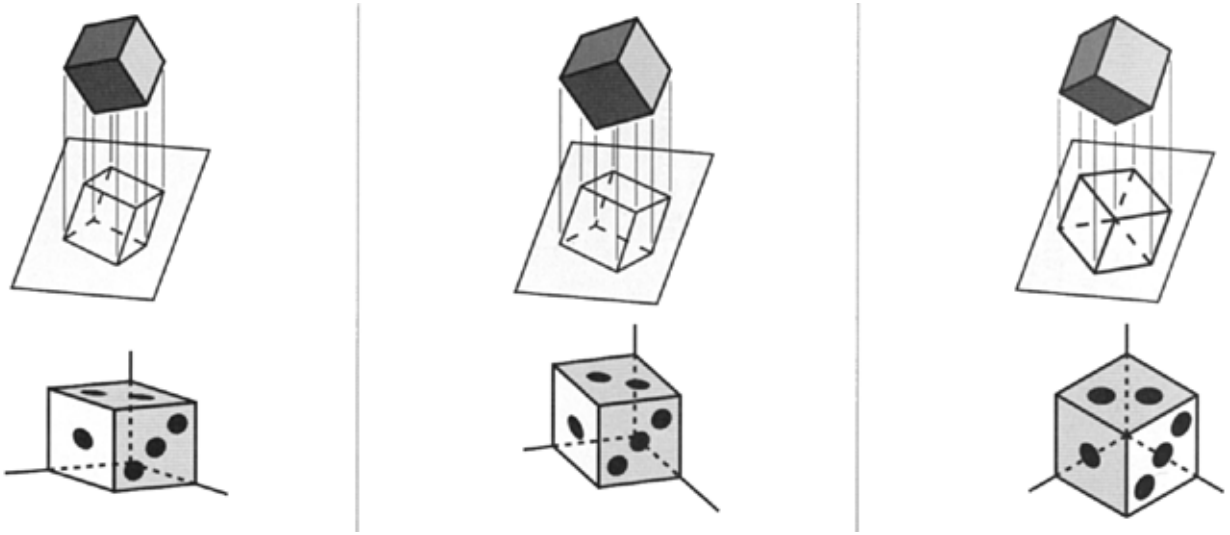


Figura 17 - Exemplos de Projeções: Isométrica, Dimétrica e Trimétrica. SOARES, Óscar. Geometria Descritiva. Texto Editora: Porto. 1988.

No Sistema Isométrico, o objeto está posicionado de tal forma que os três eixos[11] têm a mesma distância angular em si, ou seja, o ângulo formado entre cada um dos três eixos será igual a 120º (Fig.18) e a sua projeção sobre o plano de projeção fará um ângulo de 30º com uma linha horizontal chamada normal, que passa, habitualmente, na direção perpendicular ao terceiro eixo. Apesar de haver um coeficiente de redução (0,816) a ser aplicado sobre as medidas representadas sobre os eixos axonométricos, na prática são mantidos os valores reais do objeto.

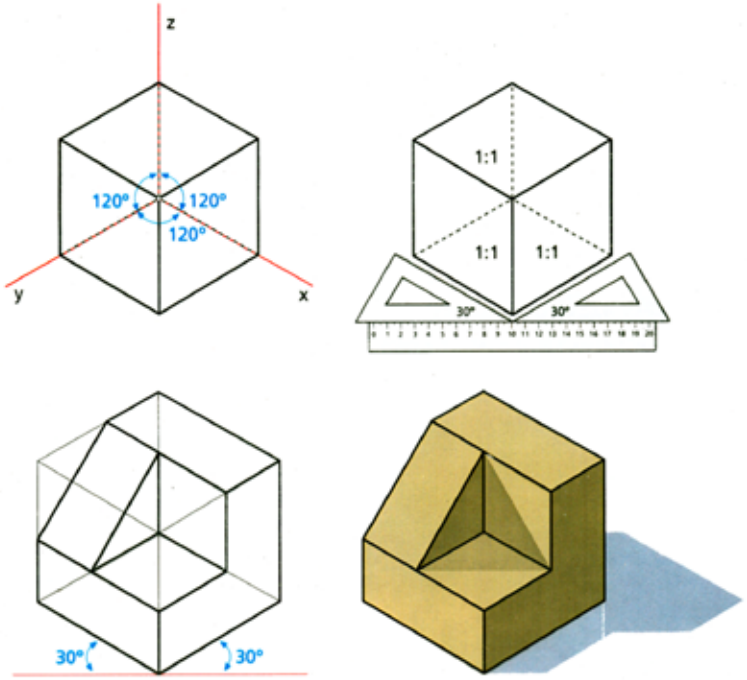


Figura 18 - Eixo axonométrico isométrico - 120º.
SOARES, Óscar. Geometria Descritiva.
Texto Editora: Porto. 1988.

A distância angular entre os eixos de projeção do Sistema Dimétrico apresenta dois eixos com ângulos de mesma medida e um terceiro eixo com ângulo diferente, onde a soma dos três ângulos totaliza 360º. Os ângulos entre eixos mais utilizados para representar o Sistema Dimétrico são dois ângulos de 131º 24'e um ângulo de 97º12' (Fig. 19).

[11] Também chamados eixos axométricos.

Apesar da combinação de ângulos projetar sobre o plano de projeção um número elevado de posições do objeto, é comum fixar um dos eixos axonométricos na posição vertical. Luis Cunha explica que no Sistema Dimétrico, o conjunto de eixos projetados sobre o plano de projeção mais usado é composto pelos ângulos 41º 25' e 7º 10' em relação à normal, com o coeficiente de redução 1:1:0,5, onde a redução é realizada sobre o eixo que tem inclinação igual a 41º 25`. (CUNHA,1991:240) (Tab. 1). Segundo Francis Ching, no Sistema Dimétrico, dependendo da orientação em torno dos seus eixos, é possível destacar um dos planos de projeção em detrimento dos demais, ou realçar dois planos mais importantes em relação ao terceiro, diferenciando-o do Sistema Isométrico que mantêm a mesma importância para os três planos representados (CHING, 1998:182).

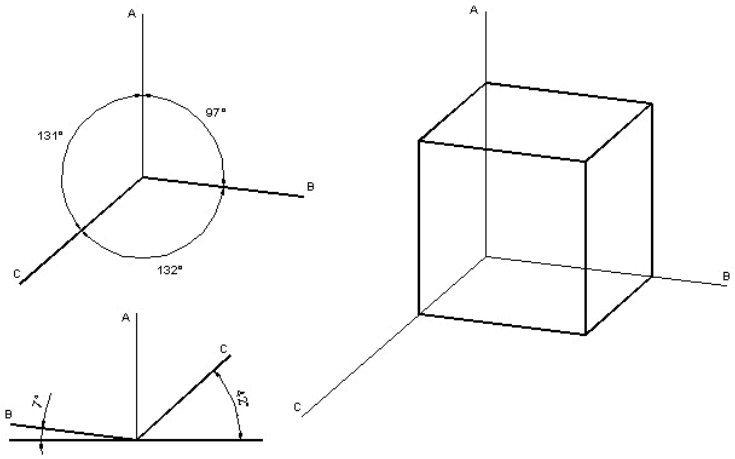


Figura 19 - Projeção Dimétrico. Disponível em: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>. Acesso em: 03 jun. 2009.

Ângulo α	Ângulo ß	Eixo A	Eixo B	Eixo C
7º	42º	1	1	0.5
10º 22'	39º 49'	1	1	0.6
14º 10'	37º 55'	1	1	0.7
18º 40'	35º 40'	1	1	0.8

Tabela 1 - Projeção Dimétrico. Tabela com exemplos de ângulos de fuga e respectivos coeficientes de redução utilizados. Disponível em: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>. Acesso em: 03 jun. 2009.

No Sistema Trimétrico a distância entre os eixos axonométricos têm todos os valores angulares diferentes, sendo o conjunto mais utilizado representado pelos valores angulares iguais a 95º 11', 107º 49'e 157º (Fig. 20), onde os eixos axonométricos projetados sobre o plano de projeção fazem 17º 50' e 5º 10' com a normal, sofrendo uma redução de 1:0,9:0,5 (Tab. 2). Cada conjunto de ângulos formados pelo Sistema Trimétrico gera uma infinidade de representações, caracterizando-o como o sistema mais geral das projeções axonométricas. (CUNHA,1991:237 e 238).

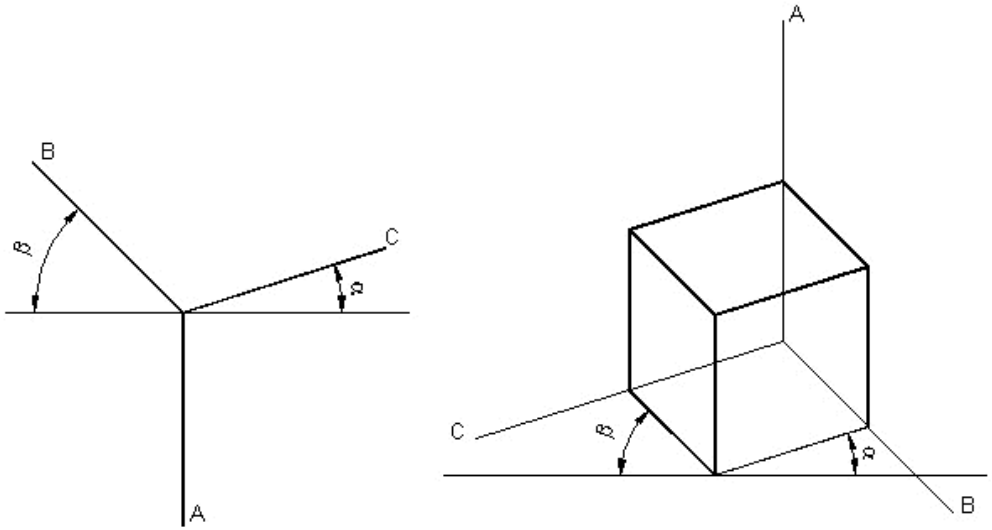


Figura 20 - Projeção Trimétrica.
Disponível em: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>Acesso em: 03 jun 2009.

Ângulo α	Ângulo ß	Eixo A	Eixo B	Eixo C
5º 10'	17º 50'	1	0.9	0.5
9º 50''	24º 30'	1	0.9	0.6
14º 30'	26º 40'	1	0.9	0.7
11º 50'	16º	1	0.8	0.7

Tabela 2 - Projeção Trimétrica. Tabela com exemplos de ângulos de fuga e respectivos coeficientes de redução utilizados. Disponível em http: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>. Acesso em: 03 jun 2009.

Em qualquer uma das três projeções axonométricas, por norma de desenho, um dos eixos axonométricos deve estar na direção vertical (CUNHA,1991:239).

A complexidade exigida para a sua construção das projeções Dimétrica e Trimétrica dificulta a aplicação prática destes sistemas quando comparados ao Sistema Isométrico.

2.2.1.2. Sistemas de Projeção Oblíqua - Cavaleira, Cabinet, Militar

No Sistema de Projeção Oblíqua, a origem das retas projetantes está num espaço infinito, incidindo sobre o plano de projeção obliquamente. Neste Sistema, o objeto terá dois de seus eixos de projeção posicionados paralelos em relação ao plano de projeção, enquanto que o terceiro eixo será oblíquo conforme o ângulo de incidência das retas projetantes (Fig. 21). Segundo Luis Cunha, "o ângulo das linhas perpendiculares ao plano de projeções com a horizontal designa-se por ângulo de fuga". Para o ângulo de fuga especifico igual a 45º, com

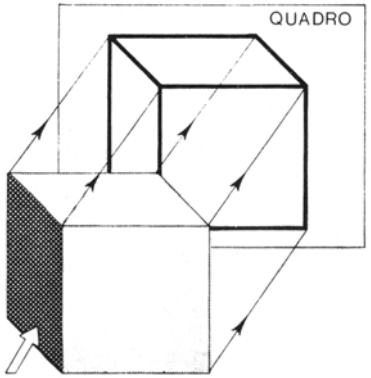


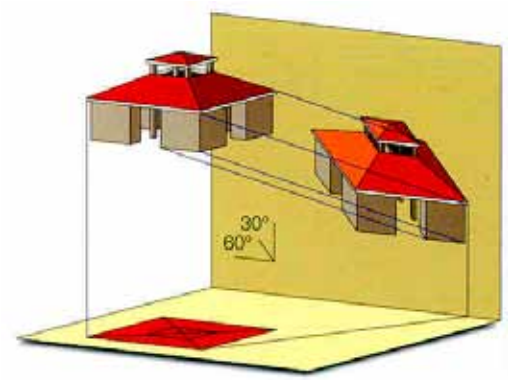
Figura 21 - Projeção Oblíqua. SOARES, Óscar. Geometria Descritiva. Texto Editora: Porto. 1988.

redução igual a "1", a projeção é chamada de Cavaleira. O mesmo ângulo de fuga de 45º, porém com redução igual a "0,5", temos a projeção Cabinet. Para todos os demais ângulos e suas respectivas reduções o sistema é designado genericamente de projeção oblíqua (CUNHA,1991:233 e 234).

Nas projeções, Cavaleira e Cabinet, a vista principal do objeto é colocada paralela ao plano de projeção, sendo desenhada como uma vista frontal do Sistema Diédrico, enquanto a lateral e a parte superior são desenhadas conforme a inclinação das projetantes. A projeção Militar é considerada uma projeção Cavaleira, onde a vista superior do objeto representado no Sistema Diédrico é colocada paralela ao plano de projeção, portanto em verdadeira grandeza, enquanto a parte frontal e lateral são desenhadas conforme o ângulo da inclinação das projetantes (CUNHA,1991: 236). Ching explica que a representação do Sistema de Projeção Oblíquo está mais relacionada à imagem mental que fazemos do objeto, do que realmente a imagem registrada pela nossa retina (CHING, 1998:185). O fato de ter uma das vistas paralela em relação ao plano de projeção caracteriza este sistema como um processo simples de execução, principalmente para objetos com faces curvilíneas.

Na Projeção Cavaleira, o objeto terá seus eixos de projeção referentes à altura (eixo z) e ao comprimento (eixo y), posicionados paralelos em relação ao plano de projeção, enquanto que o eixo da largura (eixo x) será oblíquo com um ângulo de 45º de incidência das

Figura 22 - Projeção Cavaleira. CANAL, M. Fernanda. Desenho livre para Arquitetos. Lisboa:Editorial Estampa, 2004.



retas projetantes sobre o plano de projeção (Fig. 22). As arestas desenhadas sobre os eixos paralelos ao plano de projeção "y e z" terão suas medidas em verdadeira grandeza, assim como as arestas desenhadas sobre o eixo "x", inclinado a 45º. Ching orienta em seu livro que, para compensar a distorção causada pela inclinação na Projeção Cavaleira, é possível desenhar sobre o eixo a 45º as reduções em escala de 2/3 e 3/4 em relação à medida real (CHING, 1998:187).

Os desenhos que utilizam a Projeção Cabinet têm o objeto posicionado paralelamente ao plano de projeção, exatamente como na Projeção Cavaleira, porém as arestas representadas sobre o eixo "x" sofrem uma redução de 50% em relação à medida real, em virtude das retas projetantes incidirem com um ângulo de 63º 26' e este ângulo ter uma tangente no valor 2. Este tipo de projeção é muito utilizado na indústria moveleira, de onde provém o próprio termo (CHING, 1998:187) (Fig.23).

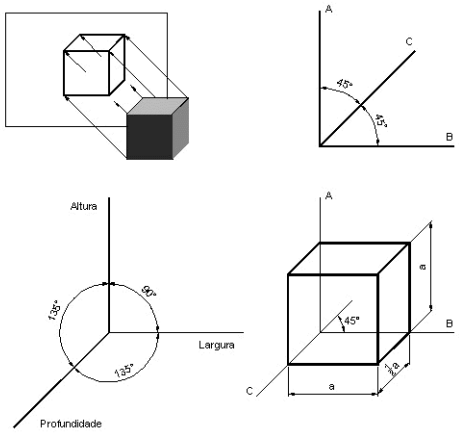


Figura 23- Projeção Cabinet. Disponível em: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-6-perspectivas.htm>. Acesso em: 03 jun 2009..

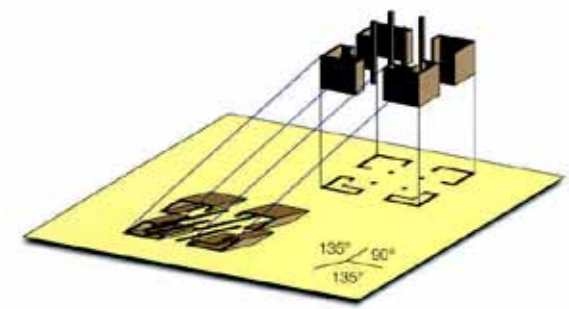


Figura 24 - Projeção militar.
CANAL, M. Fernanda.
Desenho livre para Arquitetos.
Lisboa:Editorial Estampa, 2004.

Na Projeção Militar, os eixos "x e y" (largura e comprimento) são representados paralelamente ao plano de projeção, ou seja, a vista superior do objeto é paralela ao plano de projeção e todas as arestas pertencentes a estes dois eixos são representadas em verdadeira grandeza, enquanto que o eixo "z", referente às arestas verticais do objeto, sofre uma redução de 2/3 em relação à medida real. Normalmente, a vista superior do objeto é posicionada sobre o plano de projeção em ângulos de 30º, 45º ou 60º, em relação à reta horizontal marcada na origem do desenho (Fig.24).

É importante destacar que o ângulo de incidência das retas projetantes sobre o plano de projeção é diferente do ângulo formado pelo eixo oblíquo do objeto com a reta horizontal, a normal, marcada na origem do desenho.

2.2.2. Sistema de Projeção Cônica

O Sistema de Projeção Cônica é caracterizado por ter o ponto de vista, lugar onde está situado o observador, a uma distância finita. O observador ao olhar para o espaço a ser representado, define um campo de visão em formato de um cone, constituído pelo ponto de vista e pelos raios visuais que vão do objeto ao olho do observador.

Este sistema procurou representar o espaço de forma semelhante ao fenômeno assimilado pelo olho humano, com base nos estudados da ótica, envolvendo os conhecimentos da geometria e da física.

Apesar da construção da imagem do espaço tridimensional, utilizando o sistema cônico, ter uma relação proporcionar com o objeto real, a representação do objeto em perspectiva não corresponde a sua forma no espaço físico, por exemplo, uma circunferência será representada por uma elipse e um cubo por um paralelepípedo, ou seja, o Sistema de Projeção Cônica é um importante instrumento de registro da visualização do espaço tridimensional, mas diferentemente do Sistema Diédrico, não pode ser utilizado como dispositivo de aferição métrica do objeto. À aplicação prática deste sistema chamamos de Perspectiva Linear.

2.2.2.1. Perspectiva[12] Linear ou Perspectiva Artificialis[13]

A Perspectiva Linear é um sistema de representação gráfica que teve seu desenvolvimento aprimorado a partir dos estudos do Renascimento, quando os artistas procuraram um código de representação para desenhar o espaço tridimensional com as mesmas qualidades visuais registradas pela retina[14].

---

[12] Nesta pesquisa, o termo perspectiva será designado à representação gráfica de um espaço tridimensional sobre um plano bidimensional que utiliza o Sistema de Projeção Cônico, conforme conceito de Dürer e Boécio, explicado por Panofsky. A "(perspectiva é uma palavra latina que significa «ver através de»)" (PANOFSKY, s.d.: 31).

[13] Panofsky chamou de perspectiva *artificialis* o espaço representado de forma racional sob a razão da lógica matemática, conforme o sistema desenvolvido durante o período do Renascimento (PANOFSKY, s.d.: 37).

[14] É importante ressaltar que a perspectiva será sempre a reprodução gráfica de um determinado espaço real ou imaginário, mas que o seu produto final será sempre a imagem de um espaço que não existe, uma ilusão. Quando Panofsky classifica perspectiva exata como "uma abstração sistemática conseguida a partir da estrutura deste espaço psicofisiológico" (PANOFSKY, s.d.: 34), na verdade, a vivência do espaço real e os mecanismos da visão

Os elementos que compõem a Perspectiva Linear são o observador, o objeto a ser representado e o sistema de projeção. Este sistema se caracteriza por ter o observador a uma distância finita e seus raios projetantes serem convergentes em um ponto.

O sistema utilizado pela Perspectiva Linear é composto por um Plano de Quadro, plano vertical em relação ao observador, onde se representa a imagem a ser registrada e todas as linhas auxiliares necessárias para a sua construção; um Plano Geometral, ou Plano de Terra, plano horizontal que passa pelo nível-base do observador e dos objetos a serem representados; uma Linha de Terra, que é a reta de intersecção do Plano de Terra com o Plano de Quadro, e que será sempre paralela à Linha do Horizonte, sendo a distância entre a Linha do Horizonte

humana, que são elementos que compõem o espaço psicofisiológico, não fazem parte da estrutura dos fundamentos da perspectiva. "A perspectiva muda o espaço psicofisiológico em espaço matemático" (PANOFSKY, s.d.: 34): na realidade, a perspectiva apropriou-se de conceitos matemáticos da geometria e da ótica para representar o espaço real abrindo mão dos fundamentos psicofisiológicos. Em seu livro,Panofsky apresenta três pontos importantes da estrutura do espaço psicofisiológico aos quais os fundamentos da perspectiva não levam em consideração. O primeiro ponto está relacionado ao fato de a visão humana ser gerada por um campo esferoidal, realizada por meio de dois olhos em constante movimento; o segundo refere-se à diferença entre a imagem visual formada pela experiência que o observador tem do espaço e a imagem da retina projetada mecanicamente no olho físico; e, finalmente, de acordo com o terceiro, a imagem da retina projeta-se sobre uma superfície côncava no globo ocular, e não sobre uma superfície plana como acontece no plano de quadro da perspectiva. Somente por estes três pontos apresentados já haveria "uma discrepância básica entre a realidade e a sua representação". (PANOFSKY, s.d.: 34). A cultura da perspectiva foi tão imperativa que o espaço representado pela perspectiva passou a ser interpretada como a representação fiel do espaço real. As linhas retas, que em determinadas posições nos parecem curvilíneas visualmente, são representadas retas no espaço da perspectiva, e caso sejam representadas com alguma curvatura passam a ser entendidas como erradas. Como escreveu Giovannoni, "estamos nós habituados a contemplar como correto aquilo que é, objetivamente, falso" (PANOFSKY: s.d.:80).

e a Linha de Terra igual à altura do observador; uma Linha do Horizonte, localizada na altura do olho do observador; um Ponto de Observação ou Ponto de Vista, um ponto fixo, de onde partem todos os raios visuais, correspondendo à projeção do olho do observador sobre o Plano de Quadro; Pontos de Fuga, pontos para onde convergem as linhas de projeção correspondentes as retas paralelas no espaço, podendo ser um, dois ou vários pontos, dependendo do ângulo e da posição dos objetos em relação ao observador (Fig.25).

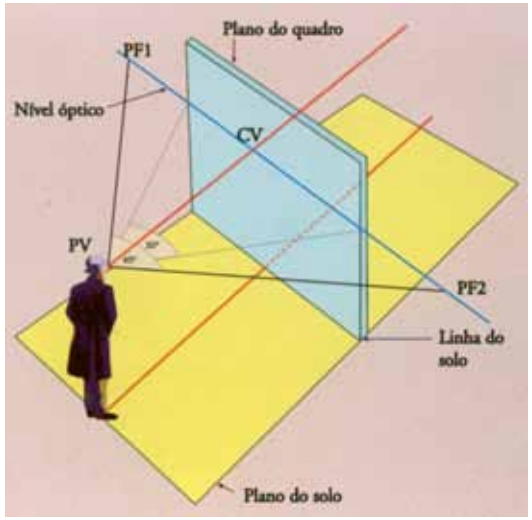


Figura 25 - Sistema da Perspectiva Linear.ARCAS, Santiago et al. Perspectiva para Principiantes. Lisboa: Dinalivro, 2006.

Embora cada posição do observador determine um tipo diferente de Perspectiva Linear, podemos classificá-las em três categorias: Perspectiva Paralela (ou Central) quando temos um ponto de fuga (Fig.26); Oblíqua quando registramos dois pontos de fuga (Fig.27); e Aerotrifugada[15] (ou Perspectiva Oblíqua Aérea) quando trabalhamos com três pontos de fuga (Fig.28).

[15] "Aerotrifugada (…) aero = altura; tri = três; fugada = posta em fuga; isto é, representação dos corpos com três pontos de fuga vistos de uma determinada altura" (RIOS, s.d.:17).

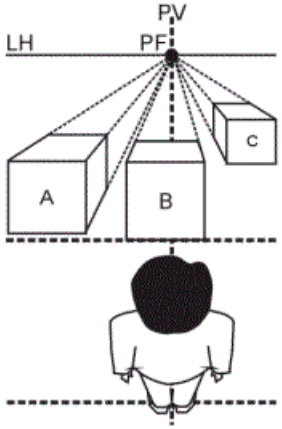


Figura 26 - Perspectiva com um ponto de fuga.
Disponível em <http://www.sobrearte.com.br/desenho / perspectiva/tipos_de_perspectiva.php>.
Acesso em: 03 jun 2009.

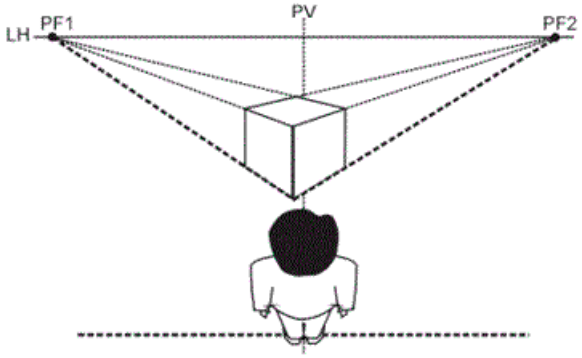


Figura 27 - Perspectiva com dois pontos de fuga.
Disponível em <http://www.sobrearte.com.br/desenho /perspectiva/tipos_de_perspectiva.php>.
Acesso em: 03 jun 2009.

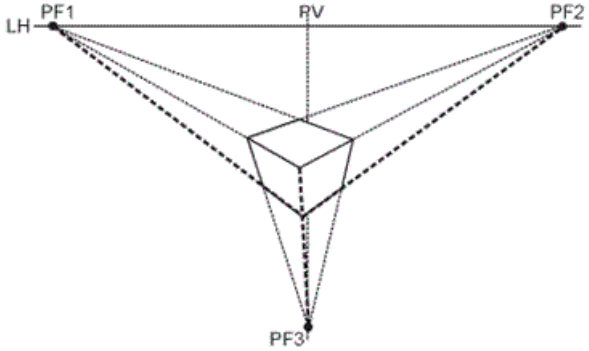


Figura 28 - Perspectiva com três pontos de fuga. Disponível em <http://www.sobrearte.com.br/desenho / perspectiva/tipos_de_perspectiva.php>.
Acesso em: 03 jun. 2009.

Na Perspectiva Paralela, o observador está localizado de frente ao Plano de Quadro, ou seja, o Ponto de Observação está localizado sobre um plano horizontal em relação ao Plano de Quadro. Nesta Perspectiva os objetos têm uma das suas faces paralela ao Plano de Quadro: deste modo as retas verticais e horizontais paralelas ao plano do desenho serão representadas por linhas verticais e horizontais, respectivamente, enquanto as retas que são perpendiculares ao plano do desenho, ou seja, paralelas aos raios projetantes, serão representadas por linhas convergentes ao ponto de fuga.

Se mantivermos o observador de frente ao Plano de Quadro e o Ponto de Observação sobre um plano horizontal, mantendo as retas verticais paralelas ao plano do desenho, e somente movimentando o objeto de forma que nenhuma face seja paralela ao plano do desenho, estaremos utilizando a Perspectiva Oblíqua. Nela as alturas, retas verticais paralelas ao Plano de Quadro, serão representadas por linhas verticais, enquanto as retas horizontais do objeto, largura e comprimento, serão paralelas a duas direções, sendo suas linhas de representação convergentes para dois diferentes pontos de fuga.

Enquanto nas Perspectivas Paralela e Oblíqua, o observador está de frente ao Plano do Quadro, ou seja, o Ponto do Observador está num plano horizontal e o desenho está sobre um plano vertical, gerando Pontos de Fuga sobre a Linha do Horizonte, na Perspectiva Aerotrifugada ou o observador e o Plano de Quadro estão inclinados em relação ao objeto, ou o objeto está colocado de tal modo que as suas alturas não são retas paralelas ao Plano de Quadro, gerando a convergências das retas verticais em um terceiro ponto de fuga localizado fora

da Linha do Horizonte. Desta forma o objeto terá seus eixos de projeção referentes à altura (eixo z), à largura (eixo x) e ao comprimento (eixo y), posicionados obliquamente em relação ao plano do desenho, onde as retas paralelas a cada um dos três eixos determinarão a convergência das suas respectivas linhas de projeção a três pontos de fuga distintos. Esta perspectiva nos permite representar o objeto como se estivéssemos olhando de cima para baixo ou de baixo para cima.

Independentemente da característica da perspectiva existem algumas variáveis que podem alterar a representação final do espaço, tais como a altura do ponto de observação, a distância do observador ao objeto, o ângulo de visão e a posição do observador em relação ao Plano de Quadro.

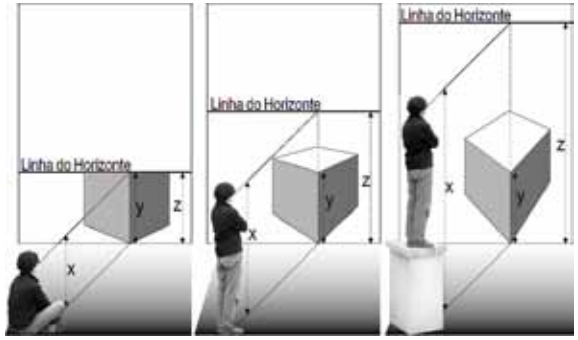


Figura 29 - Altura do observador. <http://www.ipb.pt/~luiscano/Perspectivalinear/Nocoesbasicas.pdf> Acessado: 04 jun 2009.

A altura do ponto de observação altera a forma como o objeto poderá ser visto (Fig.29). Se a Linha do Horizonte ficar mais alta que a altura do objeto, o observador poderá ver a parte superior da peça, se ficar a mesma altura do objeto será possível ver somente as suas laterais e se ficar abaixo da altura do objeto será possível ver a parte de baixo da peça.

Dependendo da distância entre o observador e o objeto (Fig.30), o desenho poderá ser deformado. Quanto mais próximo o observador estiver do objeto, mais aproximados estarão os pontos de fuga, acentuando a deformação da representação. Quando mais afastado o observador estiver do objeto, mais a deformação da profundidade é suavizada.

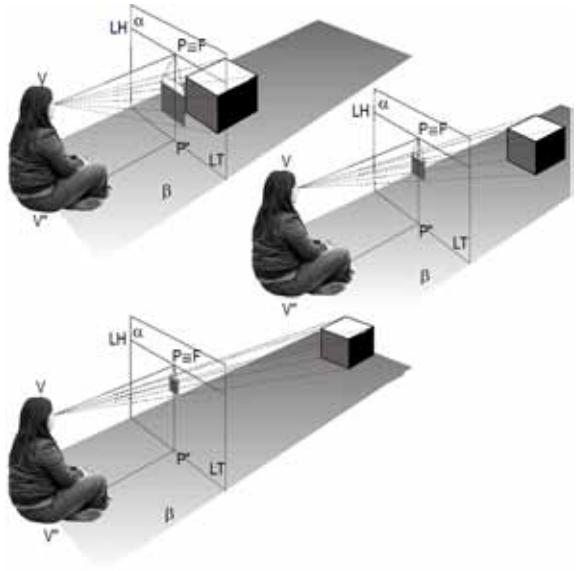


Figura 30 - Distância do objeto. Disponível em: <http://www.ipb.pt/~luiscano/Perspectivalinear/Nocoesbasicas.pdf> Acessado em: 04 jun 2009.

O ângulo de visão determinará quais serão as faces representadas do objeto e qual o seu grau de deformação. Se a face estiver sobre um plano muito oblíquo em relação ao plano de desenho, notaremos uma deformação bem acentuada, se o plano estiver sobre uma angulação próxima ao do plano frontal sua deformação será mínima.

A localização do Plano de Quadro em relação o observador altera o tamanho da imagem a ser registrada sobre o plano do desenho. Assim, quanto mais próximo o Plano de Quadro estiver do observador, menor será a sua representação, da mesma forma que, quanto maior for a distância entre o plano de desenho e o observador, maior será a sua imagem (Fig.31).

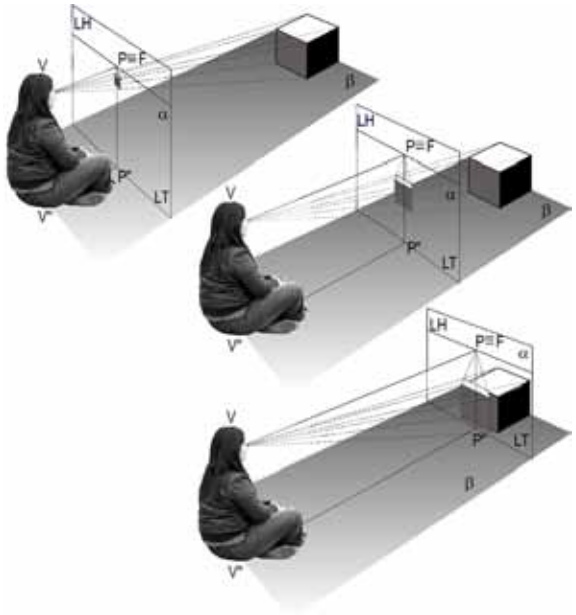


Figura 31 – Distância do plano de quadro.
Disponível em: <http://www.ipb.pt/~luiscano/Perspectivalinear/Nocoesbasicas.pdf>
Acessado em: 04 jun 2009.

A perspectiva é um processo que possibilitou a representação gráfica de um espaço tridimensional, existente ou imaginário, sobre o plano bidimensional do papel. O Sistema de Projeção Cônica que deu origem à perspectiva está presente em outros processos de represen-

tação do espaço tridimensional sobre um plano bidimensional, como a fotografia, o cinema e o vídeo.

2.2.2.2. A Fotografia

O espaço real é percebido por todos os sentidos do indivíduo; no entanto, a visão é responsável "por ocupar 87% de atividade entre os 5 sentidos, dando-nos a impressão de que a realidade é o que vemos" (OKAMOTO, 1996:89). Deste modo, a fotografia foi utilizada como um dos processos de registro do espaço tridimensional que procuraram absorver as informações do espaço real capazes de serem convertidas em informação visual (ZUNZUNEGUI, 1995:132).

O processo fotográfico, utilizando equipamentos como o foco da objetiva, a abertura do diafragma, a velocidade do obturador e papéis sensíveis à luz, registra o espaço tridimensional tecnicamente visível. Os recursos técnicos utilizados pela fotografia para revelar o espaço real apresentam uma espacialidade que por vezes amplia a capacidade de apreensão do espaço percebido pela visão humana quando o homem está presente no espaço real. A qualidade do processo técnico empregue tanto pelo uso do instrumento, a máquina fotográfica e seus recursos, como pelas técnicas de revelação, num primeiro momento sobressaiu-se na arte da Fotografia. E, pela primeira vez, o processo técnico de elaboração da imagem, que não necessitava da interpretação do homem para a sua construção, sobressaiu-se, não somente dando autenticidade à representação da realidade, mas iniciando o desenvolvimento do percurso

tecnológico da imagem. Conforme explicam Santaella e Nöth, no paradigma das imagens pré-fotográfico os artistas utilizavam os instrumentos como prolon*gam*ento de seus gestos; já o paradigma fotográfico é marcado por instrumentos que possuem inteligência própria para que, de forma mecânica e automática, a imagem possa ser registrada (SANTAELLA e NÖTH, 1998:159-187).

Ao registrar o espaço real sobre o papel sensível à luz, a fotografia representa a tridimensionalidade do espaço para o plano bidimensional, partindo do mesmo princípio utilizado pela câmara escura[16] e pela perspectiva *artificialis*. No entanto, diferentemente do caso dos artistas do Renascimento, o registro da tridimensionalidade do espaço pela fotografia tem como referente o próprio espaço real (BARTHES, *apud* ZUNZUNEGUI, 1995:132). A credibilidade da representação do espaço tridimensional pelo uso da fotografia está no fato de a imagem ser gerada por um instrumento mecânico que diferentemente da perspectiva não sofreu a influência da interpretação do olhar e da tradução pela mão do artista: "Ao mesmo tempo, sob os olhos da mimese, da desconstrução e do traço temos a certeza de que o referencial existe e a sensação de apreensão se faz presente. A fotografia não acontece sem o seu objeto e este aparece inevitavelmente aderido ao resultado da imagem" (SILVEIRA, 2006:212).

[16] "Fenômeno ótico conhecido desde a Antiguidade e no qual se baseia o princípio das câmeras modernas. Consiste em fazer projetar e inverter, no interior de uma caixa inteiramente lacrada e escura, a imagem da paisagem que está do lado de fora, através dos raios de luz refletidos por essa paisagem que penetram por um minúsculo buraco numa das faces da caixa" (MACHADO, 1988: 209).

O processo físico-químico utilizado para o registro da imagem fotográfica é intrínseco ao processo fotográfico, sendo independente da vontade do fotógrafo. Deste modo, Santaella nos adverte que "algo (...) preexiste à intervenção do fotógrafo quando forma a imagem" (SANTAELLA, 2006: 179).

A fotografia, tendo como referente o real, é capaz de congelar uma fração de segundo do tempo no espaço e fixar o observador em um determinado campo visual, eliminando todo o espaço real ao seu redor. Segundo Cristina Costa, a fotografia possibilitou um novo olhar ao espaço real, permitindo o registro do flagrante, do inusitado, do efêmero em relação à percepção espacial vivida pelo homem (COSTA, 2005: 77). Ou seja, "a fotografia ratifica o que representa (ZUNZUNEGUI, 1995:135)".

2.2.2.3. O Cinema

O Sistema de Projeção Cônica também está presente no registro do espaço tridimensional realizado pelas câmeras cinematográficas. Cada vez mais interessado em aproximar a representação da imagem com o mundo real, o cinema nasceu do desejo de registrar movimento dentro do espaço tridimensional.

O conhecimento sobre a fotografia, registrando o espaço tridimensional sobre uma superfície sensível à luz, aliado aos estudos sobre o fenômeno físico natural do nosso olho,

que registra a incidência da luz por um período de um décimo de segundo sobre a retina, a estroboscopia[17] , foram os elementos essenciais para a criação do cinema.

Funcionando sob o mesmo princípio das câmeras de fotografia, a película de cinema consiste na colocação seqüencial de fotogramas, que são passados em uma determinada velocidade diante da objetiva de um projetor. Ao projetar as imagens seqüenciais, o cinema reproduz o movimento, possibilitando ao espectador não mais construir mentalmente as imagens, mas simplesmente abrir os olhos e ver (BAGGIOTTO, 2006:50).

O espectador, ao ver um filme, é levado a perceber o espaço tridimensional onde a cena acontece. Contudo, Santaella lembra que o cinema tem o poder de subverter "a sucessão cronológica dos fatos e nossa concepção normal de tempo" (SANTAELLA, 2006:182), na medida em que o cinema trabalha com a montagem de seqüências e o filme pode ter uma ordem cronológica não natural, ou seja, o espaço e o tempo no cinema não correspondem à realidade vivida no real, mas a uma realidade própria da narrativa cinematográfica, relacionando-se mais ao "sonho do que com aquilo que chamamos realidade" (SANTAELLA, 2006:183).

Apoiados no Sistema de Projeção Cônica, tanto a perspectiva, a fotografia como o cinema se sustentam em um único ponto de vista, ditado pelo olhar do observador, do criador

[17] Estroboscopia é um fenômeno onde a luz se torna contínua para o olho, criando a noção de movimento, quando uma seqüência de imagens é apresentada dentro do intervalo de um décimo de segundo (SANTAELLA, 2006:181).

da perspectiva ou da objetiva da câmera, que ordena a direção do olhar de quem contempla a obra. Apesar da evolução do registro automatizado das imagens, que passaram a surgir diante do espectador em uma determinada velocidade e ritmo, criando a noção do registro do movimento, as imagens tridimensionais registradas pelo cinema continuaram projetadas sobre o plano bidimensional da grande tela, numa seqüência linear.

2.1.3.2. O Vídeo

A primeira impressão que se tem é que as câmeras que geraram a imagem do cinema foram as mesmas que abriram o espaço da televisão. Contudo, Arlindo Machado lembra que embora a câmera de vídeo e a câmera cinematográfica tenham em comum o mesmo princípio, gerado pelo Sistema de Projeção Cônico, utilizando instrumentos como as objetivas para a formação da imagem, "o 'texto' pictórico constituído através de cada meio passa por tratamento técnico diferenciado, fotográfico no caso do cinema e eletrônico no caso do vídeo ou televisão" (MACHADO, 1988:40).

Machado relata que a televisão teve seu processo operacional baseado na experiência radiofônico e não no cinema, ou seja, a televisão se comporta ainda hoje como "um rádio 'visível'" (MACHADO, 1988:15), no qual as ondas eletromagnéticas possibilitaram "a simultaneidade entre o tempo da enunciação e o tempo da recepção" (MACHADO, 1988:15), o que não é possível no cinema. Com o advento da televisão passamos a ter a noção de simultanei-

dade, ou seja, pode-se estar em uma parte do planeta e assistir aos eventos que acontecem, ao mesmo tempo, em outra parte do globo.

É interessante perceber, nas explicações de Arlindo Machado, como o uso de um mesmo Sistema de Projeção pode ser traduzido de formas tão diferentes como o cinema e o vídeo. O registro cinematográfico é realizado por meio da gravação de fotogramas sobre um suporte físico, a película, onde cada fotograma é colocado quadro a quadro, tendo entre eles um espaço calculado pelo obturador. "Esse movimento fragmentado, que denuncia a base fotográfica do cinema, é dissimulado, entretanto por um dispositivo técnico, para que se possa recompor a ilusão do movimento" (MACHADO, 1988:41), o obturador. Enquanto que no vídeo não existe a figura do obturador. A imagem é produzida por ondas eletromagnéticas que incidem sobre a superfície fotossensível e reticulada da tela do televisor, formada por uma estrutura de pontos dispostos em linhas horizontais e verticais. Assim, a imagem é formada de acordo com a intensidade da luz projetada em cada ponto da tela, "à medida que a intensidade luminosa da imagem varia de um ponto a outro da linha de varredura, a amplitude do sinal se modifica de forma sincronizada" (MACHADO, 1988:41), registrando o movimento. No vídeo "o processo genético de constituição da imagem está à mostra, impedindo que a restituição do mundo visível se dê à custa do mascaramento das técnicas construtivas" (MACHADO, 1988:41). Enquanto o cinema necessita da existência do suporte físico da película para apresentar a imagem em movimento, o vídeo utiliza apenas a tela do televisor como captador da imagem traduzida pela emissão da energia elétrica sobre cada um de seus pontos, não existindo entre a câmera e a tela do televisor a necessidade de nenhum suporte físico para a

existência da imagem. A diferença básica está no fato de que no cinema não há a possibilidade da transmissão em direto, na medida em que, para ver-se a imagem, é necessária a sua gravação, enquanto que os recursos utilizados pelo vídeo permitem apresentar a imagem em tempo real, sem a necessidade de uma pré-gravação. Esta imagem poderá ser gravada e apresentada *a posteriori*, mas com um caráter diferente da imagem gerada para o cinema (MACHADO, 1988:81). Para Arlindo Machado "o vídeo (...) é a primeira mídia a trabalhar concretamente com o movimento (...) se considerarmos que o cinema permanece na sua essência uma sucessão de fotogramas fixos" (MACHADO, 1988:43).

2.2.3. A Computação Gráfica

A partir da década de 1980, o uso de computadores e programas gráficos por arquitetos, designers e artistas plásticos permitiu o surgimento de novas possibilidades na relação entre o espaço real e a sua representação.

A ISO (International Standards Organization) definiu a Computação Gráfica como sendo um "conjunto de métodos e técnicas utilizados na conversão de dados e/ou para um dispositivo gráfico, via computador" (AZEVEDO e CONCI, 2003:3). Deste modo, a Computação Gráfica proporcionou um novo paradigma no registro da imagem, tanto bi como tridimensional, na medida em que, ao se utilizar o computador e os programas gráficos, o registro das imagens passou a ser realizado por meio de valores numéricos e não por elementos gráficos como os sistemas de representações anteriores. Como argumenta Arlindo Machado,

"a representação plástica de expressões matemáticas (...) é a própria condição fundante da computação gráfica[18]" (MACHADO, 1993:60). Plaza e Tavares comentam que "a imagem de cunho digital apresenta-se como uma reviravolta na história da imagem porque inaugura um novo paradigma" (PLAZA e TAVARES, 1998:25): o paradigma da imagem pós-industrial. O registro da imagem não seria mais como a representação gestual relativa ao período pré-industrial[19] , onde a representação seria tal como objeto real, ou como a representação instrumental do período industrial, onde a imagem necessitava de um instrumento para poder existir. A imagem pós-industrial tem como característica o uso de equipamentos tecnológicos para a produção de uma imagem cuja estrutura do suporte é formada por códigos numéricos que são à base da imagem digital (PLAZA e TAVARES, 1998:25). Com o uso dos meios tecnológicos, "o número e a linguagem da máquina se apresentam como interlocutores entre o modelo mental e a imagem produzida, transcodificando em formas de imagens as rotinas contidas no interior da máquina" (PLAZA e TAVARES, 1998:85).

As imagens digitais são visualizadas através da tela do computador, que é formada por *pixels*[20] (pontos), dividindo-se em duas categorias: *bimaps* ou vetoriais. As imagens *bit-*

---

[18] A frase original está na seguinte ordem: "São eles – e apenas eles (algoritmos de simulação da imagem) - que tomam possível isso que é a própria condição fundante da computação gráfica: a representação plástica de expressões matemáticas." (MACHADO, 1993:60).

[19] Termo usado por Ivins Jr desde 1950. PLAZA e TAVARES, 1998:25.

[20] *Pixel – picture element* – "é a menor unidade que o monitor do computador é capaz de acender/apagar" (LÉVY, 1999:257) para formar a imagem visualizada na tela.

maps (mapa de *bits*[21]) são formadas por uma superfície reticulada constituída de quadrados, também chamados de *pixels*, onde cada *pixel* corresponde a um valor numérico referente às suas qualidades cromáticas e à sua posição dentro de um sistema de coordenadas cartesianas, indicando a sua posição na imagem (SANTAELLA, 2006:190).

Santaella explica que "partindo de uma matriz de números contida dentro da memória de um computador, a imagem pode ser integralmente sintetizada, programando o computador e fazendo-o calcular a matriz de valores que define cada *pixel*" (SANTAELLA, 2006:190). Este sistema é ideal para fotografias digitais, na medida em que, quanto maior for o número de *pixels* para formar a imagem, maior a sua qualidade. Como o *pixel* é um valor numérico e não um cálculo matemático, as imagens *bitmaps* têm a desvantagem de perder qualidade ao serem ampliadas (MORAZ e FERRARI, 2005:18). As imagens vetoriais são registros de equações matemáticas que descrevem os elementos geométricos na sua posição inicial e final, direção, tamanho, inclinação, dentre outras funções, de tal forma que, ao serem redimensionados, estes elementos têm o seu cálculo automaticamente refeito, mantendo a qualidade da imagem. A imagem vetorial não tem sua resolução[22] vinculada ao pixel utilizado para a sua visualização na

---

[21] "*BIT – Acrônimo de Binary digIT*. Corresponde ao 0 ou 1 do sistema binário. Na informática, um bit é a menor unidade de informação que pode ser tratada e armazenada pelo computador" (LÉVY, 1999:252

[22] Resolução é um termo em informática que determina a quantidade de *pixels* de uma imagem em uma determinada área. Normalmente as imagens são qualificadas pelo número de *pixels* em uma polegada, dpi (*dot per inch*). Quanto maior o número de dpi de uma imagem, melhor a sua qualidade visual.

tela do computador, o que permite que a imagem possa ser manipulada sem perda da informação visual (ALVES, 2003:37), dando precisão ao objeto criado.

Ao trabalhar com equações matemáticas, as imagens vetoriais permitem aos programas 3D criar uma forma tridimensional a partir da modelagem de um sólido, construindo a imagem de um modelo que, usufruindo das características digitais da imagem vetorial, pode ser "retocada, atualizada ou recriada em qualquer momento" (PLAZA e TAVARES, 1998:25). Segundo Santaella, "a contribuição inestimável do computador está em seu poder de colocar os modelos à prova, sem necessitar submetê-los a experiências reais" (SANTAELLA, 2006:192). Nesta área, a Computação Gráfica inovou a representação do espaço na medida em que possibilitou verificar o desempenho de um objeto mesmo antes deste existir, por meio de modelos e simulações[23].

A Computação Gráfica não apresenta somente o espaço/estático, real ou imaginário, estudado pela Perspectiva Renascentista, ou o espaço/instante, registrado pelas máquinas fotográficas, ou o espaço/movimento, pelas câmeras de cinema: ela possibilita registrar o espaço/imaterial gerado pela manipulação, simulação e imersão do objeto no espaço virtual, simulando acontecimentos reais ou imaginários. O espaço/imaterial desenvolvido pelos modelos

[23] Arlindo Machado assim definiu os termos Modelo e Simulação: modelo é "um sistema matemático que procura em operação propriedades de um sistema representado (...) que visa funcionar como uma réplica computacional da estrutura, do comportamento ou das propriedades de um fenômeno real ou imaginário. A simulação, por sua vez, consiste basicamente numa «experimentação simbólica» do modelo" (MACHADO, 1993:117).

digitais possibilita uma nova relação do objeto com a sua representação, na medida em que o realismo do espaço virtual permite construir, representar e usufruir do objeto virtual, simultaneamente. O objeto criado virtualmente é ubiquamente modelo/objeto, é real em potência (LÉVY, 1996: 15) e se atualiza a cada representação.

2.2.3.1. A interface gráfica dos programas 3D

Os programas gráficos vetoriais, tanto 2D como 3D, utilizaram o conceito matemático que permite descrever todas as formas geométricas em equações matemáticas. Deste modo, os programadores de *softwares* aplicam os conhecimentos de vetores e matrizes, que fazem parte da estrutura da memória dos computadores, para representar objetos bi e tridimensionais, como explicou Azevedo e Conci: por meio de "matrizes e de sua multiplicação, podemos representar todas as transformações lineares 2D e 3D" (AZEVEDO E CONCI, 2003:33).

Abraham Moles escreveu, em seu livro Arte e Computador, que "o computador-desenhador consegue, a partir da aresta de um cubo, da idéia de cubo e noção de ponto de fuga, construir uma imagem completa deste" (MOLES, 1990:72). Na medida em que o computador e os programas gráficos conseguem transformar todas as formas geométricas em valores numéricos por meio dos cálculos de matrizes e vetores, é interessante verificar a utilização dos sistemas de projeção tradicionais nos programas 3D que, estando sob a mesma linguagem numérica, conseguem em um único instrumento representar os objetos e o espaço utilizando os vários sistemas de projeção, simultaneamente. Para Moles, o computador permitiu que o

observador pudesse dar a volta ao redor do cubo construído digitalmente, passando a visualizar e, conseqüentemente, a registrar o cubo na quarta dimensão:

> fazer representar por computador vistas perspectivadas a três dimensões de um objeto que teria, em si mesmo, quatro dimensões, e que se acharia projetado no espaço de coordenadas a três dimensões e restituído pela perspectiva a uma superfície. Assim, as arestas de um cubo a quatro dimensões seguem um certo número de leis de conexões umas com as outras. Se são projetadas em três dimensões ou a seguir em duas dimensões, elas vão dar lugar a uma certa superfície, e se por exemplo um observador virtual rodasse no espaço a quatro dimensões em volta desse cubo, ele veria transformarem-se as vistas perspectivas deste, dando lugar a diferentes tipos de volumes no espaço tridimensional, o que é perfeitamente possível de conceber pelo raciocínio transcrito em fórmulas de projeção (MOLES, 1990:74-75).

No livro **Cultura da interface**, Steve Johnson argumenta que o termo interface gráfica está relacionado à mediação de informações entre o usuário e o computador, procurando estimular a compreensão da linguagem informática, de difícil acesso ao usuário comum, por meio de metáforas, associando imagens aos recursos disponíveis pelos programas.

> O uso da interface gráfica promoveu "uma mudança colossal no modo como os seres humanos e os computadores interagem, e expandiu enormemente a capacidade de usar os computadores entre pessoas antes alienadas pela sintaxe misteriosa das interfaces mais arcaicas de «linha de comando»" (JOHNSON, 2001:18).

Antes do uso do computador e dos programas gráficos, quando se realizava o projeto de um novo objeto, cada sistema de representação utilizado para identificar a peça era iniciado

do zero, ou seja, era necessário que cada desenho (planta, elevação ou perspectiva) fosse realizado individualmente, tendo-se o cuidado de que todas as informações fizessem parte do conjunto ilustrativo do objeto a ser criado. Se uma medida fosse alterada em uma prancha de desenho, todas as demais pranchas, depois de revisadas, deveriam sofrer correção uma a uma. A interface gráfica dos programas gráficos 3D possibilitou representar o objeto, tanto em imagens bidimensionais (plantas e elevações) como em imagens tridimensionais (projeções axonométricas e perspectivas). Essa visualização simultânea de sistemas de representação foi possível, não somente porque estes sistemas no computador utilizam a mesma linguagem numérica, mas porque a interface criou *viewports* (janelas) para a visualização do objeto.

2.2.3.2. Viewports

As *viewports* são divisões da interface dos programas 3D por onde podemos visualizar o objeto criado no espaço virtual. Cada *viewport*, também chamada de janela de exibição, apresenta o objeto por meio de um sistema de projeção, de tal modo que para construir o modelo é possível, simultaneamente, utilizar as projeções ortogonais diédricas (vistas superior e lateral) em uma *viewport,* por exemplo, e visualizá-lo por meio da projeção cônica criada pela câmera na *viewport* ao lado. Por meio deste tipo de interface, é possível utilizar todos os sistemas de representação aplicados para visualizar um objeto tridimensional distribuídos pelas diversas janelas: como explicou Johnson, cada interface pode conter várias *viewport*s e cada uma pode conter informações próprias (JOHNSON, 2001:68) que no conjunto informam as características do objeto.

Diferentemente dos desenhos realizados sobre o suporte físico, as representações digitais têm no modelo virtual o elemento básico para a sua realização. Deste modo, qualquer alteração ocorrida no objeto virtual e, automaticamente, cada *viewport*, apresentará a alteração correspondente ao sistema de projeção utilizado. Wilson Flório afirma:

> o modelo digital tridimensional permite produzir todos os tipos de representação que foram utilizados na representação arquitetônica. (...) essa convergência da tecnologia digital, ao incorporar os antigos métodos de representação (...) pôde fornecer vários tipos de representação de um mesmo objeto, propiciando tanto uma visão do todo, como de análise das partes (FLÓRIO, 2005:176).

2.2.3.3. Sistema de coordenadas

A posição do objeto no espaço virtual do computador é determinada pelas coordenadas de cada ponto que compõe o modelo, sendo sempre o conjunto de três números relativos aos eixos de projeção (x, y, z). Deste modo, "o sistema de coordenadas serve para nos dar uma referência em termos de medidas do tamanho e posição dos objetos dentro da nossa área de trabalho" (AZEVEDO E CONCI, 2003:36).

Nas representações de objetos tridimensionais sobre suportes físicos bidimensionais, quando utilizamos o Sistema Diédrico, por exemplo, não é possível representar os três eixos de projeção em um único desenho. Cada projeção apresentará apenas os dois eixos correspon-

dentes à face representada. Ao descrever o programa *3D Studio Max*, Michael Todd Peterson argumenta:

> a principal diferença entre 2d e 3d é a profundidade. Os desenhos 2d possuem apenas altura e largura, sem profundidade. Um objeto 2d pode ser desenhado para parecer com um 3d, mas se você quiser mudar a perspectiva ou o ponto de vista de alguma maneira, precisa redesenhá-lo (PETERSON, 2000:5).

Nos programas 3D, o espaço é programado dentro do computador como sendo um cubo de tamanho infinito e os objetos criados dentro desse cubo têm sua localização definida pelos três eixos de direção: largura (x), profundidade (y) e altura (z) (PETERSON, 2000:7). Assim, todos os elementos presentes no espaço bidimensional, como o ponto, a linha e o plano, têm características tridimensionais, ou seja, cada ponto do objeto é determinado pelas coordenadas relativas aos três eixos de projeção, e mesmo que a *viewport* selecionada apresente apenas a visualização de dois eixos, a informação correspondente ao terceiro eixo ficará registrada na memória do computador, permitindo, ao mesmo tempo, que o objeto observado por outra *viewport*, utilizando o Sistema Axonométrico, por exemplo, seja visualizado pelos os três eixos correspondentes ao objeto apresentado.

2.2.3.4. A Geometria dos objetos 3d – Vértices, Linhas, Faces, Polígonos, Patch, NURBS

Nos programas 3D os objetos são basicamente formados por elementos geométricos básicos, como pontos (vértices), linhas e polígonos abertos ou fechados. Dependendo do tipo

de objeto a ser criado, é necessário utilizar um dos vários sistemas de modelagem apresentados pelos programas gráficos de 3D. O programa 3D Studio Max, por exemplo, permite criar cinco tipos de modelagem: *Splines*, Polígonos ou *Mesh*, Paramétrica, *Patch* ou *NURBS*. (PETERSON, 2000:75).

A modelagem baseada na *Splines* cria objetos empregando linhas, curvas ou retas, que darão forma ao objeto por meio de diversos métodos como, por exemplo, a extrusão que "dilata" a linha formando um plano. Nos programas 3D as linhas são formadas por segmentos e vértices que podem ser combinadas entre si, formando uma forma fechada ou aberta. As *Splines* podem ser convertidas em objetos 3D passando a superfícies poligonais.

As superfícies fechadas dos objetos 3D são formadas por polígonos triangulares ou quadrados. A modelagem poligonal é a mais utilizada para a elaboração de objetos inorgânicos, ou seja, objetos que não tenham formas curvas muito complexas. Os polígonos, por sua vez, são formados por vértices, arestas, faces e elementos. Os vértices são os pontos de encontro das arestas, que permitem uma melhor precisão para o aprimoramento do objeto. As arestas ou segmentos são as linhas que formam o objeto e ao serem selecionadas podem aumentar os detalhes do objeto como, por exemplo, melhorar a curvatura de uma peça. As faces são espaços fechados em formato triangular, também chamadas de polígonos, e recobrem as superfícies dos objetos. Os elementos são conjuntos de polígonos que podem ter formatos regulares ou irregulares, sendo também a área onde serão aplicados os materiais.

A modelagem paramétrica permite fazer alteração no modelo independentemente das modificações que o objeto sofreu ao longo da sua criação. "Um objeto é considerado paramétrico se você puder retornar a uma versão anterior a dele e ajustar seus atributos" (PETERSON, 2000:76). Michael Peterson esclarece que a modelagem paramétrica no programa *3D Studio Max* é encarada como uma metodologia em todos os tipos de modelagem (PETERSON, 2000:86).

Para uma modelagem orgânica simples que necessita de certo controle dos contornos, a modelagem *patch* é a mais indicada, na medida em que, por ser formada por uma seqüência de pontos conectados, quando um dos seus pontos é modificado, este não altera apenas a sua posição, mas influencia todos os pontos ao seu redor.

A modelagem *NURBS (Non-uniform Rational B-Spline)* é utilizada para elaborar objetos com superfícies em curvas e/ou orgânicas complexas. Segundo Azevedo e Conci, "as superfícies *NURBS* não existem no mundo do desenho tradicional" (AZEVEDO E CONCI, 2003:111), na medida em que este tipo de superfície foi criado para modelar objetos no espaço virtual do computador. Wilson Flório esclarece que "a grande vantagem deste tipo de modelagem é a possibilidade de gerar superfícies curvilíneas extremamente suaves e orgânicas" (FLÓRIO, 2005:123) e que seriam de difícil realização pelos sistemas tradicionais de representação.

Os vários tipos de modelagem oferecidos pelos programas 3D são ferramentas que permitem a criação de objetos, desde os mais simples até os mais complexos, utilizando os diversos conceitos de geometria plana aplicada à geometria espacial.

2.2.3.5. O realismo do objeto virtual: materiais, luzes, câmera, animação

O conceito de Realismo Sintético está relacionado às imagens que são produzidas pelos meios tecnológicos a partir do código numérico, gerando objetos virtuais e, portanto, inexistentes no espaço real, criando "um problema ontológico, pois as imagens precedem aos objetos que representam, subvertendo a ordem do mundo" (PLAZA e TAVARES, 1998:38). Estas imagens podem representar objetos com uma aparência realística, muito próxima à visão do objeto real (AZEVEDO E CONCI, 2003:249), de tal modo que, mesmo um objeto irrealizável no mundo real aparenta veracidade no espaço virtual. Como escreveu Azevedo e Conci, "criar imagens sintéticas[24] realistas ou bem acabadas, muitas vezes é o objetivo da computação gráfica" (AZEVEDO E CONCI, 2003:249).

Com o uso dos recursos tecnológicos, o objeto não é simplesmente representado pela sua estrutura formal dentro um ambiente virtual. Os programas gráficos 3D que utilizam algoritmos para simular a cor e a textura dos materiais aplicados às superfícies dos objetos sintéticos, aliados aos que registram as condicionantes externas, como a incidência da luz sobre as

[24] Imagens sintéticas são "as representações visuais de objetos criados pelo computador a partir das especificações geométricas e visuais de seus componentes" (AZEVEDO E CONCI, 2003:8).

superfícies, gerando reflexos e sombras, possibilitam às Imagens Sintéticas um maior realismo na construção de objetos virtuais.

O realismo das imagens sintéticas é enfatizado com o uso da visualização através da câmera, registrando a movimentação dos objetos e/ou do percurso do observador ao longo do espaço virtual, como se o criador estivesse fotografando ou filmando o objeto físico num ambiente real.

2.3. O "novo" espaço produzido pelos programas 3D

O espaço virtual gerado pelos programas 3D utiliza os eixos cartesianos x, y e z para representar o espaço tridimensional, da mesma forma como era utilizado pelos sistemas de representação tradicional, por exemplo, como o Sistema de Projeção Ortogonal Axonométrico. No entanto, ao conseguir integrar os sistemas de representação sob um mesmo código, o código digital, o computador e os programas gráficos 3D modificaram o ato de representar em relação ao objeto tridimensional.

No suporte físico, a representação era um meio pelo qual o objeto imaginado era traduzido para viabilizar a sua construção no ambiente real, e neste processo o objeto era materializado somente a partir da sua criação mediada pela representação[25]. Com o uso dos

[25] Esta representação poderia ser realizada por sistemas de projeção sobre o suporte bidimensional, como a perspectiva, bem como na tridimensionalidade, com o emprego de maquetes.

programas gráficos 3D, o objeto imaginado ao ser construído no espaço virtual cria um modelo que simula todas as características de um objeto real, excetuando o seu estado físico. Como explicou Plaza e Tavares,

> a modelização consiste em criar um objeto virtual, definido matematicamente no espaço-tempo do computador, criado pela mente a partir de juízos perceptivos (conceito de objeto) e código de representação e não como percepção visual (PLAZA E TAVARES, 1998:40).

No suporte digital o modelo só existe no espaço virtual; contudo, sua existência é real em potência, existe sem ser palpável (LÉVY, 1999:48), o que permite aos programas 3D poder extrair do próprio modelo a sua representação. O modelo passa a ser o meio de tradução do objeto imaginado para a sua realização, que no espaço virtual não significa necessariamente materialização do objeto, e sim atualização, ficando a representação sendo um produto do modelo.

Esta nova forma de representar o objeto pelo seu modelo, sendo este atualizável a qualquer modificação, permite que o criador tenha uma relação diferente com o espaço virtual em relação à criação sobre o suporte físico, visto que o espaço virtual permite ao criador interagir com a peça, simulando situações algumas vezes impraticáveis no ambiente real. Ademais, no espaço virtual a linguagem digital utilizada pelos programas 3D permite criar objetos compostos por formas geométricas com alto grau de complexidade, possibilitando ao criador a manipulação de peças que seriam difíceis ou até mesmo inviáveis de se representar pelos

sistemas de representação tradicionais, sobre o suporte bidimensional. Deste modo, mesmo formas complexas podem ser traduzidas digitalmente para os sistemas de representação dos programas 3D e viabilizadas pelos processos de produção digital, superando as limitações das formas tradicionais de representação sobre o suporte físico.

Como a imagem de síntese não necessita de um referente para existir, a sua representação não está focada no ponto de vista do observador, como no caso da fotografia ou da perspectiva, e sim no próprio modelo, no "devir do conceito imagético" (PLAZA e TAVARES, 1998:40). Deste modo, a representação do objeto virtual não é elaborada antes do modelo para ser, em seguida, observada ou compreendida, visto que "a análise da estrutura de um objeto precede a representação de sua forma" (PLAZA e TAVARES, 1998: 42-43). E, assim, a representação é construída concomitantemente ao objeto, permitindo ao modelo ser muito mais do que um apoio para a realização da peça, e sim um meio de interlocução entre o objeto imaginado e o objeto virtual, ampliando a compreensão do próprio espaço virtual. Plaza e Tavares esclarecem que a imagem de síntese cria "uma nova maneira de figurar o mundo, de recriá-lo, pois o pensamento figurativo não está mais atrelado àquele sistema da óptica e da fotografia, mas em função de um novo espaço figural" (PLAZA e TAVARES, 1998: 44).

O modelo virtual pode simular objetos reais existentes no espaço físico, objetos imaginários que viabilizam um objeto a ser criado para um ambiente real e/ou objetos impossíveis de existirem fora do espaço virtual (PLAZA e TAVARES, 1998:42-43). Em qualquer um dos

casos, a linguagem digital simula todos os dados e parâmetros necessários para que o criador possa recriar o objeto virtual, inúmeras vezes.

> A capacidade de resposta e de diálogo por meio da interatividade coloca a imagem não como resultado mecânico de um cálculo unívoco, mas da combinação, entrecruzamento e ramificação do criador, do programa, do computador, de suas redes e, enfim, daquele que interage «no» e «com» o hiperespaço da imagem (PLAZA e TAVARES, 1998: 44).

Estas qualidades do espaço virtual, que permite ao criador gerar e manipular objetos que não teriam a oportunidade de existir sob as limitações impostas pelo suporte físico, transformam-no em um novo paradigma do espaço. Como argumenta Suzete Venturelli, o espaço "deixou de se organizar como estrutura coerente e hierarquizada, fundada sobre as diversidades de distância e dos eixos preferenciais, e estabeleceu entre as relações e as atividades da sociedade moderna uma relação de onipresença" (VENTURELLI, 2004:97). Deste modo, o "novo" espaço produzido pelos programas 3D é original no sentido de que é nova a relação do usuário com o modelo, ampliando a noção da realidade ao promover um sentimento de ubiqüidade, no qual se pode estar e fazer, simultaneamente, vários objetos com caráter real ou imaginário, mas todos atualizáveis dentro do espaço virtual.

2.4. Os sistemas de representação e os programas 3d – a (r)evolução na representação do espaço

Os programas 3D revolucionaram a representação do espaço a partir do momento em que os sistemas de representação espacial utilizados sobre suporte físico foram interpretados pela linguagem digital. Como explica Lucrécia Ferrara, "na imagem digital, encontramos todas as características dos suportes anteriores, embora redimensionados tecnologicamente numa grande exposição da aprendizagem da capacidade inventiva do homem" (FERRARA, 2002:45). Ao utilizar o mesmo código digital, do modelo criado é possível obter a representação gráfica do objeto virtual por qualquer sistema de representação, visto que "a imagem não é mais representação, mas presentação" (WEISSBERG, 1993:118). Deste modo, a representação do espaço tem a sua condição modificada no processo de criação de um objeto, na medida em que no espaço virtual, a representação deixou de ser o meio que viabilizava a compreensão do objeto, como acontecia no suporte físico, para ser o resultado obtido a partir do modelo.

O atributo existencial do objeto virtual permite que sejam extraídas do próprio modelo as informações necessárias para a construção da imagem relativa a qualquer sistema de representação, com a vantagem, apresentada pela linguagem digital, da atualização da imagem representada simultaneamente à alteração sofrida pelo modelo.

Lucrécia Ferrara enfatizou em seu texto que,

> agora, idéia e imagem ocorrem no mesmo processo representativo sem interrupção de tempo entre informação e representação, ou seja, não é possível confundir representação e expressão articuladas em tempos sucessivos: agora, as duas se processam em sincronias sintéticas (FERRARA, 2002:65).

Esta intercomunicação entre o modelo e os sistemas de representação, aliados à atualização da imagem virtual, revolucionou a representação do espaço porque possibilitou ao criador visualizar e compreender a peça durante o processo de criação e manipulação do modelo. Como explicou Plaza e Tavares, a representação do objeto virtual "não é mais projeção única, mas uma totalidade mutante que o sujeito não pode perceber de um ponto de vista único e privilegiado (...). Ela é rica de potencialidades e sujeita a incessantes mudanças" (PLAZA e TAVARES, 1998: 45).

A possibilidade de visualizar o modelo pelos vários sistemas de representação, simultaneamente, é o que permite ao criador ter uma relação ubíqua como o modelo, ampliando a sua capacidade de perceber o espaço virtual. Lucrecia Ferrara enfatiza que "a imagem virtual desloca-se do referente e passa a substituí-lo, representá-lo, re-conhecendo-o, conhecendo-o de novo sob o prisma da virtualidade que revela outras possibilidades perceptivas do real" (FERRARA, 2002:62). Desta forma, o modelo virtual e a sua representação têm uma relação intrínseca, onde um está diretamente vinculado ao outro, de tal forma que a modificação ocorrida no modelo será refletida imediatamente na sua representação e vice-versa, com uma potencialidade de atualização sem precedentes. O fato de o espaço virtual permitir que, a partir do modelo, o criador tenha uma experiência ampliada do espaço, podendo gerar objetos com

uma complexidade espacial que no passado era limitada pelo suporte físico, é o que caracteriza a (r)evolução na representação do espaço pelos programas 3D.

2.4.1. A perspectiva e o espaço virtual

A perspectiva é um sistema de projeção que procurou, com base em conceitos matemáticos, da geometria e da ótica, representar o espaço tridimensional sobre uma superfície plana. Embora este sistema de representação não reproduza fielmente o espaço real, oferecendo apenas um ponto de vista, o do criador da imagem (FRAGOSO, 2003:111), a sistematização proposta pela perspectiva para representar o espaço real acabou gerando um paradigma de representação do espaço de tal importância, transformando a perspectiva na "forma correta de retratar o espaço físico e os volumes que o ocupam" (FRAGOSO, 2005:29). Este modelo de registro do espaço tridimensional está presente no cotidiano das pessoas por meio das imagens fotográficas, do cine e do vídeo, visto que o sistema perspectivo faz parte do "segredo" destes equipamentos (FRAGOSO, 2007:s.p.), fazendo com que o mundo moderno aceite a perspectiva não apenas como uma representação, mas "como o *«retrato fiel»*" (FRAGOSO, 2005:29) do próprio mundo.

No espaço virtual elaborado pelos programas 3D, não há a necessidade da visualização por meio dos princípios da perspectiva para representar o espaço tridimensional. Contudo, como lembra Plaza e Tavares "o nosso hábito de percepção realista (...) está ligado ao código da perspectiva com seu ponto de vista único e monocular" (PLAZA e TAVARES, 1998:53).

Este costume de ver na perspectiva o paradigma da representação do espaço foi incorporado pelos programas 3D ao utilizar-se as câmeras para representar a tridimensionalidade do objeto virtual. No texto **Espaço Navegável**, Lev Manovich esclarece que:

> num primeiro olhar, a tecnologia dos gráficos de computador a 3d parece ilustrar o conceito de Panofsky de espaço sistemático, que existe antes dos objetos que possa vir a conter. Com efeito, o sistema cartesiano de coordenadas está implementado no software de gráficos de computador e, por vezes, até no hardware. Um designer que crie um programa de modelagem depara-se habitualmente com um espaço vazio definido por uma grelha em perspectiva; o espaço está gradualmente preenchido pelos objetos criados. (...) O mundo intrínseco aos gráficos de computador é o espaço vazio da Renascença: o próprio sistema de coordenadas (MANOVICH, 2001:254)[26].

Embora o computador possa utilizar outros sistemas mais fidedignos de representação do espaço, "a interface padrão para o espaço em computador é a câmera virtual concebida a partir da câmera de filmar, e não a simulação da visão humana[27]" (MANOVICH, 2001:265), como enfatiza Manovich. O uso de câmeras para registrar um momento ou um percurso ao redor do modelo contribui na interação entre o criador e o espaço virtual. A visualização do espaço virtual utilizando a câmera aumenta a sensação do estar participando do espaço, na

[26] Este texto é parte do livro The Language of New Media e a sua tradução foi encontrada na Revista de Comunicação e Linguagens. Espaços. Tradução de Rita Nogueira Conde. Lisboa: Relógio D'Água, n .34 e 35, jun.2005, p.116.

[27] *Idem*, p. 124.

medida em que permite que o criador percorra o espaço como se estivesse andando dentro do próprio modelo. Ao ver o objeto no espaço virtual, o criador o manipula como se estivesse no espaço real.

Segundo Fragoso o uso da perspectiva no espaço digital não encontra amparo nem no paradigma sócio-cultural, nem no conhecimento científico, nem no campo da arte. Parece mais uma praxe, um hábito, uma aceitação sem questionamento ou reflexão (FRAGOSO, 2003:111). Desta forma, a perspectiva continua influenciando a forma de olhar o espaço, abdicando da potencialidade do meio digital que permite visualizar o espaço virtual por outros sistemas de representação, ampliando a percepção do próprio espaço virtual.

2.4.2. A relação do criador e o espaço virtual – observação, interação, imersão

Uma importante característica do meio digital, quando comparado ao suporte físico, é o fato de o criador do objeto virtual ter a possibilidade não só de observar, mas de explorar, manusear e recriar o modelo, visualizando-o em todas as direções, simultaneamente, por meio da interação e da imersão no espaço virtual.

No suporte físico, a representação do objeto tridimensional é estática, fazendo com que o criador necessite realizar uma série de desenhos nos vários sistemas de representação para poder demonstrar visualmente a peça, antes da sua execução. Mesmo quando um modelo

tridimensional é realizado no meio físico, este é apenas um elemento de mediação entre o objeto imaginário e os sistemas de representação.

Como apontou Manovich, "ao contrário do espaço humano, em que a verticalidade do corpo e a direção do horizonte são duas direções dominantes, o espaço no computador não privilegia nenhum eixo em particular[28]" (MANOVICH, 2001:262). Desta forma, o modelo gerado no espaço virtual, onde todas as direções são infinitas, permite ao criador superar a limitação da bidimensionalidade do suporte físico, se apropriando do objeto virtual e interagindo em todo o processo de criação e construção do modelo. A cada nova intervenção no modelo, o criador visualiza a atualização do objeto, realimentando o ato da criação e aproveitando essa experiência no desenvolvimento do próprio objeto virtual. O espaço virtual permite ao criador simular situações em tempo real, sem ter que refazer o objeto partindo do zero, na medida em que o modelo virtual "nos propõe escolhas múltiplas, possibilidades de voltar para trás e mesmo de multiplicações do instante em que um mesmo processo pode desenvolver-se de maneiras diferentes" (VENTURELLI, 2004:98), permitindo reproduzir o modelo e, a cada cópia, modificá-lo e compará-lo ao elemento criado anteriormente. Assim, o criador não repete os procedimentos mecânicos necessários para representar o espaço sobre o suporte físico. Ao duplicar o modelo, o criador desenvolve seu raciocínio a partir da cópia, cópia esta que carrega toda a informação do modelo precedente.

---

[28] *Idem ibidem*, p. 123.

No espaço virtual, dependendo dos dispositivos utilizados para entrada de dados como óculos e luvas sensoriais, é possível fazer com que o criador, além de interagir com o modelo, consiga imergir no espaço virtual por meio da Realidade Virtual. Como explicou Suzete Venturelli, o uso da Realidade Virtual tem procurado aproximar o criador do objeto virtual, onde o corpo humano percebe o espaço por meio de "equipamentos de conexão (que) permitem tornar híbridos nossos sentidos com as experiências sensoriais" (VENTURELLI, 2004:103). O uso destes dispositivos faz com que o criador, ao se deslocar no espaço real, visualize o movimento do objeto virtual, fazendo com que "as informações não sejam estáticas, mas respondam aos gestos, às palavras e a todo tipo de meio de entrada de dados" (VENTURELLI, 2004:102), ampliando a sensação de imersão no espaço virtual.

Ao permitir soluções que vão além dos limites impostos pelo suporte físico, o espaço virtual possibilita ao criador desenvolver novas possibilidades de percepção do espaço a partir da interação e da imersão no espaço virtual. O modelo, no espaço virtual, perde o caráter de uma mera representação gráfica, para compartilhar das várias dimensões "que já não são apenas físicas, mas perceptivas e comunicantes" (FERRARA, 2007b:18), permitindo ao criador vivenciar o espaço virtual. Espaço este que não é simplesmente o suporte onde está localizado o modelo, mas é o meio que potencializa a relação do criador com a criação e com o incremento do objeto virtual.

2.4.3. O plano de quadro e a janela de visualização

Na Perspectiva Renascentista, a visualização da representação do espaço tridimensional é realizada através do plano de quadro. Este se comporta como uma janela através da qual o espaço representado é observado, selecionado, confinado, fixado sobre o plano bidimensional. O criador determina um ponto de referência e o campo limite ao redor deste referencial, privilegiando, desta forma, a porção de espaço a ser representada e dando significado ao espaço representado. Como janela, o plano de quadro faz a mediação entre o criador e o objeto a ser representado, possibilitando ao criador a sensação de continuidade do espaço representado para além dos contornos da janela. Contudo, depois de escolhido o referencial e o limite da janela de visualização, o criador é incapaz de representar o que está para além do plano de quadro. Como afirma Eduardo Jacob: "a perspectiva do renascimento é o ponto de vista do observador (criador) controlando uma visualidade centralizada" (JACOB, 2007:93).

Na linguagem computacional, o termo janela está relacionado aos recursos gráficos utilizados pela interface dos programas que dando acesso às informações contidas na memória do computador e/ou no ciberespaço. No ciberespaço, em virtude do caráter multidimensional do espaço virtual, onde o espaço não tem limites e os percursos parecem labirínticos, as janelas facilitam a navegação do usuário por entre as páginas dos sites na busca incessante pela informação.

Ao observar o espaço virtual pelas janelas de visualização dos programas 3D, a tela do computador funciona como uma película de divisão entre o espaço real e o espaço virtual. Apesar desta barreira física própria do equipamento, a interface do programa 3D permite abrir várias janelas, através das quais o criador pode interagir com o modelo, alterando sua estrutura, dimensionamento, textura, dentre tantos outros modificadores. Diferentemente da perspectiva renascentista, a janela virtual permite ao criador alterar inúmeras vezes o ponto de referência para a visualização do modelo, podendo observar o objeto virtual por todos os lados. Como a imagem gerada pelo modelo virtual é uma imagem vetorial, que não está vinculada ao *pixel* da tela, a janela de visualização do programa 3D permite ampliar ou diminuir o campo visual, permitindo uma maior aproximação do criador ao objeto virtual, sem que este perca qualidade visual.

Embora o termo janela tenha um "caráter bidimensional pelo fato de ser um recorte/buraco na parede plana que tem o poder de aprisionar imagens e porções do espaço" (CARAMELLA, 2007:222), a janela de visualização dos programas 3D funciona com uma abertura dinâmica para o espaço virtual, visto que ela permite ao observador alterar em tempo real não apenas as características formais do objeto virtual, mas também movimentar o modelo no espaço virtual, ampliando a capacidade de compreensão do objeto em virtude da possibilidade infinita de alteração do referencial. A janela virtual não privilegia um plano de observação em detrimento de outro, visto que a interface gráfica do programa admite dividir a tela, apresentando todas as visuais necessárias para melhor apresentar o objeto virtual nas várias *viewports*, simultaneamente, podendo, desta forma, registrar a multidimensionalidade do espaço virtual.

A interface dos programas 3D e o plano de quadro da perspectiva renascentista têm em comum o uso do termo janela para identificar a abertura do campo de visualização de um determinado espaço. No entanto, em virtude da diferenciação existente entre o suporte físico da perspectiva e o suporte digital dos programas 3D, o termo janela usado no lugar de plano de quadro no sistema perspectivo é potencializado no uso das janelas de visualização do espaço virtual.

2.4.4. O objeto virtual/o objeto real

O espaço real é caracterizado pelo paradigma da territorialidade, do limite, do físico, do material, da linearidade do tempo, enquanto o espaço virtual permite a ubiqüidade de múltiplos espaços, a imaterialidade: nele não há distâncias, mas relações entre semelhanças e diversidades (FERRARA, 2007c:28 e 29).

O novo modelo espacial gerado a partir do uso das tecnologias digitais estabelece uma nova condição do espaço, onde a circulação deixa de ser física para se estabelecer entre os links do ciberespaço. Ao navegar um espaço multidimensional, o usuário se permite percorrer um labirinto de informações que não têm um ponto de partida ou de chegada, visto que o ciberespaço não tem perímetros, nem fronteiras: "o local torna-se independente do lugar físico e inaugura-se, no mundo, uma outra realidade desterritorizada" (FERRARA, 2002:68). Para Manovich, o espaço virtual dos programas 3D, apesar de ter uma aparência perspectivada pela visualização das câmeras, é formado por inúmeros elementos autônomos que caracterizam um

espaço descontínuo, onde fica a critério do usuário relacionar as varias informações (MANOVICH, 2001:257). Este espaço descontínuo permite que a noção de tempo tenha outra conotação: "o tempo computacional (...) é mais o tempo do evento, de causas e efeitos, de instantes infinitos e de durações simultâneas. O tempo, desse modo, é reversível, sem presente, passado e futuro, podendo recomeçar sempre" (VENTURELLI, 2004:100).

O objeto virtual se caracteriza por ser um elemento que não necessita da materialidade do meio físico, tendo sua existência vinculada aos avanços tecnológicos transmitidos pelos meios digitais. Quando comparado ao objeto real, o objeto virtual não está condicionado às leis intrínsecas do espaço físico, como a materialidade, o território e as forças da gravidade, entre outras, que são elementos determinantes na relação do objeto com o ambiente real. Sem as limitações do meio físico, o objeto virtual simula tanto os objetos reais como objetos que têm sua existência atrelada ao espaço virtual, visto que a sua condição intangível não permite a sua realização no ambiente real, existindo apenas na memória do computador.

Para Arlindo Machado,

> o que nós construímos numa memória de máquina são objetos, objetos de verdade, que podem ser inclusive tridimensionais, como uma escultura. A única diferença em relação aos objetos convencionais da experiência cotidiana é que os objetos informáticos são imateriais e só existem numa dimensão virtual, a das expressões matemáticas. (MACHADO, 1993: 60).

Deste modo, podendo existir sem ser concretizado fisicamente, o objeto virtual é, na verdade, auto-referente, ou seja, não necessita de uma referência para existir, sendo o sustentáculo da própria imagem. A partir do objeto virtual não há um distanciamento entre o objeto e o seu registro, o que permite a alteração de um, ser, simultaneamente, atualizado no outro, enquanto no objeto real a cada alteração é necessária nova representação. Para Weissberg "o objeto virtual se comporta como o modelo ideal do objeto real" (WEISSBERG, 1993:119), visto que a facilidade com que o objeto virtual se atualiza, permite novas soluções ao próprio objeto e, conseqüentemente, uma nova percepção do espaço por meio do questionamento dessas novas possibilidades fatíveis ou imaginárias (FERRARA, 2002:62- 63) que são estimuladas pela criação, manipulação e recriação do objeto virtual.

No objeto real, a representação é uma imagem que se coloca no "lugar de", mas que não pertence ao próprio objeto e, portanto, independe da sua existência, enquanto que a representação do objeto virtual faz parte do próprio objeto, alterando o caráter da representação, na medida em que ela só existe a partir do próprio objeto virtual.

Capítulo 3

Geometria e o ensino da representação do espaço

Capítulo 3

3. Introdução

No terceiro capítulo será analisada a importância do ensino de geometria, aliado ao uso de meios computacionais, para a formação dos alunos do curso de Digital & Virtual Design. O ensino da representação do espaço com o uso de instrumentos tradicionais e do computador, com os programas gráficos 3D, será apresentado, expondo-se o desenvolvimento da representação nos cursos de arquitetura e design. O curso de Digital & Virtual Design foi escolhido para apresentar a importância do ensino da geometria para o desenvolvimento profissional do designer que irá trabalhar com espaços virtuais, destacando-se o perfil do aluno e do professor. Para elucidar a aplicação da disciplina de Geometria no desenvolvimento profissional do designer, serão apresentados os exercícios realizados ao longo da disciplina de Geometria dos Sólidos, ministrados no curso de Digital & Virtual Design. O objetivo deste capítulo é mostrar que o ensino dos conceitos geométricos pode ser potencializado com o uso dos programas 3D.

3.1. O ensino da representação do espaço antes do uso do computador

Antes do uso do computador, o ensino da representação era centrado na compreensão dos sistemas de representação, no manuseio de instrumentos e na normalização da linguagem gráfica.

A disciplina de Geometria Descritiva, por meio dos exercícios de aplicação dos sistemas de projeção, desenvolvia o raciocínio geométrico para que o aluno pudesse representar o objeto tridimensional sobre o plano bidimensional do papel. Os sistemas de projeção eram utilizados para esclarecer o objeto tanto no desenho de croqui como no instrumentado, sendo que os diferentes sistemas de projeções estudados na disciplina capacitavam o aluno na escolha do sistema a ser utilizado para representar o objeto imaginário de forma mais elucidativa possível.

Idealizada a peça, era iniciada a representação do projeto por meio de desenhos de croqui, nos quais o aluno rapidamente esboçava suas primeiras idéias. Este primeiro contato com a representação era um diálogo entre o aluno e o objeto a ser criado, permitindo a representação e a visualização gráfica do objeto imaginário. Em seguida, o aluno iniciava os desenhos rigorosos, dimensionando as partes constituintes do objeto. Este trabalho normalmente era realizado com a aplicação da projeção ortogonal diédrica no estudo das vistas superior e laterais e cortes do objeto a ser criado. Este sistema, como analisado no capítulo 2, apresentava as faces do objeto em desenhos independentes, que continham informações relacionadas entre si, ou seja, ao se fazer uma alteração em uma vista era necessário verificar todos os demais desenhos referentes à peça. As projeções axonométricas ou cavaleiras eram utilizadas para visualizar mais de uma face do objeto ao mesmo tempo, privilegiando o objeto desvinculado do seu entorno, enquanto as perspectivas davam uma noção da relação do objeto inserido no espaço tridimensional.

Aliada à disciplina de Geometria, a disciplina de Expressão e Representação de Projeto tinha os objetivos de conscientizar o aluno sobre a importância do rigor na elaboração do desenho gráfico e apresentar a normalização da linguagem gráfica e a utilização de instrumentos de precisão. Estas duas disciplinas trabalhavam em conjunto para capacitar o aluno no uso de instrumentos e métodos para a representação gráfica do objeto a ser criado.

Contudo, como comentou o professor Wilson Florio[1], todas as disciplinas do curso de arquitetura e design se preocupavam com a representação gráfica do desenho, tanto no uso adequado dos instrumentos como no emprego apropriado dos sistemas de projeção.

Os processos de representação utilizados sobre o plano bidimensional exigiam do aluno um alto grau de abstração para compreender a relação entre a imagem gerada pelos sistemas de projeção e o objeto tridimensional a ser criado. Segundo Rivka Oxman, "estes processos refletiam a ação, enfatizando a interação do designer com o problema de representação, característica do design como processo de recepção (percepção), reflexão (interpretação) e reação (transformação)" (OXMAN, 2007:101).

Tanto o uso dos instrumentos quanto a compreensão dos sistemas de projeção criaram uma hierarquia dentro dos escritórios de arquitetura e design, onde o aluno aplicava os conhecimentos adquiridos em sala de aula. Nessa hierarquia, o estagiário iniciava sua atividade

[1] Ver no anexo a entrevista concedida por Wilson Florio.

profissional como copista, desenvolvendo a qualidade gráfica do desenho, mas o desenhista, além de usar corretamente os instrumentos, precisava saber empregar os sistemas de projeção nos desenhos de projeto, sempre partindo de desenhos elaborados previamente pelo projetista, e este empregava o uso dos sistemas de projeção realizando novos desenhos de apoio ao projeto criado pelo arquiteto. Nestas várias fases do projeto, desenvolvidas dentro dos escritórios de arquitetura e design, é possível perceber o uso do desenho como instrumento de representação e como interlocutor de uma idéia, ou seja, antes do uso dos computadores "era o desenho manual (à mão ou instrumentado) que comandava o processo" (AMORIM, 2009: s/p).

3.2. O ensino da representação do espaço com o uso do computador

O computador e todos os seus periféricos, ao promover uma ampliação das capacidades cognitivas do homem, ocasionaram uma mudança no paradigma do pensamento, alterando a forma do homem se relacionar com a informação e modificaram profundamente as relações existentes nos vários aspectos relacionados à cultura contemporânea (RAHIM, 2006:10). Um exemplo é a estrutura do ciberespaço, descrita no capítulo 1, que permite que a informação circule por diversos caminhos, não existindo um único fio condutor, mas ramificações que se inter-relacionam. Desta forma, o aluno das áreas de arquitetura e design utiliza o computador não apenas como um instrumento para digitalizar, armazenar ou compartilhar dados, mas como um meio de exploração da sua capacidade criativa, potencializando novas soluções de projeto.

Numa primeira fase, os programas gráficos foram utilizados apenas com um substituto do processo tradicional de desenho, trocando os esquadros e compassos pelas ferramentas eletrônicas, procurando acelerar o processo de representação. Yehuda Kalay destacou que, exatamente como acontecia sobre o papel, o computador como suporte do desenho não fazia parte do processo de criação, ou seja, se o projeto contivesse um erro, este não seria identificado, a não ser manualmente, pelo próprio arquiteto (KALAY, 2004:75).

Para Rivka Oxman, a definição dos modelos digitais "pode servir com um começo para o design de exploração" (OXMAN, 2007: 111). Os avanços nessa área permitem que o uso do computador interprete os dados fornecidos pelo modelo e apresente informações sobre interferências que o modelo poderá sofrer em determinada situação, permitindo ao autor, assim, decidir as modificações relacionadas às necessidades do projeto (KALAY, 2004:76).

Dentro da área de representação do projeto, os programas gráficos potencializaram a capacidade de visualização do objeto. Como assinalou Kalay, comparando o computador a "outros instrumentos, como um telescópio e microscópio, os computadores podem ajudar os designers a ver o que não poderia ser visto a olho nu" (KALAY, 2004:75). Além de visualizar o modelo, o computador "tem a habilidade de trocar informação entre colaboradores" (KALAY, 2004:76), possibilitando a troca de informação entre todos os implicados no processo, desde o designer até o cliente, passando por toda a equipe de projeto até a construção. Nesse sentido, Kalay enfatiza que o "ciberespaço está se tornando uma extensão da nossa existência física e temporal (...) construindo lugares habitáveis no espaço imaterial" (KALAY, 2004:80),

proporcionando o exercício de procedimentos que estão revolucionando a atuação da própria atividade de projeto de arquitetos e designers.

Segundo Kalay, o uso dos programas gráficos possibilitou um incremento no nível de abstração, diminuindo a distância entre a representação e o objeto representado e desenvolvendo a inter-relação das informações do projeto, o gerenciamento da manipulação de informações complexas, a visualização realística produzida artificialmente, a verificação de agentes externos ao projeto e o compartilhamento da informação (KALAY, 2004:179). Para Rivka Oxman, as facilidades computacionais promovidas pelos programas 3D inovaram as características formais da arquitetura e do design, estabelecendo as bases do desenvolvimento do processo de criação, execução, produção e construção (OXMAN, 2005:234). Estas relações, promovidas pelo uso do computador na atividade profissional dos arquitetos e designers, jamais puderam ser realizadas por outros meios de comunicação.

Os desenhos sobre o suporte bidimensional, realizados com os instrumentos tradicionais, como vistas superiores e elevações ou mesmo perspectivas, de certa forma, omitiam uma série de informações visuais se comparados ao uso dos programas gráficos. Na experiência apresentada por Nada Bates-Brkljac para a compreensão da imagem tridimensional, é fundamental considerar três aspectos: a correlação da representação com o objeto real, da escala utilizada até o ponto de visão escolhido, o realismo aproximando a imagem representada ao seu aspecto no mundo real ou similar e o teor de abstração da imagem, refletindo o nível de detalhamento apresentado (BATES-BRKLJAC, 2008:4). Desta forma, a imagem gerada

pelos programas 3D, mesmo sendo visualizada pelos mesmos sistemas de projeção necessários sobre o suporte tradicional, permite a introdução de informações como textura, iluminação e referência de localização, que aproximam o arquiteto ou designer do objeto a ser criado (KALAY, 2004:89).

Rivka Oxman explicou que as primeiras teorias de design digital estavam fundamentadas no conceito construtivista, onde o design era gerado sob as leis da geometria euclidiana. Esse conhecimento mudou em virtude da mediação digital da realização do projeto. Com o crescimento cultural houve a necessidade de reconsiderar a base teórica e relacionar o conhecimento e os métodos de design em relação às tecnologias digitais. De acordo com este pensamento é necessário repensar a educação do design (OXMAN, 2007:100). Nesse sentido, o uso dos programas gráficos 3D alterou o processo de registro do objeto na medida em que estes incorporaram os processos e métodos de desenho utilizados pelos meios tradicionais de representação, ampliando a capacidade de expressão e representação do projeto. Como argumenta Ali Rahim, superada a fase de adaptação às ferramentas gráficas do programa, descobrindo seus limites, o aluno passa a desenvolver técnicas mais avançadas, que permitem a modelagem de elementos específicos para a elaboração de novas formas (RAHIM, 2006:13), sendo capaz de elaborar o modelo e, ao mesmo tempo, visualizar pelas *viewports* a sua representação gráfica pelos sistemas de projeção apresentados no capítulo 2.

Dentro da disciplina de Geometria o uso do computador vai além dos conhecimentos da geometria descritiva. Como relatou Wilson Florio[2], o processamento de dados realizados pelo computador, utilizando a geometria topológica[3], possibilitou o desenho de curvas contínuas que dificilmente poderiam ser representadas pela geometria euclidiana (Fig. 32).

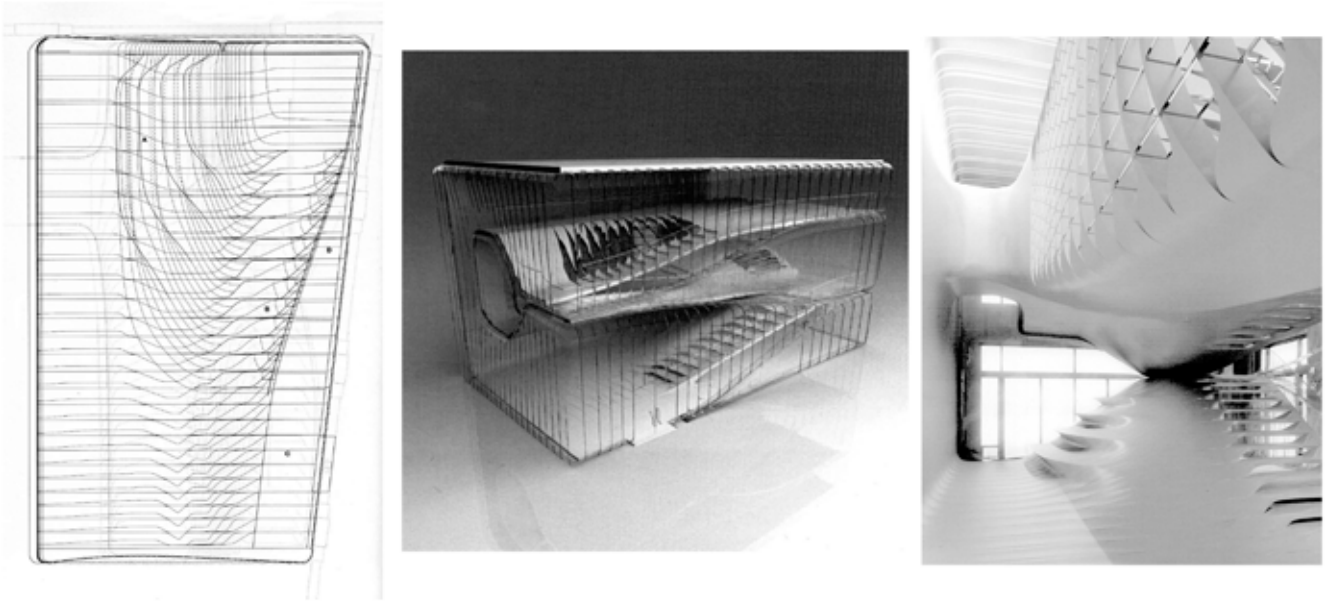


Figura 32 - Reebok Flagship Store, projeto do arq. Ali Rahim. RAHIM, Ali. Catalytic formations: architecture and digital design. New York: Taylor & Francis Group, 2006 .

[2] Ver no anexo a entrevista concedida por Wilson Florio

[3] "Topologia é um ramo da geometria preocupado com as propriedades intrínsecas das figuras geométricas que permanecem inalteradas após serem torcidas, esticadas e encolhidas" (FLORIO, 2005:161).

Ali Rahim enfatizou que as ferramentas disponibilizadas pelos programas gráficos, além da representação gráfica do projeto, auxiliam nas técnicas de criação de formas dinâmicas em arquitetura. Ao permitir a construção de formas complexas utilizando a geometria topologia, os avanços computacionais inovaram o processo construtivo interagindo todas as informações envolvidas no projeto (RAHIM, 2006:03).

Figura 33 - *The Bubble*", Pavilão da BMW, do arquiteto Bernhard Franken Disponível em: <http://www.franken-architekten.de/index.php?pagetype=projectdetail&lang=de&cat=3&param=cat&param2=21&param3=0&>. Acesso em: 04 jun 2009.

O estudo de projetos envolvendo formas complexas incluindo a hiper-conexão ou modelos de topologia complexa, segundo Rivka Oxman, seria difícil de serem representados no período pré- design digital (OXMAN, 2007:104). Um exemplo dessa arquitetura é o pavilhão da BMW, chamado *The Bubble* do arquiteto Bernhard Franken (Fig.33), em Frankfurt, teve como partido o congelamento da fusão de duas gotas de água; como relatou Nardelli, "este projeto só foi possível por causa do uso do meio digital" (NARDELLI, 2009:s/p), visto que nesta obra não havia uma padronização das peças, pois cada uma delas era única.

Deste modo, para a realização do pavilhão, cada parte da estrutura só pôde ser construída porque as informações para a sua realização foram digitalizadas e enviadas diretamente para a máquina de corte. Com a introdução dos programas gráficos, que

possibilitaram a concepção de formas complexas, o grande desafio foi desenvolver tecnologia que viabilizasse a elaboração destes novos processos construtivos. William Mitchell explicou que a introdução do sistema CAD/CAM[4] permitiu aos arquitetos explorar novas formas, realizando de maneira eficiente a produção física destas peças para os projetos de arquitetura (MITCHELL, 2003:viii).

Para Claudio Soares, a tecnologia computacional não exerce somente a função de uma máquina de desenhar, pois os "programas CAD fazem muito mais do que desenhar. São verdadeiros bancos de dados de projetos" (SOARES, 2009:s/p) que permitem o gerenciamento da obra como um todo. Sobre este assunto, Eduardo Nardelli enfatizou que "a tecnologia está muito a frente, permitindo, por exemplo, conceber formas a partir do processamento de dados, utilizando a capacidade e a velocidade do computador de automatizar essas informações" (NARDELLI, 2009:s/p). Os programas 3D ampliaram a capacidade de gerenciamento das informações do projeto, integrando ao modelo as informações projetuais, os dados técnicos, os custos, os seus processos construtivos, as interferências ambientais, dentre outros. Para Rahim, as novas tecnologias reinventaram a prática projetual, alterando o processo de concepção do objeto no espaço tridimensional do computador, na medida em que a informação do modelo em 3D elucida muito mais sobre os detalhes do projeto do que os dados fornecidos pelo suporte bidimensional do papel. (RAHIM, 2006:13).

---

[4] CAD/CAM – *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing.*

Nos cursos de Arquitetura e Design é fundamental que aluno possa desenvolver seu processo criativo utilizando essa nova tecnologia computacional, integrando os saberes da representação tradicional à capacidade de processamento dos computadores. Neste sentido, os programas 3D incrementam as aulas de Geometria e de Expressão e Representação de Projeto na medida em que, além de possibilitarem a visualização simultânea do modelo pelos sistemas de projeção, facilitando a compreensão do aluno sobre as partes que compõem o objeto e a sua representação, disponibilizam ferramentas que permitem a exploração de novas e diferentes formas, enriquecendo o seu repertório projetual. Ao utilizar-se os programas 3D, o conteúdo da disciplina deixa de ser aplicado de forma abstrata, como acontecia com os meios tradicionais, onde o aluno tinha dificuldade para compreender o objeto tridimensional sobre representações bidimensionais, permitindo-se uma aplicação direcionada aos ensinamentos da geometria espacial, na medida em que o objeto é trabalhado dentro de um ambiente tridimensional. Como argumenta Claudio Soares[5], o uso do computador possibilita concentrar os conceitos fundamentais da geometria relacionados ao projeto, retirando do processo procedimentos repetitivos e mecânicos que em nada contribuem para o desenvolvimento intelectual do aluno.

3.3. O curso de Design Digital & Virtual

O curso de Design Digital & Virtual do IED, Istituto Europeo di Design, que iniciou suas atividades em São Paulo no ano de 2005, procura formar profissionais direcionados

[5] Ver no anexo a entrevista concedida por Claudio Soares.

ao exercício de atividades na área de multimídia[6]. Para o coordenador, Eugenio Scoletta[7], o curso procura formar profissionais híbridos, capazes de atuar profissionalmente com qualquer aspecto do mundo digital. O objetivo do curso é desenvolver profissionais capazes de integrar as competências inerentes às três importantes áreas no desenvolvimento do designer de Digital & Virtual: a animação, a edição de vídeo e a interatividade, desde a *web* até os recursos usados na vida real, como o *mobile*, instalações interativas e tridimensionais.

O curso de Digital & Virtual Design, em virtude da sua abrangência dentro da área do conhecimento e dos avanços tecnológicos, tem uma capacidade de auto-renovação que lhe

---

[6] "O Digital & Virtual Design é um profissional especializado na criação de projetos de avançado conteúdo tecnológico, difundidos principalmente por meio de sistemas digitais (computador ou rede) e caracterizados pelo emprego de multimídia. O nascimento da chamada *new mídia*, baseado na hipermídia e na interatividade, exige profissionais criativos que interajam, em estreita conexão com arte e ciência. A comunicação visual permanece em posição central e, por isso, exige habilidades voltadas à experimentação das potencialidades dos novos meios de comunicação, utilizando a tridimensionalidade, a progressão temporal, os efeitos sonoros e cinéticos. O campo de trabalho do Digital & Virtual Design é muito amplo. Entre as diversas funções que ele exerce estão: comunicação online (*web*) e off-line (CD e DVD); área de criação em publicidade, projetos temáticos, videogames etc. As possibilidades de trabalho se estendem às empresas e aos estúdios que operam numa reconversão do sistema produtivo ou desenvolvem a comunicação no âmbito das redes telemáticas (internet/intranet). O curso propõe, durante os três anos, o desenvolvimento de três áreas de projetos: modelagem e animação tridimensional, realizada com a aplicação de diversos níveis e para diversos contextos, da criação de objetos e ambientes ao *character animation*; montagem de vídeo digital (*editing*), que integra elementos de linguagem e conhecimento sob várias plataformas e aplicações; *interaction* design, que fornece elementos tecnológicos para a idealização e o desenvolvimento de projetos e programas para CD, DVD e internet." Sinopse do curso de Digital & Virtual Design IED/SP. Disponível em: http://www.iedbrasil.com.br. Data do acesso: 06 dez 2008.

[7] Ver no anexo a entrevista concedida por Eugenio Scoletta.

permite ter um programa educacional versátil, dinâmico, inovador, atualizável, o que atribui a ele um caráter de vanguarda e direcionador de tendências. O curso está em constante atualização. No momento, as atividades didáticas de pesquisa estão concentradas na aplicação de *Video Mapping*, tecnologia que permite mapear áreas determinadas em um objeto ou uma área, como a fachada de um prédio, criando ilusões óticas. Este dinamismo no aprimoramento dos conteúdos programáticos frente aos avanços tecnológicos permite ao Digital & Virtual Design ser contemporâneo e buscar soluções de ponta para todos os projetos que necessitam dos meios tecnológicos como ferramenta de trabalho.

Como declarou Eugenio Escoletta, o curso Digital & Virtual Design não está focado em uma atividade específica, ou seja, o aluno não é formado para fazer *games* ou animações, mas estes são produtos derivados da compreensão que ele desenvolve com o uso de várias tecnologias. O objetivo é criar interação no uso das tecnologias de forma inovadora, fazendo o aluno pensar como é possível desenvolver trabalhos integrando o vídeo e a animação, por exemplo, e ao mesmo tempo formar um profissional apto a articular suas idéias com profissionais de outras áreas de atuação, envolvidos em um projeto, tais como profissionais do marketing, programadores e engenheiros, dentre outros.

No curso de Digital & Virtual Design, os conteúdos relacionados à área Digital investigam assuntos relacionados à linguagem e a interatividade propiciada pela tecnologia, enquanto os conteúdos de Virtual estudam o espaço virtual, o seu comportamento, potenciali-

dades e visualização, permitindo a integração dos espaços físico e digital, por meio dos avanços tecnológicos.

3.4. A importância do conhecimento geométrico para a solução de problemas construtivos

O estudo da geometria tem como característica o desenvolvimento do raciocínio espacial, ao empregar as propriedades métricas, os elementos formais e o pensamento lógico, herdados da matemática, no aprofundamento da observação, da identificação e da compreensão do espaço e dos objetos tridimensionais. Os conteúdos relacionados à disciplina de Geometria habilitam o estudante no desenvolvimento de suas capacidades mentais, visando o incremento da visualização prévia do espaço e dos objetos a serem criados, bem como a compreensão do ato de representar graficamente o pensamento visual de forma sistêmica.

No Brasil, a disciplina de Geometria, nos níveis fundamental e médio, fica vinculada aos conteúdos da disciplina Matemática, onde, segundo Almouloud e Mello, o professor não tem bases suficientes na sua formação para ministrar os conceitos fundamentais do pensamento geométrico (ALMOULOUD e MELLO, 2000:01), aplicando um "pseudo-aprendizado[8]"

[8] A expressão "pseudo-apredizado" foi utilizada com a intenção de mostrar que o ensino dos fundamentos da geometria nos anos precedentes ao ingresso na universidade, na maioria dos casos, é improdutivo na medida em que o aprendizado fica limitado à Matemática na memorização de fórmulas de área e de volume da figuras básicas, desvinculado-se do desenvolvimento do raciocínio espacial e fazendo com que o aluno ingresse no ensino superior com uma formação muito precária nesta área do conhecimento.

por meio do acúmulo de informação e da memorização de fórmulas, abdicando da oportunidade de proporcionar ao aluno o desenvolvimento do raciocínio dedutivo e da compreensão visual do espaço.

O estudo da geometria promove nos estudantes a habilidade compreender, previamente, o espaço e os objetos a serem criados, favorecendo o desenvolvimento da sua capacidade de fazer relações mentais por meio das noções de medidas, localização, posicionamento, rotação, deslocamento, escalas e representação, originadas pela observação de elementos visuais. Os conteúdos da disciplina não são somente uma parte do conhecimento a ser abordado pela Matemática de forma teórica, estática e contemplativa, visto que aquela é parte integrante do desenvolvimento cognitivo do aluno para o levantamento de dados formais do espaço, a experimentação visual de soluções de problemas espaciais e a exploração do registro gráfico dos objetos bi e tridimensionais, promovendo a organização espacial do mundo em que vivemos. A integração dos conhecimentos gerados pelo estudo dos conceitos geométricos às demais disciplinas do ensino fundamental e médio deveria ir além da matemática, como por exemplo, associando-se às disciplinas Educação Artística, Geografia, e Física, o que proporcionaria ao aluno um enriquecimento no seu processo de aprendizagem, ampliando sua capacidade criadora, sua compreensão do espaço e o desenvolvimento do seu senso crítico e interpretativo sobre o meio em que vive, aplicando os conceitos teóricos da geometria em soluções práticas relativas ao seu cotidiano.

Nos cursos superiores de Arquitetura, Design e Artes, o estudo da geometria está diretamente ligado ao desenvolvimento da atividade profissional a ser realizada pelos alunos abrangidos por estas áreas do conhecimento, sendo ela considerada uma disciplina básica na formação destes estudantes. Luigi Cocchiarella explica que para realizar a representação de um projeto é necessário ter conhecimento de diferentes soluções geométricas relacionadas aos sistemas de representação gráficos, possibilitando a representação de espaços reais e/ou imaginários. Na opinião do autor, "a fase «criativa» só é possível porque a Geometria e o Desenho são ambos, historicamente, ferramentas conceituais e práticas e, portanto, elas nos dão suporte para (o registro) da nossa percepção, imaginação e vivencia do espaço real, permitindo o contato entre a teoria e a prática, mesmo antes da idéia espacial começar a ter forma definida na mente" (COCCHIARELLA, 2006: 3). Assim, na formação dos arquitetos e designers é de primordial importância que os alunos do ensino superior tenham conhecimento dos fundamentos geométricos, propiciando-se a eles o embasamento teórico necessário à investigação das soluções para as diferentes questões espaciais inerentes ao objeto de estudo relativo a cada área. Nos últimos tempos, os alunos que entram para o ensino superior sofrem de uma carência, em sua formação educacional, dos conteúdos básicos que competem ao desenvolvimento intelectual na compreensão do espaço e da sua representação gráfica. Desta forma, a Geometria, dentro dos cursos superiores, atua no desenvolvimento da integração dos conceitos geométricos respectivos à área de atuação profissional escolhida pelo aluno, na representação gráfica da imagem do projeto. Contudo, na maioria dos casos, a disciplina acumula os conteúdos inerentes à disciplina Desenho Técnico e necessita, simultaneamente, sanar as deficiências

relativas à falta de conhecimento dos conceitos geométricos básicos, sem os quais o estudante não terá condições de desenvolver adequadamente os projetos referentes à sua área.

3.5. A disciplina de Geometria dos Sólidos do curso de Digital & Virtual Design

Desde a primeira turma do curso ministrado em São Paulo, a disciplina de Geometria dos Sólidos procura desenvolver o raciocínio geométrico espacial nos alunos, por meio de exercícios de aplicação dos Sistemas de Projeção Paralelo e Cônico, utilizando o programa gráfico 3D Studio Max como instrumento para a representação gráfica do espaço tridimensional. O conteúdo programático desta disciplina contém o estudo do desenho geométrico para análise e planejamento dos objetos tridimensionais, enfatizando a normalização da linguagem do desenho, as construções das figuras geométricas básicas – planos e superfícies, polígonos regulares e circunferências – e a introdução aos sistemas de projeção ortogonal e cônico, destacando a aplicação das projeções axonométrica, de dupla projeção ortogonal e perspectiva. Seu objetivo é transmitir os conceitos geométricos para a compreensão e a construção do espaço tridimensional, o que será necessário para o desenvolvimento dos trabalhos na área de *games* e edição de vídeos.

Ao longo da disciplina, o aluno é estimulado a trabalhar a representação do projeto em desenhos à mão livre, croquis das peças a serem executadas, desenhos em programas 2D, como o *Adobe Illustrator*, e desenhos obtidos a partir da modelagem de objetos tridimensionais, utilizando o programa gráfico 3D *Studio Max*, procurando destacar as potencialidades entre o

registro gráfico realizado pelos meios tradicionais e pelos meios digitais. Desta forma, o aluno percebe a importância de conjugar os conhecimentos gerados pelos dois meios para o enriquecimento do seu processo criativo e da valorização do registro das suas idéias.

A metodologia utilizada promove a introdução teórica do tema a ser estudado e a apresentação de um caso/problema como método de motivação para a investigação e pesquisa do conteúdo proposto. Os exercícios práticos visam desenvolver a capacidade de apreender os conhecimentos teóricos do estudo geométrico, à sua relação na área do Design. Os casos/problemas apresentados como estímulo para a aprendizagem têm graus de dificuldade diferenciados e gradativos a fim de promover um enriquecimento da utilização da geometria, aliada aos programas gráficos, na formação do designer Digital & Virtual[9].

3.6. O aluno informatizado

O ensino tradicional de geometria procurava desenvolver o raciocínio espacial do aluno, utilizando os princípios dos sistemas de projeção, ao representar objetos tridimensionais sobre o plano bidimensional. O estudo dos elementos geométricos demandava, por parte do aluno, uma compreensão do espaço por elementos abstratos como o ponto, as retas, os planos e suas relações espaciais. Deste modo, os alunos encaravam a disciplina como pertencente a uma área do conhecimento com alto grau de dificuldade, na medida em que lhes solicitava não

[9] Os exercícios realizados na disciplina de Geometria dos Sólidos serão apresentados no item 3.11 deste capítulo.

somente a abstração do raciocínio espacial, como também uma memória visual para detalhar cada face do objeto, nos diversos tipos de projeção, como o explicado no capítulo 2. Com o uso dos meios tradicionais de desenho, os alunos primeiro dominavam os métodos construtivos da linguagem do desenho para depois registrar, visualizar e comunicar suas idéias, visto que o uso do desenho sobre o papel era o meio de comunicação entre o conceito e o processo de construção (OXMAN, 2007:101).

Em virtude da experiência em ambientes virtuais, o aluno que chega aos cursos de arquitetura e design tem uma percepção do espaço ampliada, na medida em que a navegação no ciberespaço e a utilização de *videogames*, por exemplo, o remetem para uma realidade diferente da vivenciada no espaço físico.

Segundo Rivka Oxman, o aluno trabalha sobre o papel com as linhas que formam a representação do projeto, enquanto que sobre o suporte digital ele se relaciona diretamente com o modelo, o que altera completamente o processo cognitivo de desenvolvimento do projeto (OXMAN, 2005:243). O uso dos meios digitais não alterou apenas o instrumento de desenho, mas as bases teóricas do design, ao abandonar o conceito estático da forma para valorizar o dinamismo do desenvolvimento formal do projeto (OXMAN, 2005:249). Assim, emerge uma nova tendência dentro da teoria do design na medida em que as formas produzidas pela tecnologia digital muitas vezes definem as bases do modelo (OXMAN, 2005:250).

O emprego dos programas 3D, que incorporou os processos e as técnicas de representação do espaço, possibilitou uma nova forma de pensar o projeto, permitindo aos alunos visualizar o modelo simultaneamente à representação do objeto. E, a partir do modelo, retirar todas as informações necessárias para a sua execução, inclusive o registro gráfico dos sistemas de projeção. No dizer de Nardelli, "o aluno visualiza o projeto em determinadas etapas que não necessitam mais serem desenhadas, como no período pré-computador" (NARDELLI, 2009:s/p).

Um exemplo citado pelo professor é o uso do programa *Revit Architecture*, onde o aluno, ao clicar no ícone da parede, define a altura e a espessura. Desenhada a parede, o aluno pode inserir aberturas, como portas e janelas, com materiais variados, porque o *mouse*, ao passar sobre a peça, reconhece que é uma parede e permite a introdução do elemento desejado. Nardelli explica que o aluno projeta um modelo, e ao mesmo tempo consegue fazer inserções no projeto, avaliando suas possibilidades. Como o programa modela em 3D, o software automatiza a representação nas projeções ortogonais. Ao inserir os elementos, como janelas e portas, todos são cotados e ao final é possível gerar um relatório com o número de peças utilizadas, seu material, dimensão, enfim, com todas as informações referentes ao projeto. Para Nardelli, esse desenvolvimento tecnológico é uma revolução no ensino de projetos, na medida em que o aluno simula um edifício, extraindo do modelo todas as informações necessárias. E se for preciso fazer alguma alteração no projeto, a informação é atualizada em todo o processo. Como argumenta Nardelli, "imagina gerenciar um edifício atual, onde você deveria revisar

um milhão de desenhos, para ajustar uma janela que foi alterada em um determinado andar" (NARDELLI, 2009: s/p).

Vincent e Nardelli alertam, no texto **Estado da Arte em Projeto Digital: Quanto tempo até logo ali?**, que não se pode esquecer que os alunos que estão na sala de aula dos cursos de Arquitetura, Artes e Design no século XXI têm familiaridade com os meios digitais e, portanto, não é mais possível separar "o conhecimento e domínio das técnicas de representação e simulação virtual proporcionadas pela tecnologia digital dos processos cotidianos de aprendizado" (VINCENT e NARDELLI, 2007:3), na medida em que não é possível pedir aos alunos que não saibam aquilo que eles já conhecem.

Contudo, como relataram os professores entrevistados ao longo da pesquisa[10], o fato de o aluno saber utilizar o programa 3D e fazer objetos tridimensionais no espaço virtual do computador não significa que ele domine os conhecimentos geométricos. O meio digital produz um "encantamento" pela facilidade com que permite construir os modelos tridimensionais a partir de sólidos pré-programados pelo programa, que muitas vezes o aluno somente empilha no espaço virtual[11], esquecendo de compreender os conceitos geométricos intrínsecos à

[10] Ver no anexo as entrevistas com Amorim, Florio, Nardelli e Soares.

[11] O trabalho-programa "O objeto e a sua representação no espaço virtual – estudo de caso", de Marly de Menezes, apresentou três trabalhos desenvolvidos na disciplina "Formas de Expressão e Comunicação Artística: Desenho Geométrico" (CAP 208), ministrado pela Profa. Dra. Mônica Tavares, no 1º semestre de 2007, proposto aos alunos de Artes Plásticas da ECA/USP. Em um dos casos apresentados a complexidade da peça gerada virtualmente impossibilitou a realização física da maquete. Isto ocorreu porque os alunos não se preocuparam

realização do objeto. Wilson Florio enfatiza que "o meio tecnológico não suprimiu a disciplina de geometria, e sim, a dificuldade de compreensão que a abstração do suporte bidimensional impunha ao objeto representado" (FLORIO, 2009:s/p).

Na medida em que os alunos têm conhecimento no uso dos programas 3D, mas têm dificuldade em aplicar os conceitos geométricos em seus projetos, cabe aos professores de geometria, desenho e projeto a orientação para que possam não apenas utilizar a geometria descritiva desenvolvida para a representação do espaço sobre o plano bidimensional, mas principalmente desenvolver o uso da geometria topológica e de formas complexas, potencializadas pelo uso dos computadores.

3.7. O aluno do curso de Digital & Virtual Design

Os alunos que iniciam o curso de Digital & Virtual Design estão familiarizados com o mundo virtual, mas têm uma idéia limitada das potencialidades de atuação no mercado de trabalho, relacionando a área aos *games* e à editoração de vídeos. Ao longo do curso, compreendem como os programas de 3D, ferramenta básica para desenvolver um *game*, por exemplo, podem ser integrados ao uso do vídeo e das demais tecnologias disponíveis no mercado, de uma forma criativa.

---

com as condicionantes geométricas da peça para viabilizar a sua construção no ambiente real e se detiveram apenas na utilização do instrumento.

Segundo Eugenio Scoletta[12], a diferença entre os alunos de Digital & Virtual Design e os alunos de Design Gráfico está no fato de que aqueles criam as tecnologias de comunicação, enquanto estes utilizam as tecnologias para desenvolver instrumentos de comunicação.

Para criar tecnologias de comunicação, o perfil do aluno é o de um constante pesquisador, sempre à procura de novidades, de novos desafios, de releituras sobre a própria produção, buscando compartilhar informação com colegas e professores. Scoletta acredita que esse compartilhamento reflete a conduta do próprio profissional que exerce atividades de desenvolvimento de tecnologia da comunicação, onde os saberes necessitam ser interligados, na medida em que não há uma hierarquia de informações. Desta forma, o curso propicia uma relação entre a comunidade acadêmica, de modo que um aluno de 1º ano troca informações úteis com os alunos de 3º ano que o aluno de 2º ano esteja trabalhando com os recém-formados. Na verdade, o trabalho desenvolvido na área de Digital & Virtual Design favorece o compartilhamento dessas competências porque o projeto é desenvolvido sobre idéias, possibilitando a inter-relação de experiências dos mais novos como os mais experientes.

Para Eugenio Scoletta, o aluno de Design Gráfico aprende de forma analítica, enquanto o aluno de Digital & Virtual Design aprende pela ousadia, pela capacidade de relacionamento entre pessoas e informações, sem procurar a "receita" do certo ou do errado, mas buscando caminhos diferentes para chegar ao resultado pretendido. Ao longo do curso é

[12] Ver no anexo a entrevista com Eugenio Scoletta.

possível perceber que essa postura de busca e compartilhamento de informações é inerente ao aluno de Digital & Virtual.

A preocupação do curso é formar um aluno com senso crítico, tendo como ponto principal não o "como fazer", e sim o "porque fazer", produzindo projetos de design, onde as atividades a serem desenvolvidas estão relacionadas às experiências possibilitadas pela tecnologia, e não pela simples construção de objetos.

O trabalho do aluno de Digital & Virtual é realizado no espaço virtual, onde os objetos existem em potência (LÉVY, 1996:15), como descrito no capítulo 1, ou seja, a aplicação da geometria para a construção do espaço para este é diferente de para o aluno que cria objetos para o mundo real, na medida em que o aluno de Digital & Virtual necessita compreender o espaço nas duas realidades.

3.8. O professor mediador

As novas tecnologias permitiram uma maior propagação da informação, possibilitando a qualquer pessoa um acesso rápido ao conhecimento. Deste modo, a figura do professor como o detentor do saber e a principal fonte de informação para o grupo de alunos já não faz parte da rotina de sala de aula. O professor, ao usar as novas tecnologias, tem a possibilidade de criar um ambiente de aprendizagem onde o aluno é capaz de participar ativamente na elaboração do seu próprio percurso formativo, passando a ser ele também um agente da sua formação.

Se o acesso à informação foi facilitado pelo uso das novas tecnologias, qual o papel do professor no processo de aprendizagem? O professor é um mediador que orienta o aluno na busca do conhecimento, na organização e na apreciação dos dados encontrados, na assimilação dos pontos relevantes e na reflexão sobre as informações alcançadas em relação aos objetivos pretendidos. Ao professor não cabe mais a função de, somente, informar ao aluno sobre o conteúdo de uma disciplina, na medida em que o acesso à informação foi facilitado pelo uso das novas tecnologias, permitindo ao aluno acessá-la a todo o momento e de qualquer lugar que tenha disponíveis um computador e um ponto de *Internet*[13].

Para Arivaldo Amorim[14], a automatização das rotinas de projeto, provocada pelo uso dos programas gráficos, ao diminuir o trabalho "braçal" em sua realização, propiciou um incremento dos conceitos cognitivos abordados pelas disciplinas. Se por um lado o papel do professor foi potencializado, visto que as novas tecnologias ampliaram o acesso a várias fontes de informação, por outro, como expôs Florio[15], ampliou também os conhecimentos necessários para ministrar sua aula e orientar seus alunos frente aos novos desafios proporcionados pelas novas tecnologias. A formação do professor precisa acompanhar as evoluções tecnológicas para melhor integrar os conceitos fundamentais aos novos procedimentos. Nesse sentido, o professor

[13] Este texto não pretende supervalorizar o uso das novas tecnologias dentro do ensino e menosprezar os meios tradicionais, como a biblioteca e as enciclopédias, e sim ressaltar que a aquisição de conhecimento não está (como nunca esteve) restrita à sala de aula e aos conhecimentos do professor.

[14] Ver no anexo a entrevista com Arivaldo Amorim.

[15] Ver no anexo a entrevista com Wilson Florio.

necessita ter uma visão mais alargada sobre a área de formação do curso onde a sua disciplina está inserida, para encontrar elementos que possam contribuir ao desenvolvimento do curso e à formação intelectual do aluno. Não é mais suficiente conhecer o conteúdo programático da disciplina: é necessário que o docente compreenda a estrutura global do curso, permitindo que cada aluno possa se apropriar dos conhecimentos inerentes à disciplina, aplicando-os aos seus projetos de interesse pessoal e profissional. "Antes as várias disciplinas eram tratadas de forma estanque e agora tudo está interligado, elas precisam ser consideradas juntas e quase sempre simultaneamente. (...). Ou seja, trabalharemos menos com as mãos e muito mais com a cabeça" (AMORIM, 2009:s/p).

Contudo, Amorim, Florio, Nardelli e Soare[16]s são unânimes em afirmar que, dentro da sala de aula, há uma resistência, por parte dos professores de projeto, ao uso do computador como instrumento de expressão e representação. Como explicou Nardelli,

> você tem um choque de competências dentro da escola, onde por um lado, o professor que sabe arquitetura, que tem uma competência extraordinária na área de projeto, da estrutura, do detalhamento, porém não entende de computação, porque não foi alfabetizado digitalmente e não se interessou por essa questão. E do outro lado, há o aluno que domina a tecnologia digital de forma espetacular, mas por sua vez, não sabe nada de projeto, de construção, de geometria... (NARDELLI, 2009:s/p).

[16] Ver no anexo as entrevistas com Amorim, Florio, Nardelli e Soares.

Estes professores que não admitem o uso dos programas 3D para a realização de projetos acreditam que somente o esforço braçal do desenho à mão sobre a folha de papel permite ao aluno desenvolver o seu "espírito criativo". Nardelli[17] lembrou que o fato de se usar o computador não significa que o aluno não irá mais usar a lapiseira. Na verdade, o problema está no fato do professor obrigar o uso da lapiseira e proibir ao aluno de se expressar por meio do computador, quando este domina o uso do instrumento digital. Para Nardelli[18], da mesma forma que os artistas atuais não precisam fazer suas tintas e pincéis para elaborar um bom trabalho, o projeto não necessita obrigatoriamente ser realizado por instrumentos tradicionais. Para Luigi Cocchiarella é importante destacar que desde os Antigos utilizando os recursos da Geometria Euclidiana , os artistas do Renascimento a perspectiva, os arquitetos modernos a projeção axonométrica, todos os métodos tradicionais "tinham como base a geometria, o desenho e os valores culturais" (COCCHIARELLA, 2006: 7), ficando clara a valorização dos conceitos da ciência integrados a arte. Nesse sentido, o uso dos meios computacionais reflete a evolução histórica da representação do espaço.

O uso dos programas gráficos 3D ampliou as possibilidades de representação do objeto quando comparado ao processo de representação tradicional, que está vinculado à concepção de uma arquitetura e de um design de formas estáticas, baseados na geometria euclidiana. O projeto concebido tradicionalmente contemplava a seguinte organização: a concepção da

[17] Ver no anexo a entrevista com Eduardo Nardelli.

[18] *Idem*.

idéia, "a análise da sua estrutura, o uso, função, sistemas construtivos e condicionantes de projeto, os desenhos eram produzidos em ordem crescente e o objeto projetado era construído conforme os desenhos apresentados" (RAHIM, 2006:25). Todos os processos de execução eram sequenciais e, antes do final, todos tinham noção do projeto, pois o conceito inicial não era modificado ao longo do processo. Diferentemente deste tipo de concepção projetual, que parte do todo para analisar cada elemento em separado, o modelo desenvolvido utilizando os processos tecnológicos admite a sua elaboração a partir das partes do sistema, integrando cada uma delas para formar o todo. Esta metodologia de trabalho permite, ao longo do processo, descobrir novas soluções que não poderiam ser consideradas no inicio do projeto (RAHIM, 2006:25). Ou seja, o desenvolvimento projetual não é linear: o aluno descobre, ao longo do percurso da criação, novas possibilidades. Desta forma, quando o professor de projeto limita o desenvolvimento do projeto ao uso dos meios tradicionais de representação, ele perde a possibilidade de ampliar as potencialidades de criação do aluno, na medida em que o computador e os programas gráficos superam os recursos dos meios tradicionais, possibilitando a construção de formas complexas impraticáveis pela representação tradicional, permitindo o desenvolvimento do estudo de comportamento do edifício com o seu entorno, como acústica, insolação, iluminação e ventilação, e fornecendo dados analíticos inerentes ao projeto para gerar relatórios, como cálculo de áreas, número de peças necessárias e orçamentos, dentre outros.

Segundo Rahim, a atitude de usar o programa 3D como se o aluno estivesse trabalhando sobre a prancheta com os instrumentos tradicionais, utilizando-o apenas como um instrumento mais eficiente, não promove o desenvolvimento cognitivo do uso da ferramenta

digital (RAHIM, 2006:13). Pelo contrário, o uso dos meios tecnológicos como mero reprodutor das técnicas tradicionais de representação fomenta um abismo entre o saber acadêmico e a prática profissional, na medida em que nos escritório de arquitetura os alunos já realizam seus estágios empregando as Tecnologias da Informação e Comunicação, no desenvolvimento de projetos e deixam "para trás e de lado, um pesado fardo de preconceitos e inadequação metodológica" (VINCENT e NARDELLI, 2007:3) promovidos pela falta de integração entre as disciplinas de teoria e as de prática projetual.

Os professores Vincent e Nardelli ressaltam ainda que a formatação dos cursos de Arquitetura, Artes e Design contribui para que as disciplinas não trabalhem de forma complementar, mesmo quando as grades curriculares parecem convergir para um mesmo propósito. Ao não conseguir trabalhar interdisciplinarmente dentro do curso, "a tarefa de ligar a formação em arquitetura às questões precedentes de funcionalidade e às questões procedentes de construção é remetida ao estudante" (VINCENT e NARDELLI, 2007:5), perdendo o professor não só a oportunidade de modernizar o conteúdo da sua disciplina, como a de permitir novas soluções de projeto.

Projetos como o pavilhão *"The Bubble"*[19], da BMW, já referido nesta pesquisa, ou a *"Walt Disney Concert Hall"* (Fig. 34), do arquiteto Frank Gehry, em Los Angeles, são exemplos de como o ensino da geometria, aliado ao uso dos programas gráficos, pode beneficiar

[19] Projeto do arquiteto Bernhard Franken, em Frankfurt, já mencionado nesta pesquisa.

a concepção de novas formas projetuais, na medida em que esta tecnologia permite a elaboração de estruturas complexas estudadas pela geometria topológica no desenvolvimento de novas formas, que só puderam existir em virtude do processamento de dados executado pelo computador.

Figura 34 - Walt Disney Concert Hall, do arquiteto Frank Gehry. Disponível em: <http://architecture.about.com/od/theaters/ig/Theaters-/Disney-Concert-Hall.-9Sc.htm>. Acesso em 04 jun 2009.

Não é de hoje que o professor procura despertar no aluno a sua "capacidade criativa, o conhecimento, e a maturidade projetual" (AMORIM, 2009:s/p), disponibilizando os recursos tecnológicos necessários para o seu aprimoramento. No entanto, como lembrou Amorim[20], o uso dos programas gráficos trouxe para o projeto novos instrumentos e processos de manipulação da informação que abriram caminhos para o desenvolvimento novos saberes, e consequentemente novos desafios que surgiram precisamente em função do uso da tecnologia computacional.

Para Rahim, os computadores potencializaram a análise, a intervenção e a modificação do projeto em tempo real, integrando todas as partes envolvidas no processo, e essas mudanças tecnológicas promoveram uma arquitetura e um design constituídos por formas orgânicas, que influenciam o modo de vida das pessoas (RAHIM, 2006:18). Esta mudança paradigmática da concepção de projeto, sob o uso dos meios tecnológicos, implica em uma reformulação da postura do professor frente ao desenvolvimento do seu conteúdo programático, que permita uma avaliação correta do uso dos meios tecnológicos por parte do aluno,

[20] Ver no anexo a entrevista com Arivaldo Amorim.

não como meros instrumentos de representação, mas como meio de incrementar as questões conceituais do projeto. Portanto, o professor mediador deve formar um aluno apto a trabalhar com os meios tradicionais conjugados aos meios digitais, de forma a tirar proveito do melhor oferecido pelos dois meios.

3.9. O professor de Geometria dos Sólidos

O curso de Design Digital & Virtual está inserido dentro de uma área profissional de caráter interdisciplinar, onde é impraticável a elaboração de uma atividade profissional como um projeto de *game* ou de *website* por um único profissional. Deste modo, a própria formatação do curso possibilita a interdisciplinaridade, mostrando ao aluno como os conteúdos de cada disciplina fazem parte de um conjunto destinado à formação intelectual do profissional que irá atuar nas áreas de aplicação do Design Digital & Virtual.

O grupo de professores do curso de Design Digital & Virtual realiza um trabalho interdisciplinar, no qual o uso do meio digital é inerente a todas as disciplinas, sendo elas disciplinas instrumentais ou não, fazendo com que o aluno perceba o entrelaçamento das diversas áreas do saber que contribuem para a formação intelectual do designer Digital & Virtual. Desta forma, o computador e os programas gráficos não têm um caráter de instrumento finalizador, e sim o de um meio que propicia o desenvolvimento de todo um processo para a realização do projeto, desde a sua concepção, passando pelo processo de desenvolvimento da idéia, até a sua realização final.

Dentro do curso de Design Digital & Virtual, a disciplina de Geometria dos Sólidos procura valorizar o desenvolvimento do raciocínio espacial por parte do aluno, de forma a que este possa aplicar este conhecimento nos ambientes digitais a serem criados pelas tecnologias disponíveis no mercado.

Se os alunos do curso têm uma grande experiência interagindo com o mundo virtual por meio do ciberespaço ou do uso dos *games*, o contato com o estudo da geometria e a sua relação na construção de objetos tridimensionais é precário. Deste modo, levando em consideração que o designer Digital & Virtual desenvolve projetos em ambiente virtual, o professor da disciplina de Geometria procura aprofundar os conceitos de representação dos sólidos no espaço, tanto sobre o suporte físico, como utilizando os programas gráficos 2D e 3D, procurando agregar a experiência do aluno dentro do mundo virtual à aprendizagem da geometria. Como mediador no processo de aprendizagem, o professor de Geometria dos Sólidos procura identificar nas imagens produzidas pelos *games*[21] situações que caracterizem o uso da geometria na construção do espaço tridimensional. A partir desta observação, fica claro para o aluno que a geometria faz parte do processo de compreensão, criação e representação do espaço.

Segundo Wilson Flório, "a geometria ensinada com o uso dos computadores necessita de uma nova alfabetização" (FLORIO, 2009:s/p). Na disciplina de Geometria dos Sólidos o ensino/aprendizagem é realizado partindo-se do modelo tridimensional gerado pelo

[21] O uso das imagens e dos ambientes dos *games*, dentro da disciplina de Geometria dos Sólidos, tem o objetivo de aproximar o aluno ao entendimento da geometria, utilizando imagens e ambientes que lhe são familiares.

programa 3D. Desta forma, na medida em que o meio virtual permite a construção do modelo, o professor de geometria parte da imagem virtual, decompondo-a nos elementos geométricos essenciais para a representação do objeto, possibilitando ao aluno visualizar o modelo e a sua representação e procurar identificar o raciocínio geométrico necessário para a sua construção.

3.10. O trabalho desenvolvido dentro da disciplina de Geometria dos Sólidos

O objetivo geral da disciplina de Geometria dos Sólidos é aplicar o estudo do desenho geométrico na análise e no planejamento dos objetos dentro do espaço tridimensional, empregando-se exercícios práticos, realizados ao longo da disciplina, que visam desenvolver no aluno a capacidade de apreender os conhecimentos teóricos, aliados à experimentação da geometria no espaço digital, procurando-se ampliar o repertório da representação espacial, com o uso de os programas gráficos 3D.

A fim de diminuir as lacunas dos alunos frente aos conceitos geométricos básicos, a disciplina procura promover a habilidade de visualizar a representação dos objetos tridimensionais, partindo da desconstrução dos elementos formadores do espaço. Cada caso/problema procura apresentar elementos fundamentais do conteúdo programático da disciplina, instigando o aluno na busca de soluções. Desta forma procura-se romper a barreira do desconhecimento sobre a disciplina, na medida em que o aluno é capaz de perceber que utilizou conceitos geométricos para realizar o exercício e passa a compreender a disciplina como um instrumento de informação para o seu projeto e não como uma matéria teórica, abstrata e sem aplicação

prática. Deste modo, os conceitos da geometria são apresentados como parte da solução e não como causa do problema, visto que alguns alunos, em virtude do despreparo frente à disciplina, encaram o estudo da geometria como uma dificuldade.

Os meios digitais permitem ao aluno construir um objeto tridimensional e realizar sobre este objeto experimentações visuais, verificando as faces da peça criada e as suas relações, o seu posicionamento em relação aos outros objetos e ao próprio espaço tridimensional, analisando formas, texturas, sombras etc., como se estivesse observando uma maquete. Deste modo, a Geometria dos Sólidos se preocupa em desenvolver no aluno a investigação, a experimentação e o raciocínio espacial, utilizando a geometria aliada ao uso dos programas 3D como instrumento de pesquisa, de análise dos resultados formais e de registro do pensamento visual.

Segundo Cláudio Soares, sobre a utilização dos meios digitais para o registro de um projeto, numa primeira fase o computador foi utilizado simplesmente como uma máquina de desenhar, onde no lugar do lápis estaria o *mouse*. Num segundo momento, o uso de programas 3D modificou o conceito de representação, na medida em que o objeto criado passou a ser um modelo virtual, possibilitando a extração das representações das projeções diretamente do modelo e conforme a posição do observador. Deste modo, "o foco deixa de residir na representação do objeto e passa para a elaboração da sua forma geométrica real, através de um modelo virtual 3D" (SOARES, 2006:118). E, por último, os meios digitais passaram a ser utilizados como gerenciadores de comportamento, onde dados não representativos graficamente podem influir no projeto, tais como peso, resistência e desgaste, demonstrando que "a

responsabilidade geométrica do modelo torna-se essencial para o seu uso nas demais áreas e para a confiabilidade nos resultados obtidos" (SOARES, 2006:119).

Dentro do ensino de Design, que utiliza a representação gráfica com elemento fundamental para a comunicação do projeto, é importante considerar que o uso dos meios digitais promoveu uma mudança importante no ato de projetar. Como sugere Soares,

> estas mudanças nos remetem a profundas revisões nos conteúdos de ensino e a buscar maior aproximação com os setores produtivos, tanto no sentido de agregar interpretações conceituais e científicas aos diversos processos tecnológicos que surgem a cada momento, como também para aprendermos com o pragmatismo industrial, novas interações e modos de aplicação para o conhecimento acadêmico (SOARES, 2006:121).

Embora o computador realize facilmente as projeções de um objeto, Soares adverte que o aluno precisa dominar os princípios que regem a geometria e a sua representação (SOARES, 2006:123), na medida em que, ao utilizar o computador e os programas 3D, é cada vez mais solicitado a entender os conceitos fundamentais da geometria espacial, aplicando diretamente no espaço digital as noções de tridimensionalidade, produzindo imagens, simultaneamente, em perspectiva e/ou projeção ortogonal (SOARES, 2006:121). Contudo, não é mais possível aproveitar os mesmos procedimentos metodológicos usados com o lápis, a régua, o compasso e os esquadros, empregando o computador e os programas 3D. Nesse sentido, a disciplina de Geometria dos Sólidos procura promover uma integração entre os conceitos te-

óricos inerentes à geometria ao uso dos meios digitais, de forma a encontrar a melhor solução para o caso/problema apresentado.

3.10.1. O programa da disciplina de Geometria dos Sólidos para o curso de Digital &Virtual Design

Ementa da disciplina:

A disciplina de Geometria dos Sólidos desenvolve o raciocínio espacial por meio do estudo da representação do espaço tridimensional, utilizando os conceitos geométricos dos sistemas de projeção, paralelo e cônico.

Em virtude da atuação profissional do designer de Digital & Virtual ser direcionada para trabalhos executados em ambiente virtual, a disciplina realiza exercícios tanto sobre o suporte físico, como digital, visando o desenvolvimento cognitivo do aluno na compreensão dos espaços, físico e virtual.

Objetivo geral:

A disciplina tem por objetivo geral desenvolver a compreensão do espaço tridimensional, tanto sobre o suporte físico, como digital, por meio do estudo da representação tradicional

e da construção de modelos virtuais, permitindo ao aluno ampliar a sua percepção do espaço e, conseqüentemente, a sua capacidade exploratória na busca de novas soluções espaciais.

Objetivos específicos:

A disciplina de Geometria dos sólidos tem como objetivos específicos:

- Desenvolver a percepção do espaço por meio da análise e compreensão das formas bi e tridimensionais;
- Capacitar o registro gráfico da representação do espaço por meio de desenho, à mão livre, instrumentado, pelos meios tradicionais e pelos programas gráficos 3D;
- Promover o desenvolvimento do raciocínio espacial por meio de análise e comparação de casos/problema, onde o aluno necessite aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina;
- Estimular soluções criativas, tendo em vista a estética do Design;
- Aprimorar o senso crítico e a capacidade de avaliação frente aos desafios propostos pelos casos/problema;
- Conscientizar o aluno da importância da utilização das normas técnicas e dos instrumentos de precisão, promovendo o rigor na elaboração do registro gráfico;

- Compreender a relação da disciplina dentro da grade curricular, destacando a contribuição interdisciplinar e a aplicação dentro da área de atuação profissional.

Estes objetivos visam desenvolver competências para que o aluno possa analisar um caso/problema, elaborar várias soluções alternativas, identificar a escolha mais indicada, avaliar qual o instrumento a ser utilizado na solução escolhida, registrar graficamente o projeto, perceber dificuldades dentro do processo de realização do projeto e saber avaliar resultados.

Conteúdo Programático:

O conteúdo programático reúne os conceitos necessários para que o aluno possa desenvolver sua capacidade cognitiva de análise, compreensão e representação do espaço tridimensional.

- Importância do rigor na elaboração do desenho gráfico;
- Normalização do desenho geométrico;
- Utilização de instrumentos de precisão tradicionais e computacionais;
- Construções geométricas básicas - polígonos regulares, circunferências e poliedros;
- Introdução aos Sistemas de projeção – ortogonal e cônico

Metodologia:

Na disciplina de Geometria dos Sólidos as aulas são iniciadas com a introdução teórica dos conceitos inerentes ao conteúdo programático, apresentando em seguida um caso/problema que visa estimular a investigação e a aplicação do conceito teórico estudado.

Todo o conteúdo teórico da disciplina é aplicado em exercícios práticos, relacionando-os a aplicação dos conceitos geométricos na área de atuação profissional do designer de Digital & Virtual. Estes exercícios têm grau de dificuldade diferenciado e gradativo a fim de possibilitar ao aluno o seu amadurecimento, tanto na representação do espaço sobre o suporte físico, como no suporte digital, ampliando assim, o repertório da representação espacial.

Os alunos serão estimulados a utilizarem todos os meios disponíveis para representar o objeto tridimensional, procurando destacar as vantagens e limitações que cada meio pode proporcionar ao desenvolvimento do projeto.

Sistema de Avaliação:

Os alunos serão avaliados por meio da realização dos exercícios práticos programados, apresentados em pasta port-folio, pela participação em debates e nas apresentações dos trabalhos e pela assiduidade.

3.10.2. Os exercícios propostos

A grande maioria dos alunos que ingressam no 1º ano do curso de Design Digital & Virtual não teve contato com conceitos de geometria espacial, e muito menos com a sua construção pelos meios tradicionais. Desta forma, com o objetivo de aproximar o aluno da disciplina de Geometria dos Sólidos, são selecionadas várias imagens de *games* comerciais (Fig. 35 a 38), mostrando que esses "ambientes tridimensionais são visualizados no computador através das projeções" (BATTAIOLA *et a.l.*, 2002:s/p) e construídos utilizando-se os fundamentos da geometria espacial. Nesta fase do aprendizado, os estudantes são estimulados a perceber as distintas formas de representação do espaço tridimensional oferecidas pelo uso dos *games*, verificando as diferentes informações que cada projeção pode apresentar.

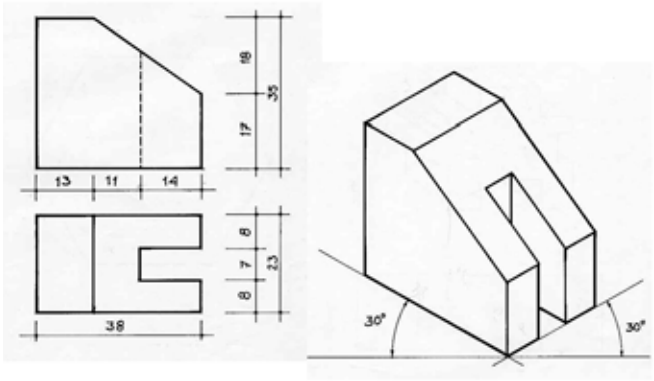
Figura 35 - *Quantum of Solace - 007*.
Disponível em: <http://store.steampowered.com>.
Acesso em: 06 abr 2009.

Figura 36 - *Braid*. Disponível em: <http://store.steampowered.com>. Acesso em: 06 abr 2009.

Figura 37 - *Dangerous High School Girls in Trouble!™*. Disponível em: <http://store.steampowered.com>. Acesso em: 06 abr 2009.

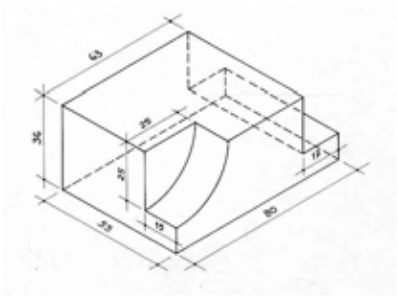
Figura 38 - *Virtual Families*. Disponível em: <http://store.steampowered.com>. Acesso em: 06 abr 2009.

Depois deste primeiro contato, é apresentada a teoria sobre os sistemas de projeção paralelo, ortogonal e oblíquo, seu uso e representação em objetos tridimensionais. Para a fixação destes conhecimentos são distribuídas para os alunos cinco folhas de exercícios, cada uma contendo uma peça representada por um sistema de representação, contemplando todos os sistemas estudados na aula teórica. Para cada peça é solicitada a representação por um sistema de projeção específico, que deverá ser representado sobre o suporte bidimensional utilizando os instrumentos tradicionais (Fig. 39 a 43).



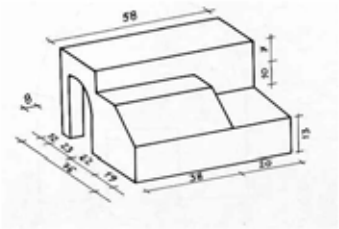
•Identifique os tipos de projeções desta peça.
•Desenhe à mão livre a vista lateral direita
•Desenhe esta peça utilizando o 3D Studio Max

Figura 39 - Exercício 1 - Sistemas de Projeção Cilíndrico.



•Faça à mão livre as vistas desta peça
•Desenhe esta peça utilizando o 3D Studio Max

Figura 40 - Exercício 2 -
Sistemas de Projeção Cilíndrico.



•Faça à mão livre as vistas desta peça
•Desenhe esta peça utilizando o 3D Studio Max

Figura 41 - Exercício 3 -
Sistemas de Projeção Cilíndrico.

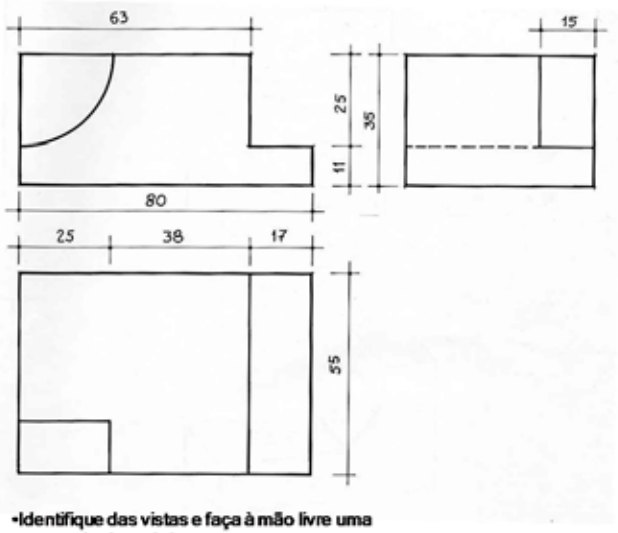


Figura 42 - Exercício 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico.

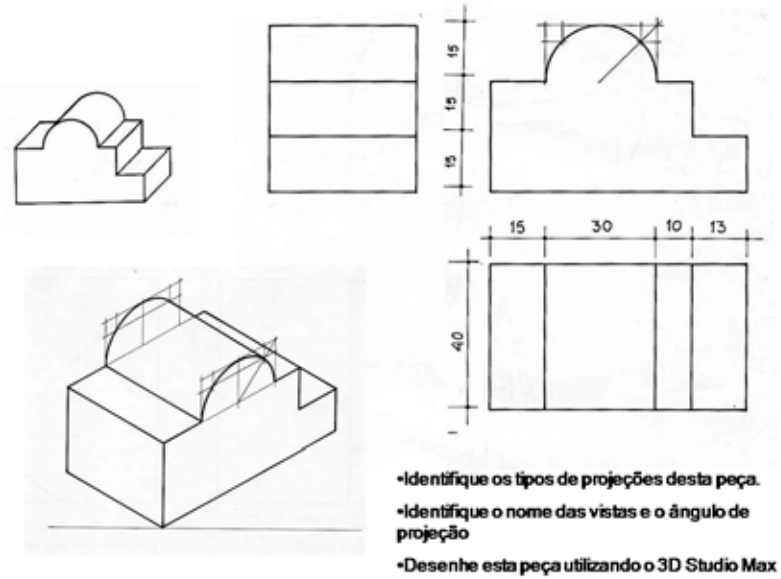


Figura 43 - Exercício 5 - Sistemas de Projeção Cilíndrico.

Concluída a representação sobre o suporte bidimensional, o aluno constrói o modelo no programa 3D. Como afirma Silveira, ao descrever o uso de maquetes para o estudo das planificações das vistas dos objetos criados, demonstrando que ao visualizar a peça no espaço o aluno tem maior facilidade em compreender o estudo das projeções ortogonais (SILVEIRA, 2007:77), o uso do programa 3D para a exploração dos sistemas de representação do espaço facilita a sua compreensão, da relação do objeto tridimensional com a sua representação (Fig. 44 e 45).

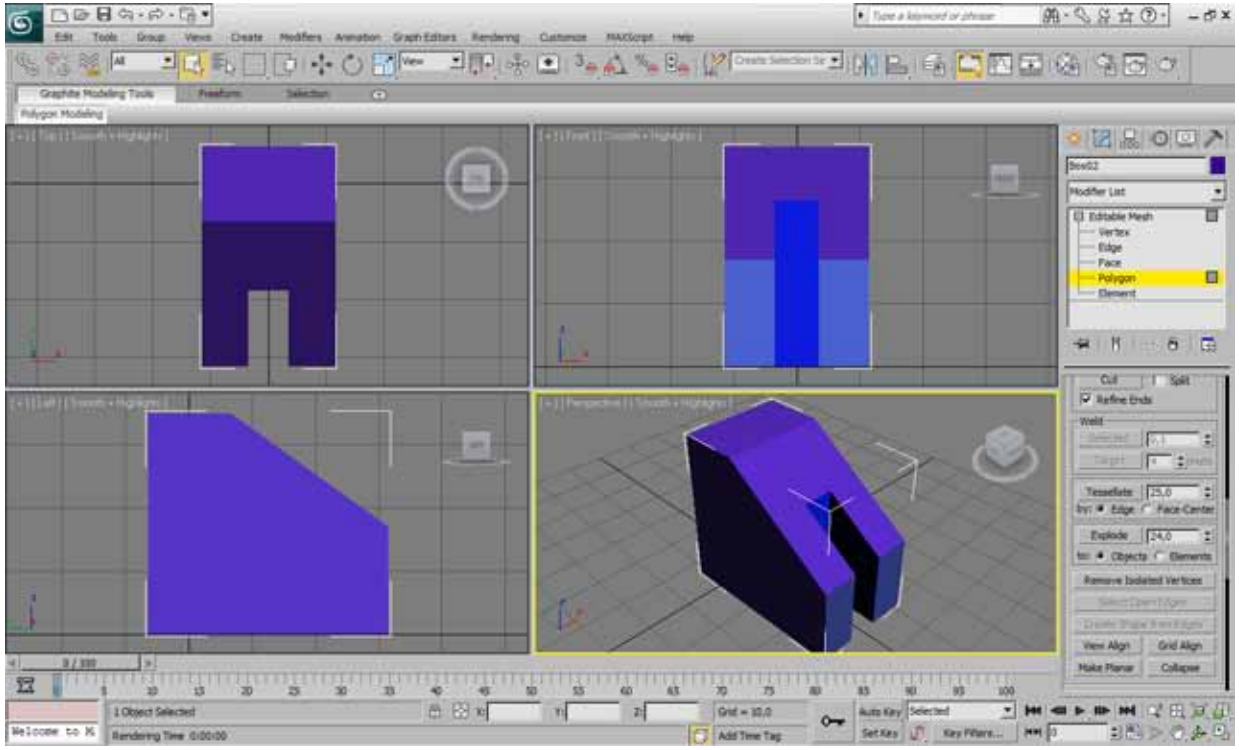


Figura 44 - Exercício 1 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – realizado no *3d Studio Max* – trabalho realizado por aluno.

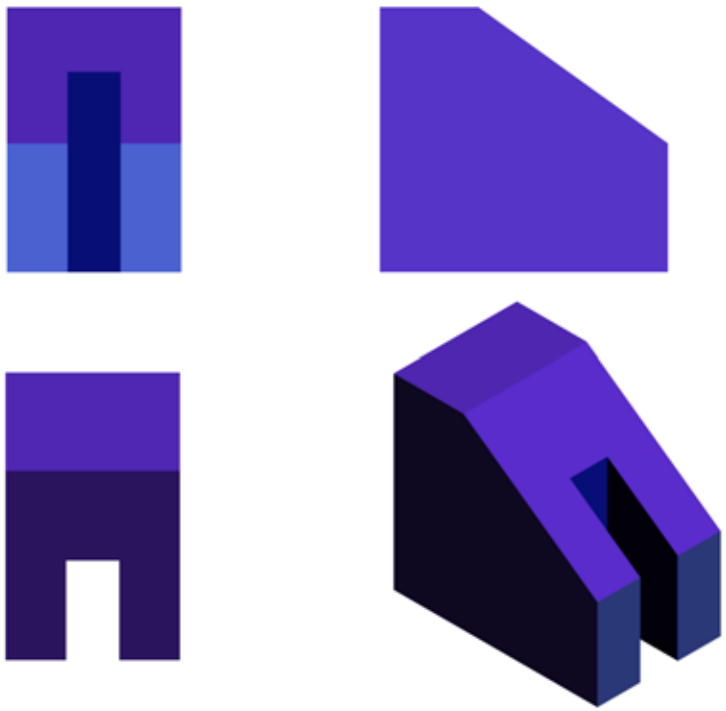


Figura 45 - Exercício 1 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno.

O objetivo deste exercício é fazer o aluno interpretar o objeto representado sobre o suporte bidimensional, perceber a relação entre o objeto, o sistema de projeção e a imagem representada sobre o suporte bidimensional, enfatizando a noção de precisão e normas técnicas de desenho e relacionar os sistemas de projeção ao modelo virtual. Ao longo deste exercício os alunos não se sentem muito à vontade na realização dos desenhos da projeção ortogonal diédrica sobre o suporte bidimensional, tendo dificuldade para visualizar as faces do objeto

solicitado[22] , usar os instrumentos e aceitar o emprego das normas técnicas de desenho (Fig. 46 a 50).

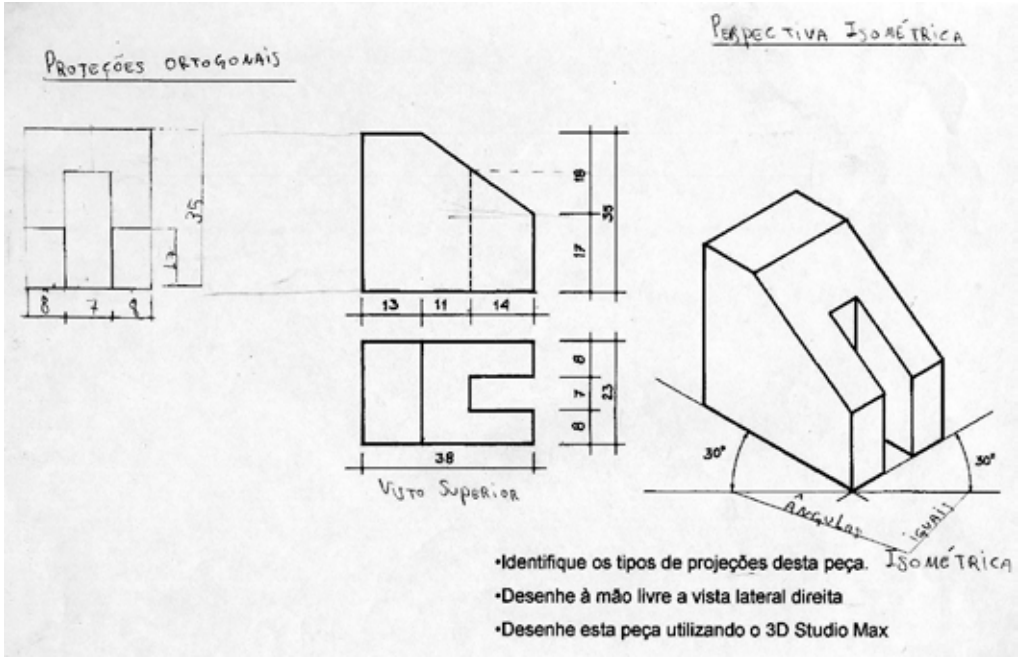


Figura 46 - Exercício 1 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno.

22 Neste exercício são solicitados os desenhos de quatro objetos. O mesmo objeto é solicitado no 2º e no 4º exercício, porém é apresentado sobre sistemas de projeção diferentes: no 2º exercício é fornecida a projeção axonométrica e solicitada a projeção diédrica e no 4º é fornecida a projeção diédrica e solicitada a projeção isométrica. Em três turmas onde o exercício foi aplicado, apenas um aluno percebeu que se tratava da mesma peça antes de realizá-la no programa 3d. Este aluno havia estudado geometria no ensino médio, na Escola Federal.

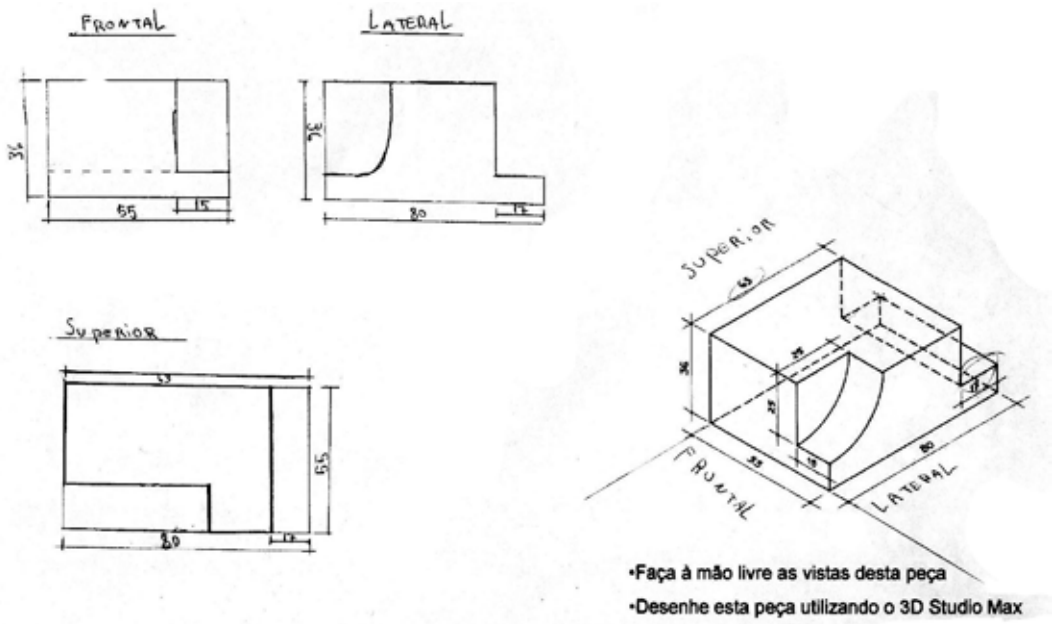


Figura 47 - Exercício 2 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno.

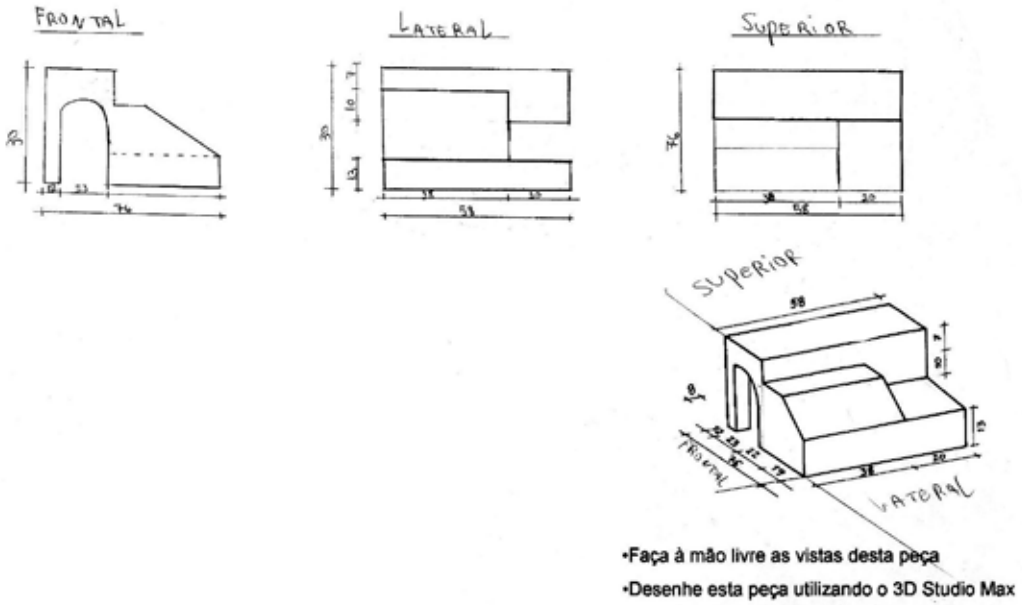


Figura 48 - Exercício 3 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno.

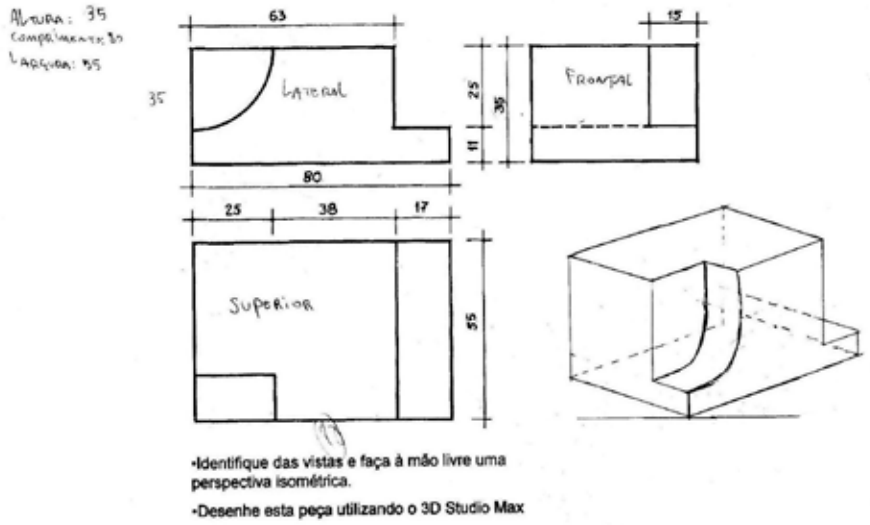


Figura 49 - Exercício 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno.

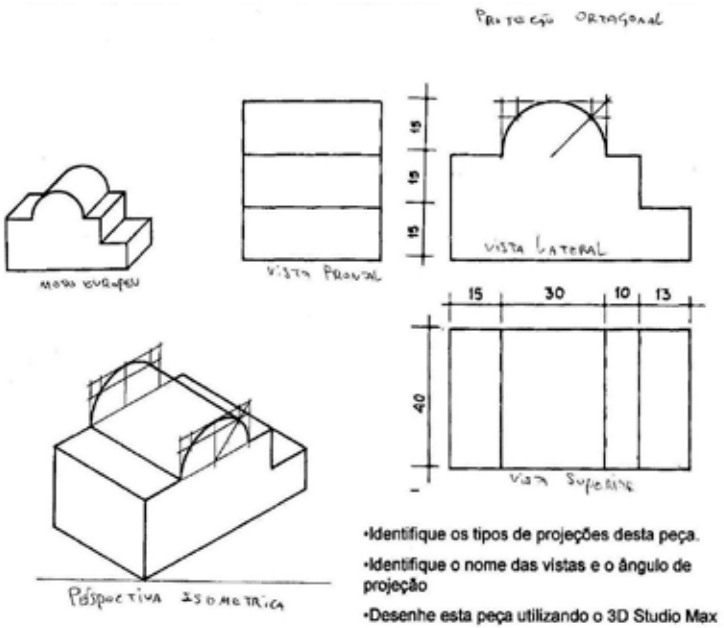


Figura 50 - Exercício 5 - Sistemas de Projeção Cilíndrico – trabalho realizado por aluno.

A construção do modelo utilizando o programa 3D é realizada sem "acanhamento", ou seja, mesmo que o aluno não conheça o programa 3D *Studio Max*, ele rapidamente se intera dos instrumentos disponíveis no programa para a realização do exercício. Ao construir o modelo no espaço virtual, o aluno identifica os vários sistemas de projeção apresentados pelas *viewports* do programa 3D. Além da visualização dos sistemas de projeção, a construção do modelo no espaço virtual do programa permite ao aluno observar as formas internas e externas do objeto, raciocinando por adição, subtração ou intersecção de formas, verificando qual sólido poderá contribuir na construção do modelo (Fig. 51 a 54). Este tipo de raciocínio não é explorado sobre o suporte bidimensional, que representa somente as linhas de contorno do objeto. Para construir modelos no programa 3D, é necessário que o aluno domine o significado de termos geométricos, como vértices, arestas, faces e polígonos, elementos construtivos básicos para a definição do posicionamento e da localização entre sólidos para a construção do modelo virtual.

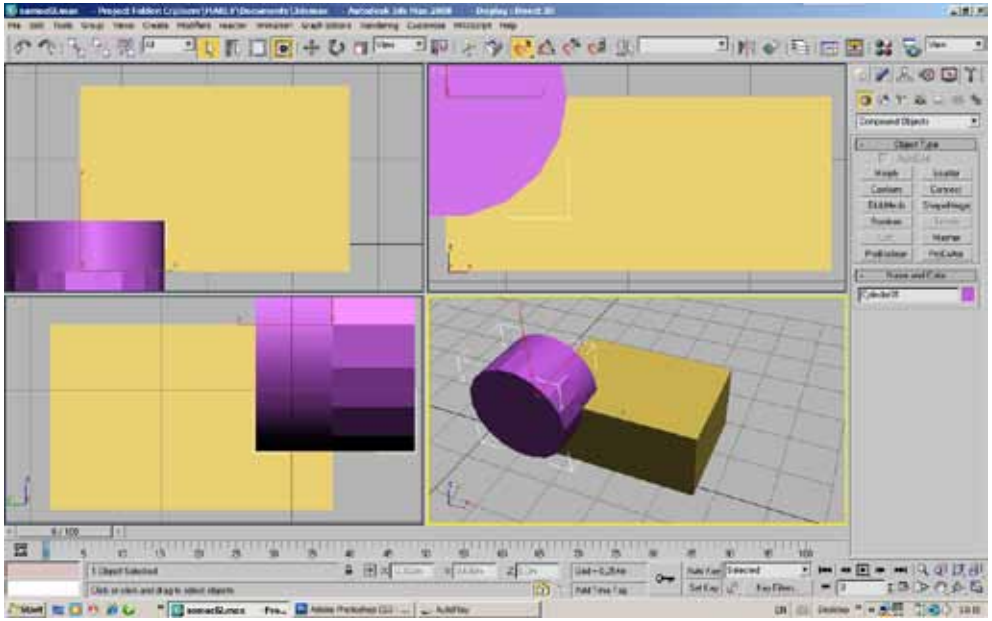


Figura 51 - Processo de Construção Exercícios 2 e 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico - trabalho realizado por aluno.

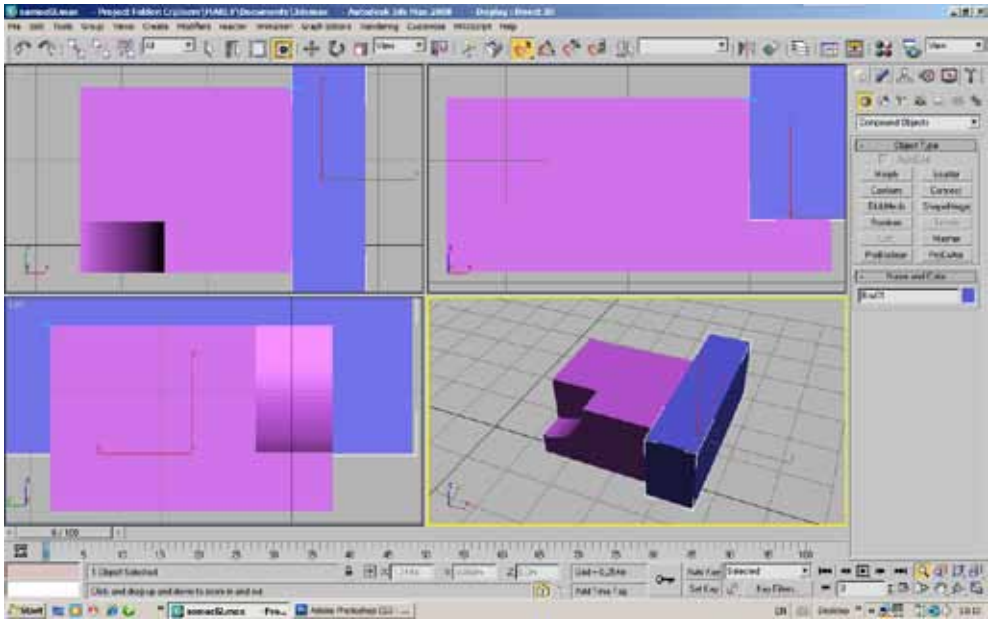


Figura 52 - Processo de Construção
Exercícios 2 e 4 -
Sistemas de Projeção Cilíndrico –
trabalho realizado por aluno.

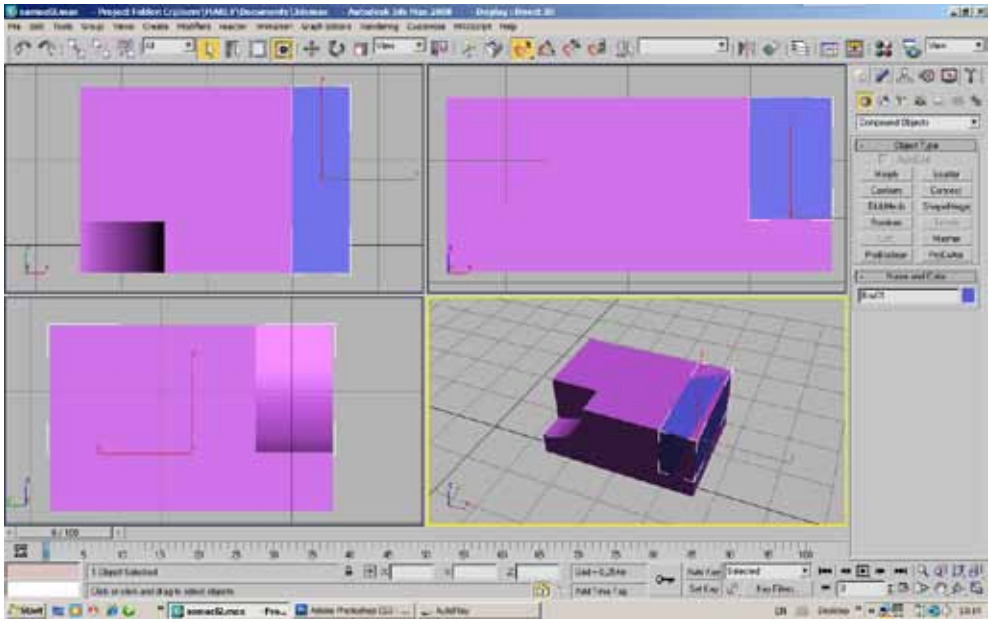


Figura 53 - Processo de Construção
Exercícios 2 e 4 -
Sistemas de Projeção Cilíndrico –
trabalho realizado por aluno.

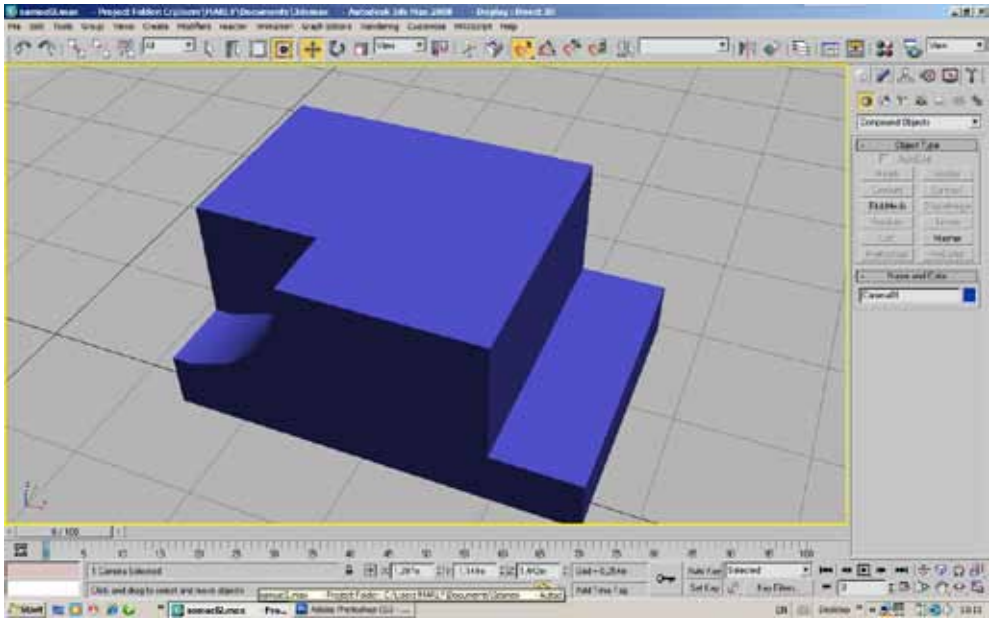


Figura 54 - Processo de Construção Exercícios 2 e 4 - Sistemas de Projeção Cilíndrico - trabalho realizado por aluno.

Ao designer Digital & Virtual dificilmente será solicitada a construção de uma perspectiva com o emprego de instrumentos tradicionais de representação; contudo, este profissional deverá ter conhecimento da estrutura de construção da imagem perspectivada para poder manipulá-la. Desta forma, depois da apresentação teórica dos princípios fundamentais da projeção cônica (Fig. 55 e 56), é solicitada aos alunos a introdução da imagem de uma pessoa em uma fotografia, com o uso do programa Adobe Photoshop, procurando-se respeitar as linhas e os pontos principais da perspectiva (Fig. 57). Foi possível perceber com este exercício que enquanto o sistema paralelo é percebido pelos alunos como uma representação técnica e rigorosa, o sistema de representação da perspectiva gera neles um grande interesse em conhecer o processo construtivo, bem como a sua aplicação na área do Digital & Virtual Design[23] .

[23] Ao mesmo tempo em que eram explicados os conceitos da construção da imagem em perspectiva na disciplina de Geometria dos Sólidos, na disciplina Linguagem Visual os alunos realizaram um exercício de observação do espaço à mão livre e puderam relacionar os conhecimentos teóricos apresentados no estudo da perspectiva ao trabalho que estavam realizando para o registro do espaço real. Este exemplo mostra como as disciplinas que fazem parte programa do curso de Design Digital & Virtual se inter-relacionam, procurando naturalmente mostrar ao aluno que a sua formação não é pautada sobre uma única disciplina, mas sim que todas elas procuram dialogar de forma a propiciar ao aluno uma maior amplitude dentro da sua formação profissional.

Figura 55 - Projeção Cônica - Construção utilizando instrumentos tradicionais.

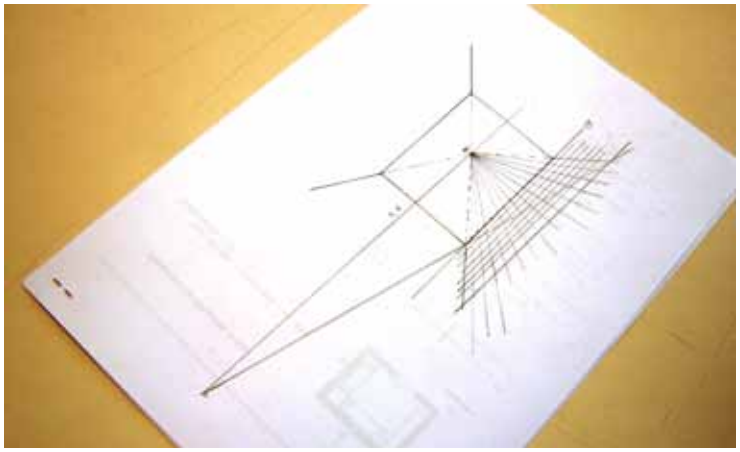


Figura 56 - Projeção Cônica - Construção utilizando instrumentos tradicionais.

Figura 57 - Projeção Cônica - Construção utilizando Adobe Photoshop - trabalho realizado por aluno.

No exercício final da disciplina de Geometria dos Sólidos, é solicitada a execução de um ambiente residencial ou comercial, onde o aluno deverá construir o espaço e os objetos no seu interior, apresentando ao final as projeções ortogonais e as perspectivas do lugar, determinado os principais elementos construtivos de cada tipo de projeção.

Neste exercício o aluno realiza um desenho de croqui, à mão ou nos programas 2D (Fig. 58 a 61); em seguida ele constrói o modelo em 3D e a partir do modelo identifica as vistas superior, frontal e lateral (projeções ortogonais diédricas) e isométrica (projeção ortogonal axonométrica), além da perspectiva visualizada pela câmera (projeção cônica) identificando as linhas e pontos principais (Fig. 62 a 76). A partir do exercício de perspectiva, é muito interessante observar que os alunos passam a compreender a relação entre o posicionamento da câmera e a imagem a ser apresentada pela mesma, posicionando-a conscientemente, e não mais de forma intuitiva, como acontecia antes dos conceitos de perspectiva serem estudados.

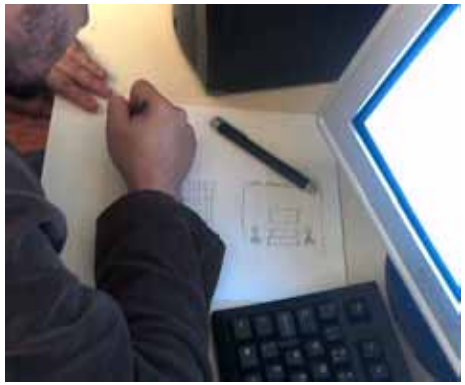


Figura 58 - Estudos - Croqui à mão.

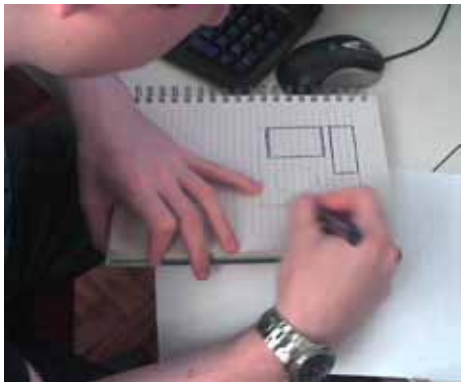


Figura 59 - Estudos - Croqui à mão.

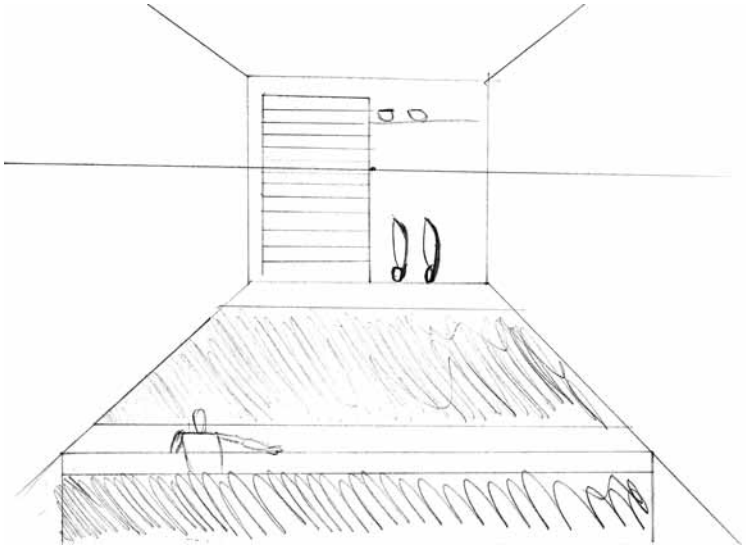


Figura 60 - Estudos - Croqui à mão.

Figura 61 - Estudos - Croqui realizado no programa Illustrator.

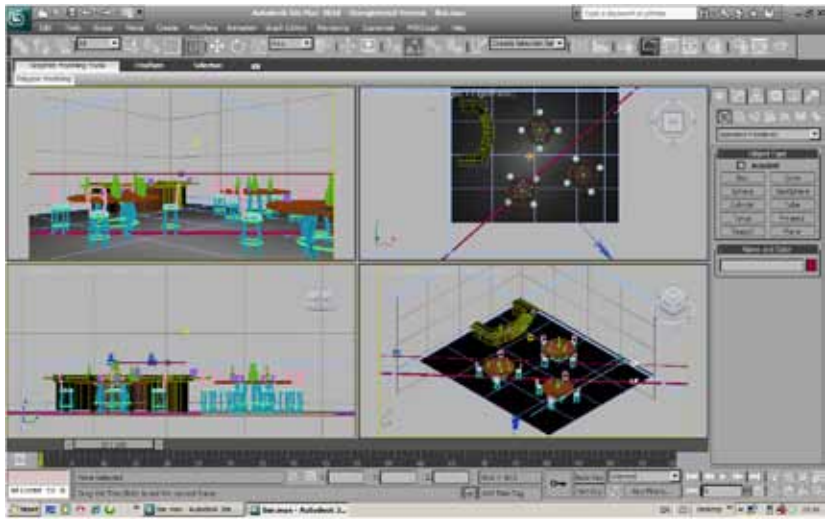


Figura 62 - Trabalho final 1 - Estudo da Projeção Cônica - trabalho de aluno realizado no programa 3d Studio Max.

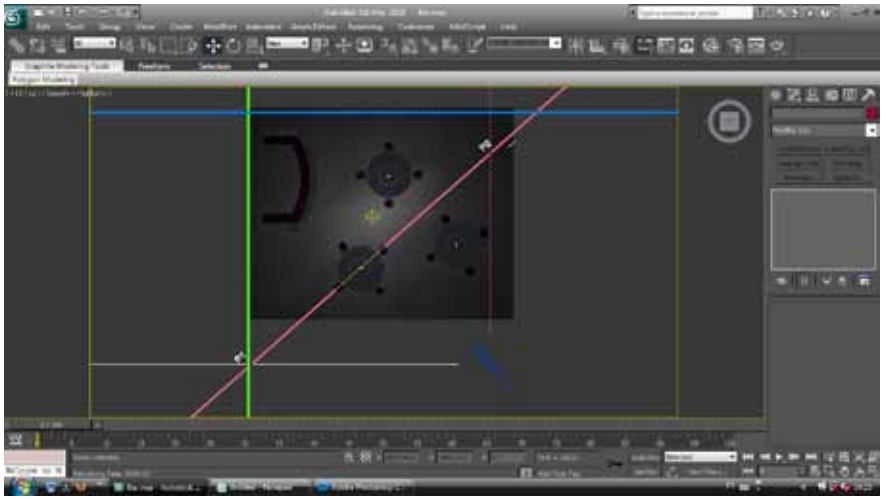


Figura 63 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – vista superior.

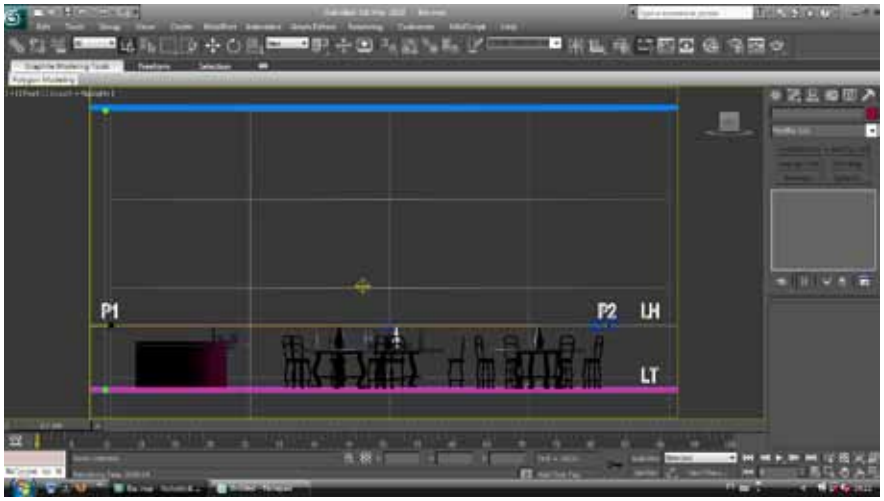


Figura 64 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – vista frontal.

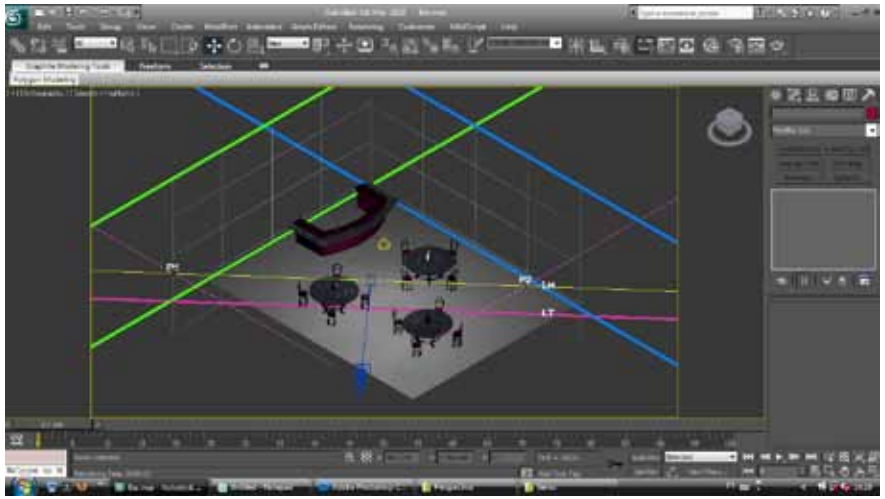


Figura 65 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – vista isométrica

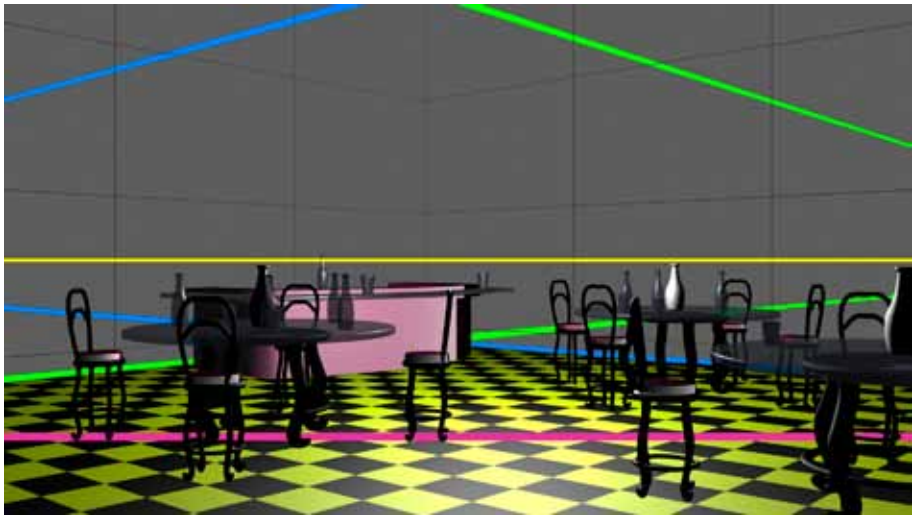


Figura 66 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – perspectiva (vista pela câmera).

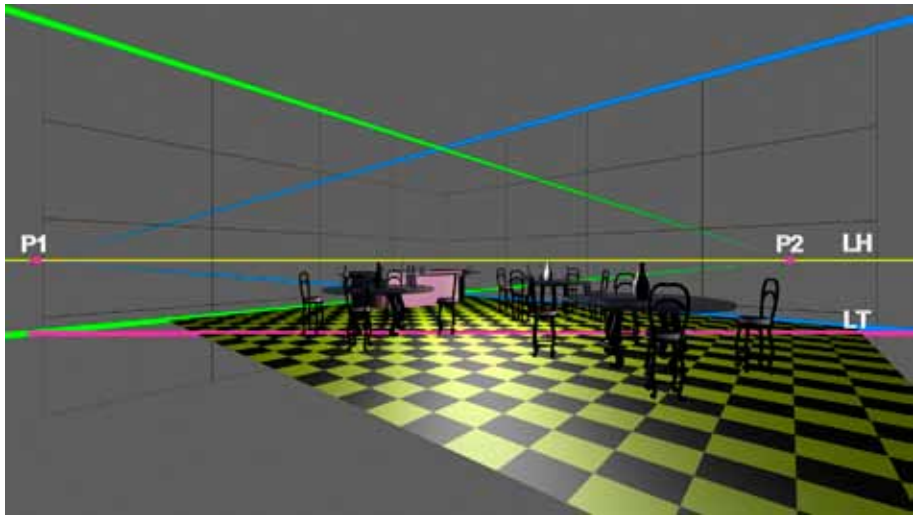


Figura 67 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – identificação dos elementos principais do sistema.

Figura 68 - Trabalho final 1 – estudo da Projeção Cônica – perspectiva (alteração na posição da câmera).

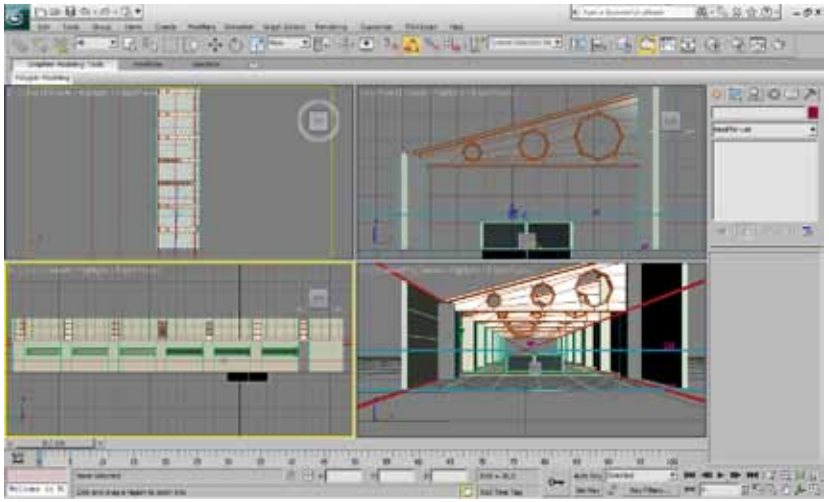


Figura 69 - Trabalho final 2 – estudo da Projeção Cônica – trabalho de aluno realizado no programa *3d Studio Max.*

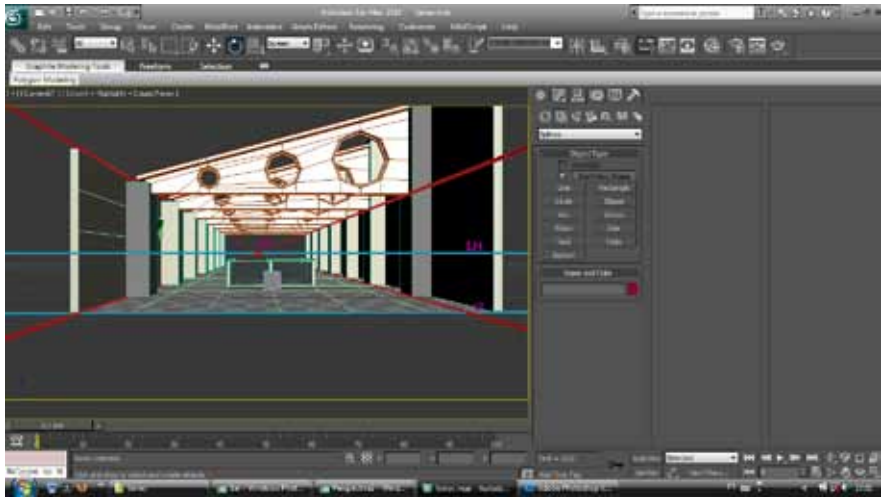


Figura 70 - Trabalho final 2 – estudo da Projeção Cônica – (vista pela câmera).

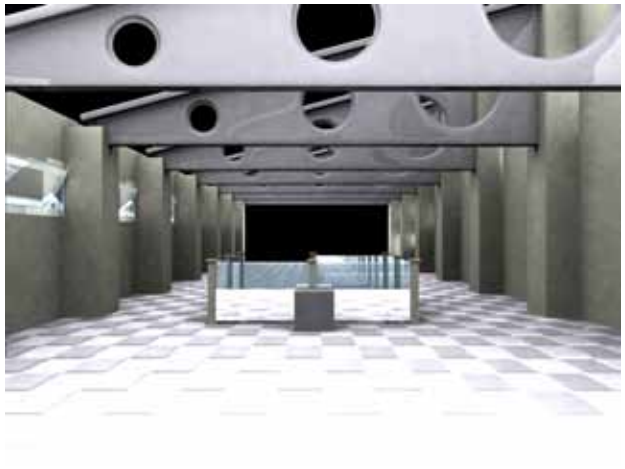


Figura 71 - Trabalho final 2 -
estudo da Projeção Cônica - (vista pela câmera).

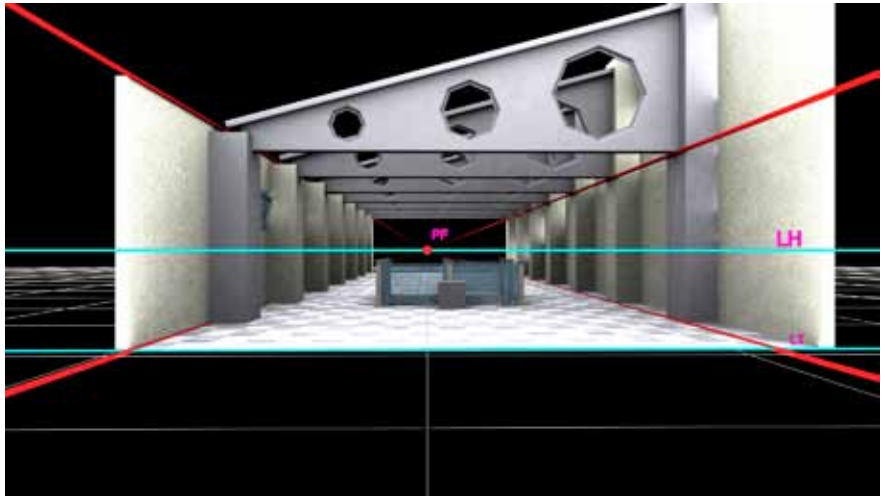


Figura 72 - Trabalho final 2 -
estudo da Projeção Cônica - identificação
dos elementos principais do sistema.

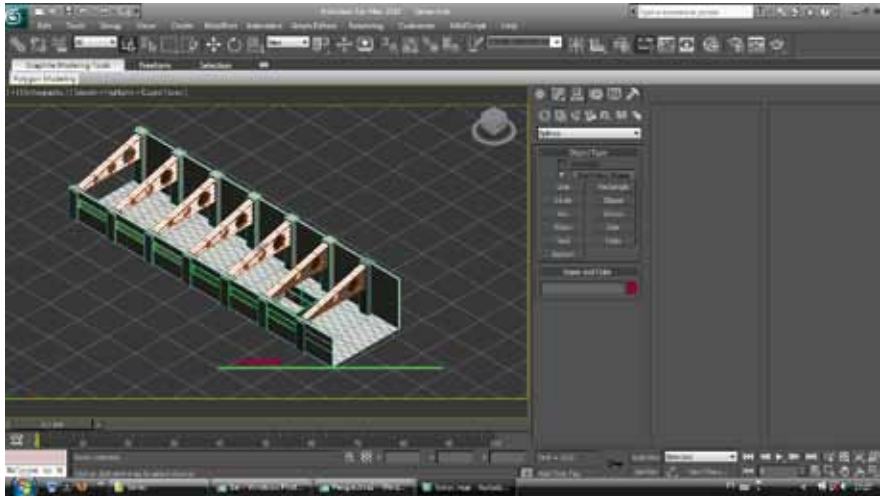


Figura 73 - Trabalho final 2 - estudo da Projeção Cônica - vista isométrica.

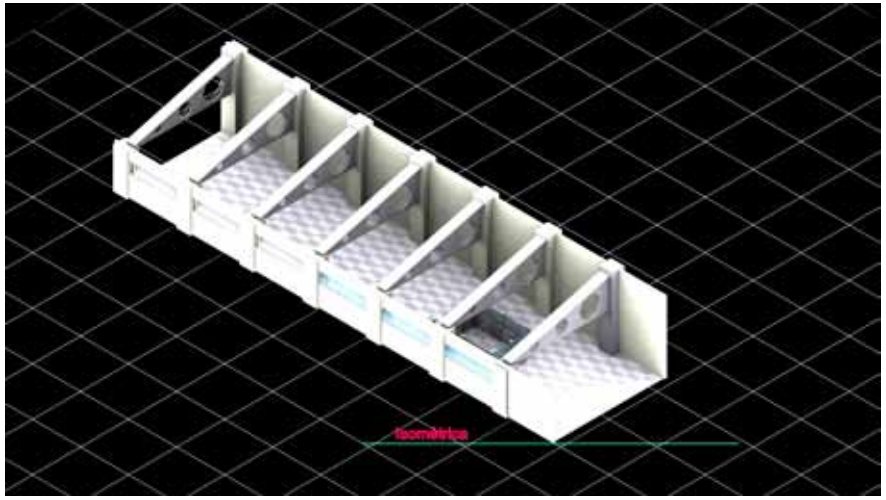


Figura 74 - Trabalho final 2 - estudo da Projeção Cônica - vista isométrica.

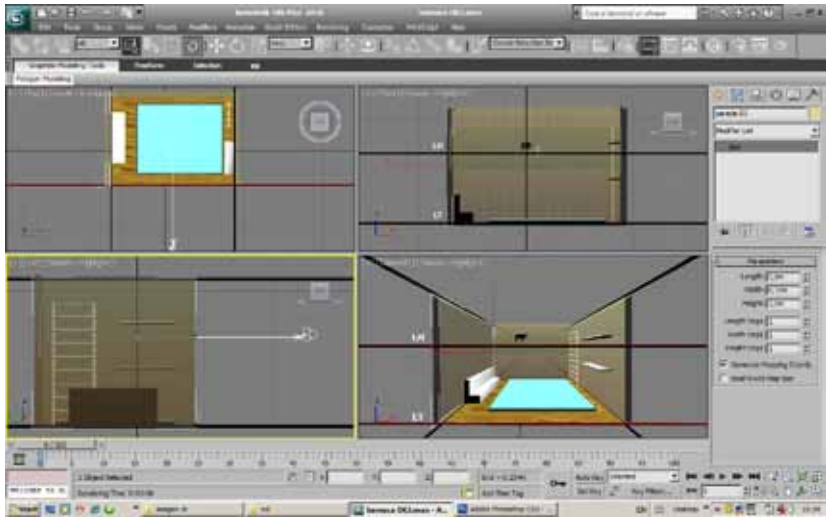


Figura 75 - Trabalho final 3 – estudo da Projeção Cônica – trabalho de aluno realizado no programa *3d Studio Max*.

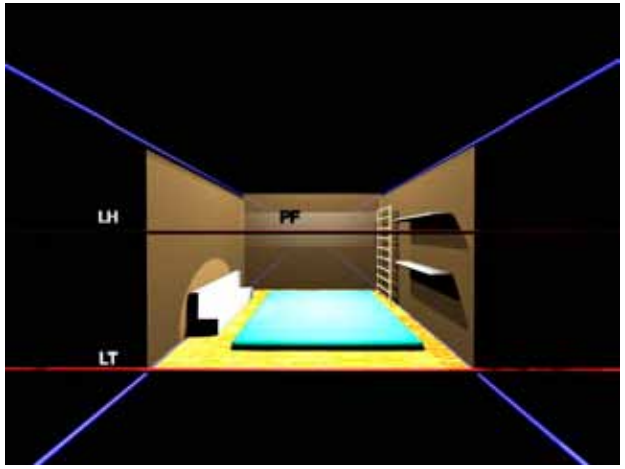


Figura 76 - Trabalho final 3 – estudo da Projeção Cônica – identificação dos elementos principais do sistema.

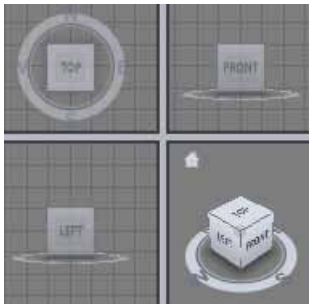


Figura 77 - *ViewCube*

Durante a realização destes exercícios, utilizando-se o programa 3D, foi observado que os alunos estão totalmente adaptados à visualização do espaço virtual tridimensional e preferem construir o modelo visualizando-o pela *viewport* da perspectiva, utilizando as demais vistas apenas para conferir e pequenos ajustes. Cada aluno amplia a visão da *viewport* da perspectiva para a tela inteira e utiliza o cubo de visualização (*ViewCube*) (Fig. 77) para consultar as demais vistas, quando necessário.

Esta situação reforça a idéia que o aluno com experiência no uso do espaço virtual por meio do ciberespaço e/ou dos *games* tem facilidade em manipular as três dimensões do objeto virtual simultaneamente, ou seja, ele percebe todas as faces do objeto de forma integrada; e por isso é tão difícil para este aluno representar separadamente as vistas que compõem o sistema de dupla projeção ortogonal, quando desenhadas sobre o suporte tradicional do papel.

Os exercícios desenvolvidos ao longo da disciplina de Geometria dos Sólidos evidenciam a importância no desenvolvimento cognitivo do aluno com o uso do computador e dos programas gráficos, mostrando a necessidade de se alterar os conteúdos de ensino das disciplinas de geometria e desenho de representação, a fim de que estas disciplinas estejam mais interligadas à disciplina de projeto e, desta forma, possibilitem ao aluno uma maior desenvoltura no seu processo de criação e execução do objeto tridimensional. Não é suficiente que os alunos tenham facilidade em usar os programas 3D na aprendizagem dos conteúdos relacionados à tridimensionalidade do espaço, muitas vezes empregando o programa apenas como um instrumento de representação. O importante é permitir o uso tanto dos meios tradicionais

como dos computacionais em todas as fases do projeto, trabalhando de forma complementar, proporcionando uma maior e melhor utilização destes recursos.

Os exercícios mostraram que os alunos do curso de Digital & Virtual Design que possuem conhecimentos inerentes à construção do espaço por meio dos conteúdos das disciplinas de Geometria e de Desenho, conseguem alcançar resultados mais significativos na elaboração de seus projetos, na medida em que estes estudantes procuram utilizar os programas buscando integrar os conhecimentos teóricos à realização prática, associando os conteúdos das diversas disciplinas do curso e desta forma contribuindo para o seu aperfeiçoamento profissional.

Capítulo 4

A contribuição dos meios computacionais no ensino de Geometria

Capítulo 4

4. Introdução

Neste capítulo serão demonstrados os contributos que os meios computacionais proporcionam à modernização do ensino de Geometria, dentro da área do Design, especificamente no curso de Digital & Virtual Design, expondo-se a importância do ensino da representação gráfica sobre o suporte físico e digital e destacando-se as potencialidades de cada meio. A realidade aumentada[1] será apresentada como exemplo de aplicação dos conceitos geométricos inerentes à área de atuação do designer de Digital & Virtual, procurando-se enfatizar a importância da disciplina de Geometria dentro do estudo da representação do espaço virtual e o uso dos conceitos geométricos implícitos nos programas 3D.

4.1. A modernização da disciplina de Geometria

Como enfatizou Luigi Cocchiarella "a arquitetura é um evento espacial, e o espaço é um argumento da Geometria" (COCCHIARELLA, 2006: 2). Assim, é possível compreender que os conceitos geométricos são a base para a compreensão e representação do espaço e que a disciplina de Geometria deve ser ministrada de forma a proporcionar aos alunos as ferramentas necessárias para o desenvolvimento do seu raciocínio espacial para a concretização de seus projetos.

---

[1] Apesar de ainda não ter sido utilizada em sala de aula, os trabalhos empregando a realidade aumentada são uma proposta para verificação da importância da disciplina de Geometria, no desenvolvimento dos alunos de Digital & Virtual Design.

Se no início a introdução das tecnologias computacionais ofereceu à disciplina de Geometria apenas a troca de instrumentos de precisão[2] para viabilizar a representação do projeto, atualmente o uso de programas 3D possibilita, por exemplo, o estudo da geometria topológica, que permite a construção de formas orgânicas complexas, viabilizando uma solução projetual que não poderia ser registrada de forma precisa pelos instrumentos tradicionais. Rika Oxman, comenta que na ultima década, a arquitetura esteve envolvida no desenvolvimento do uso da geometria complexa para a viabilização das formas livres e orgânicas e na busca de processos de fabricação e tecnologias de construção para esta nova concepção formal. Estes procedimentos utilizados pela arquitetura e possibilitados pelo uso dos meios digitais estão influenciando a teoria, o conceito e a metodologia do design, promovendo uma nova maneira de produzir o próprio design. "O desenvolvimento prático e conceitual estão evoluindo simultaneamente" (OXMAN, 2007:103), criando novas regras para o uso da tecnologia digital, ao introduzir os conceitos de uma geometria mais livre que não corresponde mais a linguagem formalista, encapsulada nos procedimentos tradicionais. Deste modo, é imprescindível que dentro dos cursos de Design ocorra a integração dos conteúdos teóricos, aliada ao uso das tecnologias, como advertiu Arivaldo Amorim[3].

Rivka Oxman salienta ainda que se os procedimentos do design digital estão presentes nos princípios geradores da forma do modelo, "há uma necessidade de envolver a teoria

[2] Os materiais tradicionais, como régua, esquadros, compasso e régua de escalas, por exemplo, foram substituídos pelos programas gráficos, como o *AutoCAD*.

[3] Ver anexo – Entrevista Arivaldo Amorim.

pedagógica do design digital, que acomoda esta modificação, na base do conhecimento" (OXMAN, 2007:101). Na disciplina de Geometria, os conceitos teóricos apresentados por meio dos instrumentos tradicionais e incorporados aos programas 3D permitem aos alunos a compreensão da construção do espaço, associando os conhecimentos da geometria tradicional com as potencialidades oferecidas pelo computador. Ao comparar o processo de criação utilizando os instrumentos tradicionais e computacionais, Luigi Cocchiarella, explicou os desenhos realizados pelos processos tradicionais deveriam ser chamados de *image-model*, na medida em que apresentam uma série de imagens estáticas para representar o espaço, ficando a cargo da mente a compreensão do objeto tridimensional. Enquanto que as imagens produzidas pelos programas 3D deveriam ser identificadas por *model-image*, que segundo o autor, seriam imagens apresentadas por uma série, dinâmica e ilimitada, de representações extraídas do próprio modelo, enfatizando que o uso de modelos 3D permite a mente compreender o objeto no próprio ambiente tridimensional. Cocchiarella declara que ambos os registros, tradicional e computacional, utilizam os princípios da geometria, contudo, a *image-model* representada bidimensionalmente sobre o suporte tradicional, só poderia ser verificada sobre o suporte tridimensional da maquete ou da própria construção do objeto, enquanto que o *model-image*, representado digitalmente o objeto no espaço tridimensional do computador, permite fornecer todas as informações necessárias para a sua construção, tanto as bidimensionais, quanto as tridimensionais (COCCHIARELLA, 2006: 6).

Ao integrar o uso dos meios computacionais ao ensino da Geometria, o aluno percebe como a construção das formas tradicionais pode ser explorada pelos instrumentos

computacionais, permitindo o desenvolvimento de formas complexas no espaço virtual dos programas 3D.

Segundo Claudio Soares[4], é fundamental que a disciplina incorpore o uso dos meios computacionais ao ensino dos conteúdos teóricos, na medida em que os conceitos geométricos não se alteram com o uso dos meios computacionais, ou seja, os sólidos platônicos ou as projeções paralelas ou cônicas continuam sendo regidos pelas mesmas leis apresentadas pela geometria tradicional. O que se altera em relação ao uso instrumental do programa 3D é o processo de construção da imagem representada, que é derivada do modelo construído no espaço virtual do computador e dos recursos fornecidos pelo programa 3D.

Dentro da disciplina de Geometria, o uso dos recursos computacionais é utilizado tanto no aperfeiçoamento instrumental, buscando na precisão dos programas gráficos a representação do objeto tridimensional, como na ampliação dos recursos para a viabilização de novas concepções projetuais.

Para Rivka Oxman, as metodologias digitais permitem a criação e utilização de processos que não poderiam ser utilizados no período em que só havia a base sobre o papel, e desta forma é necessário mudar os processos tradicionais e a seqüência de trabalho no processo de design. No meio dessas mudanças do design digital versus os processos convencionais,

[4] Ver no anexo a entrevista com Claudio Soares.

existe uma relação entre o conceito e a matéria, a forma e o material (OXMAN, 2007:102 e 103). Em relação ao processo de criação, como explicou Wilson Flório, "a passagem da geometria descritiva para a geometria topológica, implicou na libertação do conjunto de formas" (FLORIO, 2009:s/p). Assim, o computador possibilita ao aluno o estudo de novos elementos tridimensionais que podem ser criados em virtude do processamento de dados realizado pelo programa 3D. Na disciplina de Geometria dos Sólidos foi possível verificar que, ao possuir experiência no uso dos programas 3D, o aluno modela o objeto a ser criado diretamente no espaço virtual, observando-o por meio da *viewport* da perspectiva, utilizando as demais *viewport*s apenas para conferir a modelagem. Esta maneira de conceber o modelo altera o processo de aprendizagem, na medida em que o paradigma de projetação não está mais fundamentado no desenho das vistas ortogonais, como enfatizou Amorim[5], processo este que era utilizado antes do advento do computador. Segundo Rivka Oxman, a teoria baseada no design digital é uma antítese ao paradigma formal da era pós-moderma, na medida em que influenciadas pelas tecnologias digitais, permitem a realização de formas generativas relativas a complexidade da geometria topológica (OXMAN, 2007:105). Deste modo, com o uso dos programas 3D, o aluno constrói o modelo percebendo a relação de todas as partes que compõem o objeto, o que torna o ato de projetar muito mais complexo. Para Amorim, com o computador nós "construímos virtualmente, usando os elementos arquitetônicos e construtivos com todos os seus atributos. Saímos do domínio do desenho, para o domínio da informação" (AMORIM, 2009:s/p).

[5] Ver no anexo a entrevista com Arivaldo Amorim.

Da mesma forma que o uso de instrumentos, como os esquadros no caso da arquitetura de Frank L. Wright, ou o uso de novos processos construtivos, como o concreto armado, alterara a concepção projetual, o uso dos programas 3D viabiliza uma nova maneira de pensar o projeto. Para acompanhar esta evolução do ato de projetar, a Geometria precisa ministrar os conceitos fundamentais para a representação do espaço, levando em consideração a facilidade com que o programa 3D permite ao aluno criar, manusear e apresentar o objeto tridimensional. O uso do computador não substitui o ensino da geometria tradicional, mas complementa-o, na medida em que o espaço virtual permite ao aluno compreender todas as partes do modelo durante a sua construção. Desta forma, ao incorporar a visualização dos sistemas de projeção por meio dos programas 3D, a disciplina de Geometria permite ao aluno rebater os conceitos geométricos no próprio projeto (WILSON, 2009:s/p).

Levando em consideração que "é necessário, em primeiro lugar, reconsiderar as bases teóricas, o conhecimento e os métodos de design relacionados à emergência do design tecnológico" (OXMAN, 2007:100), ao priorizar o ensino dos conceitos teóricos da representação do espaço, possibilitando o uso de todos os meios, tradicionais e computacionais, a disciplina de Geometria proporciona ao aluno um repertório ampliado na percepção do espaço, fazendo-o compreender a importância da inter-relação entre a concepção, a representação e a realização do objeto tridimensional.

4.2. Do instrumento tradicional ao computacional – o contributo no ensino da geometria

Na maioria das vezes os alunos ingressantes nos cursos de Arquitetura e Design relacionam os conteúdos da disciplina de Geometria à representação dos elementos abstratos do estudo da matemática, tendo dificuldades em reconhecer nos desenhos realizados à mão os conteúdos inerentes ao estudo geométrico da representação do espaço.

Esta dificuldade está relacionada ao fato da disciplina de Geometria ser entendida como rigorosa e técnica, nela se utilizando apenas instrumentos de precisão para a realização dos desenhos de representação. Como explicou Luigi Cocchiarella, "a geometria é freqüentemente relacionada ao saber «dedutivo», preferencialmente nas fases de análise abstrata ou nas fases de desenvolvimento de projeto, mas sempre trabalhando com idéias de formas preexistentes" (COCCHIARELLA, 2006: 2). Desta forma, os alunos não percebem que o desenho de croqui de uma vista superior ou de uma perspectiva, apesar de ser realizado à mão, sem instrumentos de precisão, é um elemento de representação que contém conceitos geométricos. Para Claudio Soares[6], enquanto as disciplinas não forem ministradas de forma interdisciplinar, promovendo a integração entre os conceitos teóricos e práticos, será muito difícil para o aluno estabelecer essa relação.

[6] Ver no anexo a entrevista com Claudio Soares.

Para Luigi Cocchiarella é importante ressaltar que a Geometria, como toda a ciência, tem seu potencial intuitivo, que segundo o autor, permite ao elaborar um projeto não simplesmente empregar modelos derivados de formas pré-existentes, como dá a possibilidade de criar novas formas (COCCHIARELLA, 2006: 2). Desta forma, a disciplina de Geometria tem por objetivo desenvolver a capacidade do aluno da compreensão e da representação espacial, devem ser utilizados todos os métodos e técnicas disponíveis para auxiliá-lo na aprendizagem das propriedades geométricas do espaço tridimensional, bem como na sua representação pelos sistemas de projeção. Essa integração de métodos e técnicas deve contemplar tanto os desenhos realizados à mão como os realizados pelos instrumentos tradicionais e pelo computador, pois, segundo Flório,

> as limitações que o aluno tem na mão, podem ser minimizadas com as tecnologias computacionais e vice-versa. Essa complementaridade é fundamental para a compreensão e evolução no uso dos meios tecnológicos, na medida em que o processo de informatização é irreversível (FLORIO, 2009:s/p).

Ao promover o estudo dos conceitos geométricos de representação do espaço, utilizando os desenhos à mão, com instrumentos tradicionais e computacionais, a Geometria oferece ao aluno um enriquecimento do seu raciocínio espacial, procurando empregar as propriedades geométricas necessárias para melhor representar o objeto a ser criado, capturando o melhor em cada meio de expressão. Deste modo, a disciplina passa a valorizar o conhecimento teórico dos conceitos geométricos, relacionando-os ao meio gráfico utilizado. Ao trabalhar sobre os vários suportes para a representação do objeto tridimensional, o aluno passa a perceber

o que cada meio pode oferecer para o desenvolvimento do seu raciocínio espacial, observando como os conceitos geométricos são transferidos de um suporte para o outro, e nessa passagem quais conceitos são incorporados, suprimidos ou potencializados pelo novo meio. Para Amorim e Soares[7], se por um lado o uso dos meios computacionais automatizou uma série procedimentos para a realização do registro gráfico de um projeto, como, por exemplo, a colocação de cotas ou texturas, ou até mesmo a visualização das projeções ortogonal e/ou cônica de um dado modelo, por outro lado o uso dos programas gráficos potencializou o estudo da geometria topológica que não encontrava no registro tradicional o suporte ideal para o seu desenvolvimento e aplicação no processo construtivo. Como explicou Rivka Oxman, o design digital tem como característica a forma originada pela geometria topológica, na evolução da estrutura espacial, na organização não hierárquica e complexa, na hiper-conectividade espacial. E nesse sentido, todas estas características seriam difíceis de serem executadas, tanto na sua representação, como na sua execução, antes da aplicação do design digital (OXMAN, 2007:103). Deste modo, não há uma perda, mas um avanço no uso do meio computacional, ao permitir a concepção de novas relações projetuais.

[7] Ver no anexo as entrevistas de Arivaldo Amorim e Claudio Soares.

4.3. A realidade aumentada[8] - visualizando o objeto virtual no espaço real

Em virtude da abrangência que os conceitos geométricos têm nos cursos de Arquitetura e Design, é importante direcionar a disciplina de Geometria para a área de atuação profissional pretendida pelo aluno.

Na medida em que, ao se utilizar os programas 3D para a elaboração do objeto tridimensional, o espaço virtual permite construir qualquer modelo[9], é importante enfatizar para o aluno que o objeto tridimensional deve ser exequível. Nesse sentido, para cursos de Arquitetura e/ou Design de Objetos, é importante que o aluno possa concretizar o modelo concebido no espaço virtual por meio das máquinas de prototipagem que "caracterizam-se pela capacidade de construir sólidos físicos tridimensionais a partir de modelos virtuais em 3D, sem nenhuma necessidade de desenhos para a produção" (SOARES, 2006:122). Contudo, para que o objeto tridimensional possa ser concretizado pela máquina de prototipagem é necessário que as formas que compõem o modelo estejam sob as leis que regem a geometria, para que a máquina possa identificar os pontos de concordância entre as curvas, por exemplo, e construir o objeto de forma correta.

---

[8] Neste trabalho será utilizado o termo realidade aumentada, mas durante a pesquisa foi empregado o termo realidade ampliada, com o mesmo significado.

[9] Diferentemente do espaço físico, os modelos no espaço virtual podem sofrer interferências de simulações de fenômenos ambientais, por exemplo, e voltar ao seu estado original.

No curso de Digital & Virtual Design, a disciplina de Geometria dos Sólidos está centrada no desenvolvimento da representação do espaço tridimensional utilizando diversos meios como suporte da representação, priorizando, contudo, o meio computacional em virtude do futuro designer de Digital & Virtual utilizar o espaço virtual como suporte da sua atividade. Deste modo, como o objeto resultante do trabalho desta área do design é um objeto virtual, que se manterá dentro do espaço virtual do computador, ou do *videogame*, e mesmo interagindo com o espaço real, como o *Vídeo Mapping*, continuará sendo uma imagem virtual, os conceitos geométricos são ministrados visando à compreensão do objeto tridimensional tanto no espaço real como no virtual, não necessitando para isso a sua concretização pela máquina de prototipagem. No entanto, visando à compreensão dos conteúdos da disciplina à sua aplicação na área de atuação, esta pesquisa mostra que seria produtivo que o aluno pudesse concretizar seu projeto por meio da realidade aumentada.

A realidade aumentada está inserida em um processo mais abrangente denominado realidade misturada, que se caracteriza "pela sobreposição de objetos virtuais tridimensionais gerados por computador com o ambiente físico, mostrada ao usuário, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, em tempo real" (KIRNER e TORI, 2006:23). A realidade misturada pode tanto apresentar um objeto virtual no espaço físico, como incorporar um objeto concreto no espaço virtual, utilizando dispositivos tecnológicos sofisticados como um capacete capaz de misturar imagens concretas com virtuais, ou sistemas mais simples onde o monitor do computador mostra a captação da imagem do espaço físico por uma *webcam*, integrando elementos virtuais (KIRNER e TORI, 2006: 23).

A realidade misturada é subdividida em duas áreas: a da realidade aumentada que acrescenta objetos virtuais no espaço físico e a da virtualidade aumentada que agrega elementos capturados do espaço concreto, incorporando-os ao espaço virtual; em ambos os casos todo o processo ocorre em tempo real. A interação dos espaços, físico e virtual, está sempre presente na realidade misturada; no entanto, na realidade aumentada se sobressai a característica do espaço físico, enquanto a visualidade aumentada enfatiza o uso do espaço virtual.

A diferença básica entre a realidade virtual e a realidade misturada está centrada na percepção do espaço. Enquanto a realidade misturada procurar integrar o espaço físico com o virtual por meio de dispositivos que mantêm a percepção do individuo no espaço físico, a realidade virtual procura remeter a percepção para o espaço virtual, desvinculada do espaço físico. Segundo Claudio Kirner e Romero Tori,

> diferentemente da realidade virtual, que transporta o usuário para o ambiente virtual, a realidade aumentada mantém o usuário no seu ambiente físico e transporta o ambiente virtual para o espaço do usuário, permitindo a interação com o mundo virtual, de maneira mais natural e sem necessidade de treinamento ou adaptação (KIRNER e TORI, 2006:22).

Milgran definiu a classificação dos métodos de visualização da realidade misturada como sendo:

a) realidade aumentada com monitor (não imersiva) que sobrepõe objetos virtuais no mundo real;

b) realidade aumentada com capacete (HMD) com visão óptica direta (see-though);

c) realidade aumentada com capacete (HMD) com visão de câmera de vídeo montada no capacete;

d) virtualidade aumentada com monitor, sobrepondo objetos reais obtidos por vídeo ou textura no mundo virtual;

e) virtualidade aumentada imersiva ou parcialmente imersiva, baseada em capacete (HMD) ou telas grandes, sobrepondo objetos reais obtidos por vídeo ou textura no mundo virtual;

f) virtualidade aumentada parcialmente imersiva com interação de objetos reais, como a mão, no mundo virtual (Adaptado de MILGRAM, 1994 *apud* KIRNER e TORI, 2006: 26 e 27).

Dentro da realidade misturada, a realidade aumentada de caráter não imersivo permite a visualização simultânea das imagens reais e virtuais utilizando, basicamente, um computador com câmera para a captação e a visualização da imagem do espaço físico e um programa específico para realidade virtual, com o qual são posicionados os pontos de referência dos objetos virtuais para a combinação das imagens, físicas e virtuais (KIRNER e TORI, 2006:28). Em função dos equipamentos serem de fácil aquisição e manuseio, a realidade aumentada tem permitido o seu uso sem restrições em ambientes fechados ou abertos (KIRNER e SISCOUTTO, 2007:05).

O programa para realizar trabalhos com realidade aumentada prepara o sistema para a elaboração do ambiente hibrido, sendo necessário calibrar o posicionamento do objeto virtual no espaço físico, que poderá ser realizado de modo "interativo e visual ou baseado em

parâmetros de posição" (KIRNER e TORI, 2006:29), permitindo a interação do usuário como os objetos, virtual e físico, tanto em imagens fixas como em movimento, em tempo real.

Existem vários programas para a realização de trabalhos com realidade aumentada[10]. O mais popular é o ARToolKit.

> ARToolKit é uma biblioteca de software baseada nas linguagens C e C++, usada para o desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada. Este ambiente de desenvolvimento baseia-se no uso de marcadores (cartões com uma moldura retangular e com um símbolo marcado em seu interior, funcionando como um código de barra), permitindo o uso de técnicas de visão computacional para calcular a posição da câmera real e sua orientação em relação aos marcadores, de forma a fazer com que o sistema possa sobrepor objetos virtuais sobre os marcadores. ARToolKit é um código aberto que possibilita alteração e ajustes para aplicações específicas (KIRNER e TORI, 2006: 30).

A realidade aumentada, ao trabalhar com interfaces tangíveis por meio dos cartões com marcadores, proporciona uma maior naturalidade na percepção do objeto virtual integrado ao espaço físico, na medida em que a tecnologia utilizada não está em evidência, permitindo que o usuário manipule facilmente o objeto virtual vinculado ao marcador, visualizando-o por meio da câmera e da tela do computador. Esta facilidade de utilização tem permitido o uso

---

[10] Estes são programas para a realização de trabalhos em realidade aumentada: "*ARToolKit* [Billinghurst, 2006], MRT [Freeman, 2005], *Studierstube* [Schmalstieg, 2002], *Tiles* [Poupyrev, 2001], *APRIL* [Ledermann, 2005], *DART* [MacIntyre, 2003], *MARS* [Guvem, 2003], *AMIRE* [Zauner, 2003], *MXRToolKit* [Mixed Reality Lab Singapore, 2006], *LibTab* [Technotecture, 2005]" (KIRNER e TORI, 2006:29).

da realidade aumentada em treinamentos, livros educativos, jogos e entretenimentos, publicidade, eventos culturais e esportivos, entre outros (KIRNER e TORI, 2006:33).

Para elaborar um trabalho com realidade aumentada que se caracteriza por rastrear os "pontos em um espaço real por um arranjo binocular de câmeras, tendo como referência um marcador detectado" (CONSULARO *et al*, 2007:49) por um programa de realidade aumentada, por exemplo, o ARToolkit, o aluno necessita ter conhecimento do funcionamento do registro da imagem pela câmera, ou seja, noção de perspectiva (Fig. 78 e 79), entender o sistema binocular do olho humano, a estereoscopia[11] e saber identificar no espaço 3D "pelo menos, dois sistemas de coordenadas: aquele que toma como referência a câmera e um outro arbitrário" (CONSULARO *et al*, 2007:24).

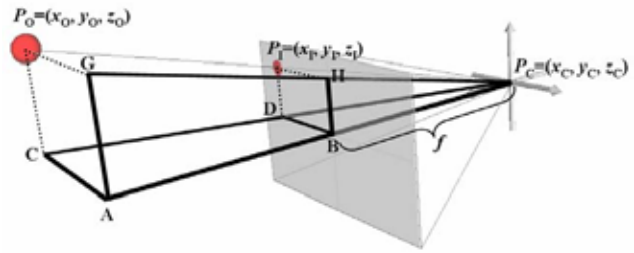


Figura 78 - Realidade Aumentada - Modelo de projeção em perspectiva mostrando a geometria da formação da imagem e os 3 pontos de interesse deste trabalho: PO, as coordenadas do objeto pontual na cena; PI, as coordenadas da projeção do objeto na imagem; e PC, o centro de projeção da câmera. Disponível em: <www.interlab.pcs.poli.usp.br>. Acesso em: 11 maio 2009.

[11] Estereoscopia é a capacidade de enxergar em três dimensões através da percepção da profundidade em imagens. O processo ocorre quando o cérebro combina em uma única imagem com profundidade as imagens captadas pelo olho esquerdo e direito (SISCOUTTO et al, 2006:221-222).

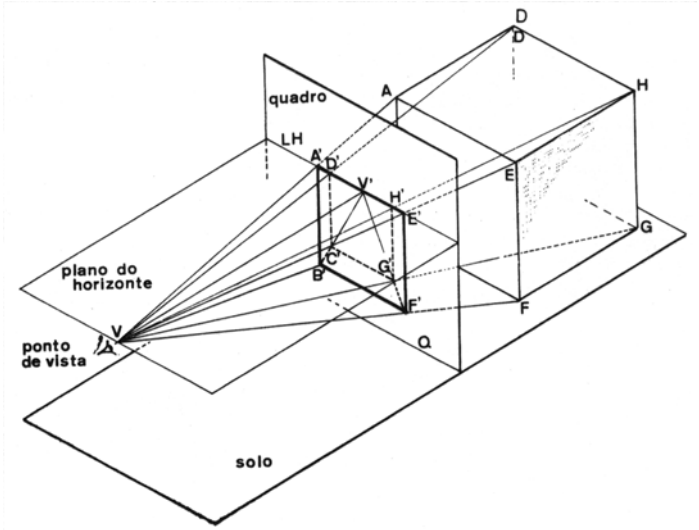


Figura 79 - Esquema construtivo da perspectiva.
SOARES, Luiz Desenho Básico1.

O trabalho de Julian Oliver[12] intitulado **levelHead** (Fig. 80), apresentado no File 2008, em São Paulo, é um jogo de memória realizado com a tecnologia da realidade aumentada, composto por três cubos, tendo em cada face um cartão com um marcador que dá acesso a um ambiente diferente. Cada ambiente tem uma passagem de acesso para o outro cômodo (face do cubo) e o jogador deverá fazer com que o *avatar*, que se encontra dentro do ambiente, encontre a passagem e percorra todos os demais cômodos. Exemplos com este permitem ao aluno perceber como o estudo dos sistemas de projeção é importante para o desenvolvimento do raciocínio espacial.

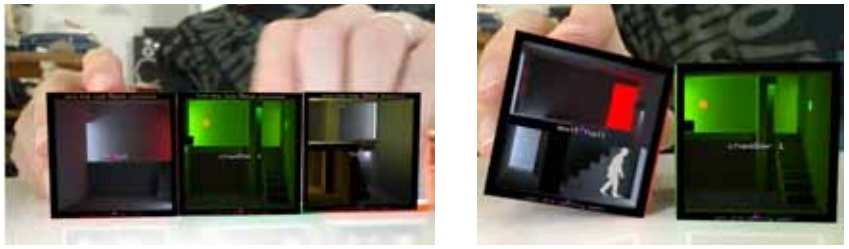


Figura 80 - projeto *levelHead*, de Julian Oliver. Disponível em: <http://vimeo.com/1320756>. Acesso em 04 jun 2009.

[12] O trabalho **levelHead** pode ser visto no site www.julianoliver.com.

Nesta pesquisa a realidade aumentada (Fig. 81) foi utilizada apenas para exemplificar a importância dos conceitos geométricos dentro da área de atuação do designer de Digital & Virtual. Para o aluno é fundamental que a disciplina de Geometria dos Sólidos contemple o estudo da representação dos espaços, físico e virtual, e nesse sentido, o uso da realidade aumentada permite visualizar os objetos criados no espaço virtual integrados ao espaço físico. Deste modo, o aluno passa a construir o modelo não porque domina o uso do programa 3D, mas porque consegue visualizar o processo de construção formado pelo raciocínio espacial desenvolvido pelo estudo da geometria.

Figura 81- Marcador - objeto virtual - Imagem real com objeto virtual

Conclusão

Conclu
são

Esta pesquisa procurou mostrar a importância do ensino da disciplina de Geometria para a formação dos alunos da área de design, tendo como enfoque o curso de Digital & Virtual Design.

Procurando responder à seguinte pergunta: que novo espaço surge na representação tridimensional com o uso dos meios digitais? Foram apresentados os principais conceitos de espaço, começando-se com a preocupação dos gregos como o espaço heterogêneo; passando-se pela Idade Média, onde, segundo Panofsky, se desenvolveu a base conceitual do espaço sistematizado do Renascimento (PANOFSKY, s/d:50); que, por sua vez, viria a ser questionado mais tarde pelo espaço absoluto de Newton, pelo relacional de Leibniz e pelo relativista de Einstein, quando este demonstrou a existência da 4º dimensão; e chegando-se, finalmente, ao ciberespaço, em função do qual a percepção espacial não é tangível, mas virtual. Após conceituar-se o espaço, foram analisados os processos de representação do espaço tridimensional, descrevendo-se os sistemas de projeção paralelo e cônico. Cada sistema de projeção foi estudado enfatizando-se a importância que o ensino dos conceitos geométricos promove na compreensão do espaço tridimensional. Ao estudar-se os sistemas de projeção, foram analisadas as suas aplicações nos vários suportes físicos e digitais, mostrando o desenvolvimento da representação espacial.

Na presente pesquisa foi possível observar que o uso dos meios computacionais permitiu o acesso ao espaço imaterial, intangível, ilimitado do ciberespaço, que possibilita a criação de modelos virtuais, que não apenas representam a imagem do objeto tridimensional, mas

suportam a simulação de fenômenos e comportamentos muitas vezes impossíveis de se estudar no ambiente físico. Nesse sentido, o modelo virtual alterou o paradigma da criação do objeto tridimensional, na medida em que, dentro da atuação profissional do designer Digital & Virtual, o modelo virtual é ao mesmo tempo objeto e representação, ou seja, o registro gráfico sobre o suporte bidimensional, que antecedia a criação do objeto tridimensional e continha todas as informações para sua execução, passou a ter outra importância na hierarquia do processo de criação. Não é mais determinante, mas consequência da criação. É preciso deixar claro que o uso dos programas gráficos não descartou o uso do registro gráfico tradicional, realizado à mão ou com o auxílio de instrumentos tradicionais, mas que, ao criar o modelo virtual utilizando os meios computacionais, o processo de criação parte do modelo para retirar dele próprio todas as informações necessárias a sua viabilização. No caso específico do designer de Digital & Virtual, o modelo produzido no ambiente virtual é o próprio objeto tridimensional, ou, em outras palavras, ninguém imprime um jogo de *videogame* para jogá-lo. O objeto criado é o mesmo utilizado pelo usuário. No processo de desenvolvimento do modelo virtual, podem e devem ser utilizados os recursos de representação envolvidos no paradigma do desenho; contudo, ao utilizar-se os meios computacionais, este processo não é mais determinante para a realização do objeto final, como era antes do advento informático.

Este novo paradigma projetual pode ser observado nos exercícios desenvolvidos ao longo da disciplina de Geometria dos Sólidos, do curso de Digital & Virtual Design, onde os alunos são estimulados a utilizar todos os meios disponíveis para a representação do projeto, enfatizando o conceito geométrico contido em cada sistema de representação. A análise da

evolução da Geometria, dentro da área do Design, verificando-se os comportamentos do aluno e do professor, demonstrou que não é possível impedir o uso dos meios computacionais no ensino da representação do objeto tridimensional. Deste modo, compete ao professor extrair os conceitos teóricos de geometria, intrínsecos aos programas 3D, demonstrando ao aluno familiarizado com o instrumento computacional a importância deste conhecimento no seu desenvolvimento projetual. Na medida em que o meio utilizado interfere no processo criativo, disponibilizando recursos não encontrados em outros meios, o aluno, que tem a oportunidade de desenvolver seus projetos utilizando desde os instrumentos tradicionais até os programas 3D, incrementa a sua percepção espacial, extraindo de todos eles o melhor que cada meio pode proporcionar ao seu projeto.

O estudo de caso do ensino de geometria, no curso de Digital & Virtual Design, enfoca uma área muito específica do conhecimento onde o profissional atua integralmente com o espaço virtual. Dentro da área de Digital & Virtual, o uso do computador e dos programas gráficos 2D e 3D são instrumentos comuns de trabalho: desta forma, a disciplina de Geometria dos Sólidos optou por aproveitar as vantagens oferecidas pelo meio computacional, possibilitando, simultaneamente, o uso dos meios tradicionais. À primeira vista, pode parecer que o uso dos meios tradicionais poderia ser abolido do processo de aprendizagem, em vista de não ser exigido ao designer de Digital & Virtual a elaboração de um desenho em vista superior, ou em projeção cônica, ambos construídos a partir dos instrumentos tradicionais. No entanto, além de verificar que o desenvolvimento da percepção espacial do aluno é alargado ao utilizar-se diferentes processos de representação, o estudo da realidade aumentada enfatizou

a necessidade do ensino da representação do espaço, tanto físico como virtual. Ao interagir o objeto virtual com o espaço físico, o designer de Digital & Virtual necessita ter conhecimento de como funciona a projeção cônica, base da câmera para registrar o espaço físico, juntamente com o sistema de visualização do olho humano, para encontrar as coordenadas espaciais que permitirão a implantação correta do objeto virtual no espaço físico.

Quando os computadores foram introduzidos no ensino, era comum encontrar quem acreditasse que os programas 2D e 3D iriam substituir o desenho à mão e os instrumentos de desenho técnico e que não seria mais necessário aprender os elementos geométricos fundamentais da construção da perspectiva, por exemplo, na medida em que a visualização do modelo virtual poderia ser registrada pela câmera inserida no programa. Esta pesquisa focou o seu objeto de estudo na perspectiva, descrevendo o seu referencial histórico e o seu processo construtivo até a sua aplicação na visualização do espaço tridimensional pelos programas 3D, ressaltando a importância do ensino dos conceitos geométricos inerentes ao estudo da projeção cônica, aplicados à área do Design e, principalmente, no curso de Digital & Virtual Design. Por meio do estudo da perspectiva, foi possível demonstrar que o ensino da disciplina de Geometria pode ser potencializado com o uso dos meios computacionais.

Na disciplina de Geometria dos Sólidos, o uso do espaço virtual do computador tem facilitado a visualização dos conceitos geométricos tridimensionais utilizados pelos sistemas de projeção, no caso estudado a perspectiva, enfatizando não apenas o processo construtivo, mas o conceito geométrico implícito na visualização pela câmera, proporcionando ao aluno os

elementos necessários para a sua aplicação na construção dos espaços híbridos, físico e virtual, obtidos pela realidade aumentada.

O uso dos meios computacionais no ensino da disciplina de Geometria contribuiu para o desenvolvimento de um novo processo de criação do objeto no espaço tridimensional, que partindo do modelo virtual obtém todos os elementos necessários para sua viabilização. Ao incorporar todos os instrumentos e métodos para a representação do espaço, aliados à capacidade de processar cálculos numéricos com rapidez e exatidão, os programas 3D possibilitaram a criação de formas complexas, incrementando o estudo da geometria topológica. Deste modo, é possível concluir que o uso dos meios computacionais no ensino da geometria promove o desenvolvimento da capacidade do aluno em projetar objetos tridimensionais que não poderiam ser executados sem o processamento de dados realizado pelos computadores. Ao privilegiar a aprendizagem dos conceitos geométricos, o uso do computador deixa de ser apenas um instrumento para delinear formas geométricas, para ser um meio pelo qual a geometria possa ser compreendida visualmente.

Referências Bibliográficas

Referên cias

A - Fontes Impressas

ALVES, William P. **Corel Draw 11:** descobrindo e conquistando. São Paulo: Érica, 2003.

ARAÚJO, Denise Correa. (Org.). **Imagem (Ir) Realidade.** Porto Alegre: Sulinas, 2006.

AZEVEDO, Eduardo; CONCI, Aura. **Computação Gráfica:** Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

BAGGIOTTO, Anny Liege Copetti. **A Natureza da Interface Linguagem Audiovisual-Linguagem.** Tese de doutorado em Comunicação Social. Orientador Prof. Dr Jacques A. Wainberg Porto Alegre: PUC-RS, 2006.272p.

BATES-BRKLJAC, Nada. "Assesing perceived credibility of tradicional and computer generated architectural representations." **Design Studies** (2008).

BATTAIOLA, André Luiz, et al. "Desenvolvimento da interface de um software educacional com base em interfaces de jogos." **Edugaph** (2002): s/p.

BOMFIM, Gustavo Amarante. **Ideias e Formas na História do Design: uma investigação estética.** Apostila. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba – Departamento de Desenho Industrial: 1995.

BOYER, Carl B. **História da Matemática.** Traduçao de Elza F. Gomide, São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1998.

BRASIL, Luciano de Faria. **A Espacialidade do Dasein: Um Estudo sobre o § 24 de Ser e Tempo.** Dissertação de Mestrado em Mestre em Filosofia, Área de Concentração em Filosofia do Conhecimento e da Linguagem.. Porto Alegre: PUC-RS, 2005.120p.

CADOZ, Claude. **Realidade Virtual**. tradução de Paulo Goya, São Paulo: Editora Ática, 1994.

CARAMELLA, Elaine. "A janela como moldura de especialidade". In: FERRARA, Lucrécia D'Alessio. (Org.). **Espaços Comunicantes.** São Paulo: Annablume/Grupo ESPACC, 2007, pp. 221-232.

CHING, Francis D. K. **Representação Gráfica para Desenho e Projeto**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1998.

CONSULARO, Luís Augusto, Regina Célia COELHO; CALONEGO JR, Nivaldi. "Rastreamento Óptico para Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada." In: KIRNER, Claudio; SISCOUTTO, Robson Augusto (Orgs.). **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações.** Porto Alegre: Editora SBC, 2007, pp. 22-51.

COCCHIARELLA, Luigi. "Geometry and graphics in spatial invention: among mind, hand, and digital means." In: **12th International Conference on Geometry and Graphics - ISGG.** Salvador: Anais do ISGG, 2006, pp. 1-10.

COSTA, Cristina. **Educação, Imagem e Mídias.** Vol. XII. São Paulo: Cortez, 2005.

COSTA, Ricardo da. "Um Espelho de Príncipes artístico e profano: a representação das virtudes do Bom Governo e os vícios do Mau Governo nos afrescos de Ambrogio Lorenzetti (c. 1290-1348?)." In: **Utopía y Praxis Latinoamericana – Revista Internacional de Filosofìa Iberoamericana y Teoría Social.** 23.ago.2003: pp. 55-71.

CUNHA, Luis Veiga da. **Desenho Técnico.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991.

FERRARA, Lucrécia D'Alessio, org. **Espaços Comunicantes.** São Paulo: Annablume; Grupo ESPACC, 2007a.

_____. "Espacialidades do espaço". In: FERRARA, Lucrécia D'Alessio. (Org.). **Espaços Comunicantes.** São Paulo: Annablume/Grupo ESPACC, 2007b. pp. 9-24.

_____. "Espacializar e organizar". In: FERRARA, Lucrécia D'Alessio. (Org.). **Espaços Comunicantes.** São Paulo: Annablume/Grupo ESPACC, 2007c, pp. 27-37.

_____. **Design em espaços.** São Paulo: Edições Rosari, 2002.

FLORES, Claudia. **Olhar, saber, representar:** sobre a representação em perspectiva. São Paulo: Musa, 2007.

FLÓRIO, Wilson. **O uso de ferramentas de modelagem vetorial na concepção de uma arquitetura de formas complexas.** Tese de Doutorado em Arquitetura, Área de concentração Tecnologia da Arquitetura. Orientador: Profa. Dra. Elizabetta Romano. São Paulo: FAU-USP, 2005. 477 p.

FRAGOSO, Suely. **O Espaço em Perspectiva**. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2005.

_____. "Perspectivas: uma confrontação entre as representações perspectivas, o conhecimento cientifico acerca do espaço e a percepção cotidiana". In: **Galáxia. Revista transdisciplinar de comunicação semiótica.** n. 6 (2003): 105-120.

_____. "A recepção da perspectiva". In: **Comunicação e Informação.** 2001, pp. 45-58.

_____. "Representações espaciais em novos mídias". In: SILVA, Dinora Fraga da; FRAGOSO, Suely. **Comunicação na Cibercultura.** Vol. 1. São Leopoldo: Unisinos, 2001, pp. 105-115.

GRAU, Oliver. **Arte virtual: da ilusão à imersão.** Tradução de Cristina Pescador, Flávia Gisele Saretta, Jussânia Costamilan São Paulo: Editora UNESP: Editora Senac, 2007.

JACOB, Eduardo Louis. "Outras lentes, outras leituras". In: FERRARA, Lucrécia D'Alessio. (Org.). **Espacos Comunicantes.** São Paulo: Annablume/Grupo ESPACC, 2007, pp. 87-102.

JOHNSON, Steven. **Cultura da interface: como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar.** Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.

KALAY, Yehuda E. **Architecture's new media: principles, theories and methods of computer-aided design.** Massachusetts: The MIT Press, 2004.

KIRNER, Claudio; SISCOUTTO, Robson Augusto. "Fundamentos de Realidade Virtual." In: KIRNER, Claudio; SISCOUTTO,Robson Augusto. (Orgs.). **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações.** Porto Alegre: Editora SBC, 2007, pp. 2-21.

KIRNER, Claudio; TORI, Romero. "Fundamentos de Realidade Aumentada." In: TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOUTTO, Robson Augusto. (Orgs.). **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada.** Porto Alegre: SBC, 2006, pp. 22-38.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura.** Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: 34, 1999.

_____. **O que é o Virtual?** Tradução de Paulo Neves. São Paulo: Editora 34, 1996.

MACHADO, Arlindo. **A Arte do Vídeo.** São Paulo: Brasiliense, 1988.

_____. "Apresentação". In: FRAGOSO, Suely. **O Espaço em Perspectiva.** Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2005, pp. 5-11.

_____. **Máquina e Imaginário: o desafio das poéticas tecnológicas.** São Paulo: Edusp, 1993.

MANOVICH, Lev. "Espaço Navegável". In: MIRANDA, José A. Gragança; COELHO, Eduardo Prado. (Orgs.). **Revista de Comunicação e Linguagens. Espaços.** Vols. 34 e 35. Tradução de Rita Nogueira Conde. Lisboa: Relógio D'Água, 2005, pp. 109-141.

_____. **The language of new media.** Massachusetts: The MIT Press, 2001.

MENESES, Ulpiano T. Bezerra de. "Fontes visuais, cultura visual, História visual. Balanço provisório, propostas cautelares". In: **Rev. Bras. Hist.3** vol.23.45. São Paulo: Sem editora, 2003, s/p.

MITCHELL, William J. "Foreword." TERZIDIS, Kostas. **Expressive form:** a conceptual approach to computational design. New York: Spon Press, 2003, pp. vii-viii.

MOLES, Abraham. **Arte e Computador.** Tradção de Pedro Barbosa, Lisboa: Edições Afrontamento, 1990.

MORAZ, Eduardo; FERRARI, Fabrício A. **Universidade Photoshop.** São Paulo: Digerati Books, 2005.

OKAMOTO, Jun. **Percepção Ambiental e Comportamento.** São Paulo: Plêiade, 1996.

OXMAN, Rivka. "Digital architecture as a challenge for design pedagogy: teory, knolege, models and medium." **Design Studies.** 2007: pp. 99-120.

_____. "Theory and design in the first digital age." **Design Studies.** 2005: pp. 229-265.

PANOFSKY, Erwin. **A Perspectiva Simbólica.** Tradução de Elisabete Nunes. Lisboa: Edições 70, s/d.

PETERSON, Michael Todd. **3D Studio Max: fundamentos.** Rio de Janeiro: Campus, 2000.

PLAZA, Julio; TAVARES, Mônica. **Processos Criativos com os Meios Eletrônicos:** Poéticas Digitais. São Paulo: Hucitec, 1998.

RAHIM, Ali. **Catalytic formations: architecture and digital design.** New York: Taylor & Francis Group, 2006.

REIS, Ana do Carmo. **História da Arte.** Porto: Porto Editora, 1994.

RIOS, José Palacios. **Perspectiva Aerotrifugada.** São Paulo: Hemus, s.d.

SAINZ, Jorge. **El Dibujo de Arquitectura.** Madri: Nerea S. A., 1990.

SANTAELLA, Lucia; NÖTH, Winfried. **Imagem: cognição, semiótica, mídia.** São Paulo: Iluminuras, 1997.

SANTAELLA, Lúcia. "Por uma epistomologia das imagens tecnológicas: seus modos de apresentar, indicar e representar a realidade". In: ARAÚJO, Denise Correa. (Org.). **Imagem (Ir)realidade: comunicação e cibermídia.** Porto Alegre: Sulinas, 2006, pp. 173-201.

SILVEIRA, Luciana Martha. "A (Ir)realidade da cor na fotografia". In: ARAÚJO, Denise Correa. (Org.). **Imagem (Ir)realidade: comunicação e cibermídia.** Porto Alegre: Sulinas, 2006, pp. 173-201.

SILVEIRA, José Euzébio Costa. “Investigação de Metodologia de Ensino de Geometria Descritiva: uma experiência com estudantes de arquitetura e urbanismo.” **Graphica**. 2007: p. 77.

SISCOUTTO, Robson et al. “Estereoscopia.” In: TORI, Romero, Claudio KIRNER; SISCOUTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada.** Porto Alegre: SBC, 2006, pp. 221-245.

SOARES, Cláudio C. P. “Desenho, Representação e os Processos de Produção.” In: **5º Encontro Regional de Expressão Gráfica.** Salvador: Anais do EREG, 2006, pp. 111-126.

VENTURELLI, Suzete. **Arte: espaço_tempo_imagem.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004.

WERTHEIM, Margaret. **Uma História de Espaço de Dante à Internet.** Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

WEISSBERG, Jean-Louis. “Real e Virtual.” In: PARENTE, Andre (org). **Imagem-Máquina: a era das tecnologias do virtual.** Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993. 117-126.

ZUNZUNEGUI, Santos. **Pensar la Imagen.** Madrid: Cátedra/Universidade del País Vasco, 1995.

B – Fontes Virtuais

ALMOULOUD, Saddo; MELLO, Elizabeth. Gervazoni Silva de. **Iniciação à demonstração: apreendendo conceitos geométricos.** 23ª reunião da ANPED. 2000. Disponível em: http://www.anped.org.br. Data do acesso: 24.fev.2009.

MADJAROF, Rosana. **O sofista.** Disponível em: http://www.mundodosfilosofos.com.br. 1999. s/p. Data do acesso: 27.fev.2008.

KLEBER, Antares. Fechado, aberto, finito, infinito, limitado, não-limitado, contorno, sem contorno... O que isso quer dizer?. In: **Observatório Nacional.** Disponivel em: http://www.on.br. Data do acesso: 24.jan.2008.

LEMOS, André L. M. "As Estruturas Antropológicas do Cyberespaço". In: **Cultura e Comunicação.** Salvador: Facon/UFBA, n.35, jul.1996. Disponível em: http://www.facom.ufba.br. Data do acesso: 20mar.2008.

VINCENT, Charles; NARDELLI, Eduardo Sampaio. "Estado da Arte em Projeto Digital: Quanto tempo até logo ali?". In: **III Fórum de Pesquisa Fau.Mackenzie.** São Paulo: Mackenzie, 2007. Disponivel em: http://www4.mackenzie.br. Acesso em: 14.fev.2009.

C – Fontes Orais

AMORIM, Arivaldo Leão de. **Ensino, desenho e computador.** Entrevista concedida a Marly de Menezes Gonçalves. 04.abr.2009.

FLORIO, Wilson. **Ensino, desenho e computador.** Entrevista concedida a Marly de Menezes Gonçalves. 23.mar.2009.

FRAGOSO, Suely. **Ensino, desenho e computador.** Entrevista concedida a Marly de Menezes Gonçalves. 11.out.2007.

LARA, Arthur. **Ensino, desenho e computador.** Entrevista concedida a Marly de Menezes Gonçalves. 30 de outubro de 2007.

NARDELLI, Eduardo Sampaio. **Ensino, desenho e computador.** Entrevista concedida a Marly de Menezes Gonçalves. 30.mar.2009.

SCOLETTA, Eugenio. **Digital & Virtual Design:** curso, alunos e professores. Entrevista concedida a Marly de Menezes Gonçalves. 08.abr.2009.

SOARES, Claudio César Pinto. **Ensino, desenho e computador.** Entrevista concedida a Marly de Menezes Gonçalves. 13.abr.

Anexos

Anexos

ANEXO 1: Projeto: Visualizador de Móveis em Realidade Aumentada

Responsável de Projeto: Daniel Makoto Tokunaga

Responsável de Desenvolvimento: Silvio Ricardo Rodrigues Sanches

Introdução

Este projeto consiste na criação de um sistema para a visualização do espaço físico, integrando objetos tridimensionais pré-modelados em um ambiente virtual, por meio de uma *webcam* convencional e marcadores[1] impressos. Foi utilizada a tecnologia da realidade aumentada para construir um sistema que permita a visualização de objetos virtuais em diferentes perspectivas, auxiliando a aplicação de conceitos inerentes à geometria espacial, como por exemplo, o estudo da perspectiva.

[1] Marcador é um cartão "com uma moldura retangular e com um símbolo marcado em seu interior, funcionando com um código de barra" (KIRNER e TORI, 2006:30)

Escopo

O sistema deve mostrar objetos virtuais, previamente modelados e configurados, em imagens do mundo real capturadas por uma *webcam*. Estes objetos foram registrados[2] nos marcadores impressos, posicionando os objetos em relação ao espaço do mundo real. Desta forma, visualizando o espaço físico e o marcador pela *webcam*, os objetos virtuais aparecem espacialmente sobre os marcadores impressos em uma folha, produzindo a ilusão ao usuário do sistema de que os objetos virtuais estão presentes no ambiente físico.

Descrição Técnica

Para o desenvolvimento do sistema foi utilizada a biblioteca do software ARToolkit [ARToolkit], que permite o rastreamento da postura[3] de marcadores planos, para a obtenção de informações espaciais, como por exemplo, posição e rotação do marcador.

Os objetos virtuais foram convertidos no formato VRML (.wrl) para serem carregados pelo sistema e foi feita uma configuração prévia destes objetos sobre o sistema de forma que fossem renderizados de forma correta sobre a cena.

---

[2] Registrar significa definir os pontos de ligação entre o objeto virtual e a imagem do marcador.

[3] Postura significa o conjunto de estados possíveis do marcador, neste caso posição e rotação.

Para o rastreamento foram utilizados os seguintes marcadores na renderização dos objetos:

	Sofá Pequeno
	Cadeira Pequena
	Sofá Grande
	Cadeira Grande

Requisitos do Sistema:

- *Webcam*
- Computador com poder de processamento 3D
- Drivers da placa gráfica.
- Sistema operacional Windows Vista.

Uso do Sistema

Para iniciar o sistema deve-se executar o arquivo ARMoveis.exe. que apresentará sobre a tela uma janela com as imagens capturadas pela *webcam*.

É necessário apontar para a câmera algum marcador de forma que toda a parte preta do mesmo seja reconhecida pelo visor, sem oclusão de nenhuma parte. O sistema irá mostrar sobre o marcador o objeto virtual correspondente àquele como descrito na sessão "Descrição Técnica". Caso ocorra oclusão de alguma parte em preto do marcador o sistema pode não funcionar, não mostrando o objeto virtual.

Referências

[ARtoolkit] ARToolkit site: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>. Acessado em 29/05/2009.

ANEXO 2: Orientações para o Trabalho Final da Disciplina de Geometria dos Sólidos

Exercício – Idealização de um ambiente

Estudo dirigido:

A. Temas abordados: Projeções ortogonais. Perspectiva. Representação gráfica. Uso dos meios digitais.

Todo o projeto nasce de uma "sementinha" que brota à medida que buscamos informação para a realização do próprio projeto. A "sementinha" passa a existir no momento em que existe um problema e necessitamos solucioná-lo. Em busca de soluções, saímos à procura de informações sobre tudo que podem estar relacionadas ao problema. Durante o processo, vamos armazenando estas informações em nossa mente que, por meio de processos cognitivos, nos possibilita a idealização de uma ou de várias soluções.

Depois de idealizado o objeto, é necessário utilizar um meio que expresse os elementos fundamentais para a sua execução. O projeto de uma peça ou de um ambiente é o meio que possibilita a compreensão dos vários elementos que formam a peça, apresentando os procedimentos técnicos necessários para a sua execução, bem como a tecnologia a ser empregada.

Ao longo do desenvolvimento da criação do objeto é possível aparecerem alterações em função dos objetivos que se deseja alcançar, dos materiais utilizados e da tecnologia empregada para a sua execução.

Para que a peça idealizada possa ser compreendida por todos, é necessário utilizar um código de representação que expresse fielmente o objeto a ser criado. O desenho é uma linguagem que permite traduzir o pensamento em uma imagem visual. A linguagem do desenho possui vários códigos de representação que permitem ao criador não somente materializar visualmente a peça imaginada, mas também permitem ao idealizador discutir a sua própria idéia. O desenho de croqui permite ao criador dialogar consigo mesmo, registrando suas idéias rapidamente.

Dentro da área do desenho, as projeções ortogonais e a perspectiva são códigos de representação que permitem apresentar visualmente o objeto de forma sistematizada, permitindo que um mesmo projeto possa ser entendido por qualquer um que domine o código de representação.

B. Enunciado do exercício:

Criar um ambiente de uma casa unifamiliar: quarto, sala, cozinha ou banheiro/closet – a escolha do aluno.

a- Espaço do ambiente: 3m x 4m x 2,80m.

b- Criar 3 objetos dentro do ambiente (no mínimo).

c- Os desenhos de croqui do projeto deverão ser scaneados/fotografados e entregues junto do trabalho.

d- Identificar os sistemas de representação utilizados.

e- Utilizar recursos de movimento, câmera e iluminação.

Por meio deste exercício o aluno será capaz de fazer um ambiente que contenha objetos em seu interior, permitindo que este espaço possa ser visualizado por meio de uma câmera.

O objetivo deste exercício é destacar a importância da disciplina de Geometria dos Sólidos, na elaboração de um projeto, utilizando o meio digital.

C. Roteiro de criação:

1. O que devo fazer para realizar este trabalho?
2. Quais os elementos que devem constar no meu projeto?
3. Quais os desenhos que devo fazer?
4. O que deve conter o desenho de croqui?

5. O que é o projeto?
6. Como é o meu ambiente?
7. Quais as peças que compõem o meu ambiente?
8. Como são as vistas superior, frontal e lateral do meu ambiente com os seus respectivos objetos?
9. Qual a melhor projeção para representar o espaço tridimensional do meu ambiente? Projeção Isométrica ou Perspectiva?
10. Como devo construir o meu ambiente e seus objetos, utilizando o 3D S. Max?
11. Quais os comandos que necessito para executar cada peça?
12. Como identificar as formas básicas geradoras de cada peça?
13. Como devo apresentar meu trabalho?

D. Bibliografia indicada para o exercício:

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas.** Lisboa: Edições 70, s.d.
OLIVEIRA, Adriano de. **Estudo dirigido de 3D Studio Max.** São Paulo: Érica, 2007.

E. Metodologia utilizada no exercício:

Seguindo o pensamento de Bruno Munari em Das coisas nascem coisas e tendo como exemplo o exercício utilizando o programa 3D Studio Max, foi utilizado o método projetual para demonstrar a sistemática empregada.

1- Enunciação do problema:
Desenvolver um exercício onde o aluno perceba:
O emprego dos meios digitais como instrumento de expressão e representação gráfica;
A diferença entre os meios digital e tradicional;
A utilização da linguagem visual tanto sobre um suporte físico, como sobre um virtual.

2- Identificação do problema:
Responder às exigências da disciplina de Geometria dos Sólidos;
Emprego da linguagem visual;
Estimulação do processo criativo;
Instrumentos utilizados: programas, equipamentos;
Adaptação ao meio digital;

3- Identificação da solução

Elaborar um exercício onde o aluno utilize os conceitos da linguagem visual.

Trabalhar o tema indicado pela disciplina de Geometria dos Sólidos.

Elaboração de um ambiente residencial.

O aluno realizará desenhos à mão livre, croquis, para apresentação da idéia inicial e durante o processo de realização do projeto virtual.

Poderão ser utilizados outros programas de apoio a representação do projeto como, Photoshop e Premiere, entre outros.

4- Execução da solução

Apresentar o espaço criado por meio digital. Programa principal: 3D Studio Max. Equipamentos: computador e seus periféricos, scanner e gravador de DVD. Utilização dos recursos do programa, como materiais, textura, iluminação, animação. Aplicação dos conceitos de geometria espacial.

5- Verificação

Identificar no trabalho do aluno os recursos utilizados pelo programa gráfico. Averiguar a utilização da geometria espacial na representação do espaço criado.

ANEXO 3: Entrevistas

Entrevista com a Profa. Dra. Suely Fragoso

Este texto foi elaborado com base na transcrição da entrevista concedida pela Profa. Dra. Suely Fragoso no dia 11 de outubro de 2007, no campus da Unisinos, em São Leopoldo, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Questões para a entrevista

1. O espaço criado pelos meios digitais é a representação (reprodução) de um espaço em um novo meio ou é a apresentação (criação) de um novo espaço em um novo meio?

2. Como a professora vê a representação deste "novo" espaço?

3. O uso dos meios digitais está abrindo caminho para uma nova percepção do espaço?

4. Cadoz, no livro **Realidade Virtual**, escreveu que o meio digital nos permite "entrar nas nossas representações" (p. 11). Além de poder entrar e perceber o espaço a partir de seu interior, que outras colaborações podemos esperar no uso dos meios digitais para melhor representar o espaço?

5. Levando em consideração o seu texto Perspectivas: uma confrontação entre as representações perspectivadas, o conhecimento científico acerca do espaço e a percepção espacial cotidiana (2003), onde a professora apresentou os termos alocêntrica e egocêntrico, definidos por De Certeau, a Realidade Virtual, apesar de criar um espaço sobre o paradigma figurativo realista, criando um espaço absoluto, alocêntrico, o observador, ao imergir por meio de equipamentos, luvas, óculos, não transforma esse espaço em relacional, egocêntrico? O meio digital possibilita a percepção destas duas formas distintas de compreensão do espaço simultaneamente?

6. Os programas de computador em 3D, que possibilitam a concepção de um objeto simultaneamente em vários sistemas de representação, estão criando uma nova forma de idealizar e perceber o espaço?

7. O uso dos meios digitais está substituindo os meios tradicionais de representação. A mudança do meio altera o sistema de representação do espaço. A base de construção do espaço digital não necessita dos princípios da perspectiva. Com o uso dos meios digitais qual a importância do ensino da perspectiva como sistema de representação do espaço?

8. É possível ignorar a noção de perspectiva para a criação do espaço digital?

9. No texto **Representações espaciais em Novas Mídias** (2001), a professora faz uma introdução à evolução dos modos de representação do espaço, apresentando o espaço

clássico e o espaço renascentista, e suas implicações socioculturais. Com o uso dos meios digitais podemos esperar por um novo sistema para representar o espaço virtual?

10. Continuando no texto **Representações espaciais em Novas Mídias** (2001), a professora menciona que a Realidade Virtual emprega os conceitos da perspectiva como sistema para proporcionar aspectos realísticos ao espaço. Somente a perspectiva pode dar um aspecto realístico à representação do espaço virtual?

11. Estamos vivendo uma nova crise do espaço, no sentido da representação, comparada à vivida no período do renascimento, que propiciou a criação dos fundamentos da perspectiva?

12. Em seu texto **Representações espaciais em Novas Mídias** (2001), a professora apresenta os conceitos de espaço e suas implicações socioculturais. Pela sua experiência, qual são os elementos socioculturais da atualidade que estão contribuindo de maneira a criar novas formas de perceber o espaço digital?

13. Manovich, no texto **Espaço Navegável**, diz que "muitas vezes os espaços virtuais não são verdadeiros espaços, mas antes aglomerados de objetos isolados" (p. 115). No texto **Espaço, Ciberespaço e Hiperespaço**, escrito em 2000, há a questão: "existe espaço no ciberespaço?" Hoje podemos perguntar que tipo de espaço pode haver no ciberespaço?

14. No mesmo texto, **Espaços Navegáveis**, Manovich acredita que "o que falta ao espaço representado em computador é o ser espaço enquanto meio: o ambiente em que os objetos estão imersos e o efeito destes objetos uns nos outros." (p.116) A professora compartilha dessa idéia?

15. Para Manovich, se seguirmos a linha histórica apontada por Panofsky, a representação do espaço utilizando os meios digitais ainda está na Grécia Antiga. Tendo lido seus textos, percebi que a professora não concorda totalmente com essa idéia, considerando que na questão da hipermídia a tridimensionalidade deveria levar em conta questões multidimensionais características deste meio. Como a professora vê esta questão da representação tridimensional do espaço com os novos meios digitais?

Transcrição da entrevista

A Profa. Dra. Suely Fragoso iniciou nossa conversa contando como foi marcante a pergunta "o que é o espaço?", proferida pelo Prof. Dr. Jorge Carvajal no seu primeiro dia de aula do curso de Arquitetura da FAU/USP. Assim, ao longo de sua carreira tudo estaria relacionado ao estudo do espaço.

Na década de 1980 estavam iniciando o uso do computador nos escritórios de arquitetura. A professora Suely lembra que, no princípio, os professores da faculdade achavam que não seria possível fazer croqui com o meio digital.

Durante o seu mestrado na PUC/SP, Suely Fragoso frequentou as aulas com um grupo de artistas interessados em "fazer coisas criativas com o computador". Isso a incomodava, porque o que se conseguia fazer, na verdade, eram coisas muito básicas. Mas já naquele período, tendo feito dois anos da disciplina de cálculo, ela conseguia olhar e ler o algoritmo, percebendo que existia toda uma noção de mundo, uma visão de mundo que estava atrás do cálculo diferencial integral, que se materializava naqueles algoritmos, e que, portanto, se materializava naqueles aplicativos.

Mesmo visualizando todo esse mundo, ela percebia que o resultado visual tinha "cara meio plástica" como, por exemplo, os projetos realizados por Hans Donner. Esses algoritmos estavam baseados na vivência dos perfeitos, dos universais, sendo que o estudo o mais avançado dos algoritmos eram relacionados às probabilidades. E as probabilidades pertenciam aos estudos do século XIX. Assim, como diz a professora Suely, "nós fazíamos coisas do século XIX", utilizando o computador.

Na época do mestrado a professora achava que o único espaço possível de construir no computador era esse espaço homogêneo, cartesiano, infinito e que, por isso, caberiam nele somente os sólidos de cálculo diferencial integral, ou seja, a física Newtoniana. Partindo desse princípio não seria possível fazer coisas muito naturais, tudo teria a aparência plastificada e realizada pelo homem. Na época já estavam falando do uso da geometria fractal, mas não havia algoritmos.

Hoje a professora Suely acredita que o uso do computador está mais relacionado às aplicações matemáticas menos deterministas, ou seja, naquelas em que temos menos controle. Porém estas ainda não resolvem os problemas para as áreas como a arquitetura, que necessitam de um certo controle. Este tipo de uso está sendo desenvolvido por artistas. Durante a conversa a professora contou que assistiu a uma experiência artística onde, ao clicar sobre uma semente, ela aleatoriamente gerava algoritmos que davam origem a uma arvorezinha. Porém, nem sempre a arvorezinha conseguia ter um crescimento interessante. Mais ou menos a cada 100 experiências sai uma árvore magnífica. Quando saía a árvore magnífica qualquer um poderia jurar que aquilo era um modelo perfeito. Mas, em virtude da imprecisão do algoritmo, as outras 99 arvorezinhas tinham sempre um problema: ou não cresciam, ou saiam deformadas. "Isso me parece uma coisa interessante e me abre outras possibilidades", disse a professora, pois isto poderá ser o caminho do conhecimento para a construção de outro tipo de espaço no futuro.

Durante a conversa, a professora concordou com o pensamento de Manovich[1], de que o espaço do computador parece com o ideal grego, onde os objetos são colocados no espaço heterogêneo. A professora acredita que, para o Manovich, o espaço do computador pré-existe às coisas que o habitam. "Isso é um paradigma que vem do Platão e eu vejo a possibilidade que um dia, na história do conhecimento, conseguir pensar no espaço dentro de outro paradigma, e aí assim conceber o modelo", disse Suely Fragoso.

---

[1] "Se aplicarmos o paradigma evolucionista de Panofsky à história do espaço virtual do computador, teremos que concluir que este nem se quer atingiu um estágio correspondente a Renascença. Ainda está ao nível da Grécia antiga, que não era ainda capaz de conceber o espaço como uma totalidade." (MANOVICH, 2005:118).

A professora alega que faz 500 anos que o paradigma da representação do espaço é a imagem em perspectiva. E as pessoas acreditam que essa imagem é a imagem real, como o olho humano vê. Assim, o que adiantaria fazer outra imagem? Diante de outro paradigma, as pessoas irão dizer que o certo é a perspectiva. Eu tentei dizer no meu livro O Espaço em Perspectiva que cada um vê o espaço de uma maneira.

Os escritórios de arquitetura, para representarem o espaço, fazem um modelo, visualizam este modelo pela câmera e fazem um zoom. "Depois de tudo o que eu estudei sobre espaço, as imagens em perspectiva não vão me convencer, mas vão convencer ao meu cliente que acredita nessa representação 'realista' com toda a tranquilidade", comenta Suely Fragoso. A professora acredita que se fizerem experiências projetadas de caminhar pela casa, as pessoas terão uma experiência muito mais próxima com a experiência de vivenciar o espaço habitado, porque "a experiência que nós temos do espaço, a continuidade, é ilusória", completa a professora. Mas se o arquiteto fizer registros de caminhos picotados, quantos clientes terão condição de entender, ou estão preparados para entender esse modelo?

A noção de espaço vai mudando ao longo do tempo. Hoje nós olhamos cinquenta imagens, ao mesmo tempo, e não ficamos falando que aquela imagem tem um ponto assim e aquela outra está errada. Mas uma pessoa mais velha pode se incomodar bastante com as sobreposições de imagens, como acontece na *internet*. Imagine-se a reação de uma pessoa do século XVIII, vendo um quadro que deveria estar sozinho, ao lado de vários outros quadros na mesma parede: isso modificaria completamente a experiência real que ele teria do espaço.

Voltando à noção de continuidade, a nossa memória quase imediata já esta toda picotada: assim não existe essa experiência unificadora do espaço habitado, ou seja, o cliente não vai lembrar o espaço desta forma unificadora, pois como escreveu Bachelard em A poética do espaço nós lembramos pedaços da casa. Para exemplificar a professora Suely contou que se realizasse a prova de acesso à universidade nos dias de hoje com o tema "Desenhe o caminho que você fez de casa até a hora da prova", ela não desenharia o *skyline* que realizou na altura do exame, e sim fragmentos do percurso. Mas como ela mesma declarou, "eu queria a representação bonita. A representação bonita é uma representação que a cultura me deu".

Nesta parte da nossa conversa, Suely Fragoso questionou: "será que nós realmente habitamos o espaço tridimensional? Ou somente nós é que percebemos como tridimensional? O hipocampo tem uma estrutura que pode nos condicionar a ver o espaço em 3D, até então à única hipótese que a construção de espaços tridimensionais era cultural. Quando eu lia filósofos e matemáticos falando do espaço multidimensional aquilo parecia razoável. Em **Flatland**, que é um texto onde o mundo tem mais de três dimensões, fazendo uma critica social do século XIX, o personagem viu, no plano, círculos e retas. De repente, outro ser arranca o personagem do plano e ele passa a observar o espaço em terceira dimensão, ou seja, foi tudo culpa de Euclides", comenta a professora.

Se o espaço virtual do computador nos permite representar quantas dimensões nós quisermos, por que não o fazemos? Segundo a professora não o fazemos porque percebemos o espaço em três dimensões. Por causa do hipocampo, do condicionamento da visão, da

percepção cultural do espaço, e assim tendemos ao tridimensional porque é assim que nós o percebemos. A professora Suely contou que um grupo da área de finanças tem realizado tabelas em Excel, relacionando o campo de uma planilha com outra. Ou seja, eles estão formando a estrutura das tabelas tridimensional. Existem momentos que a relação entre as tabelas geram 10, 11 dimensões, criando uma hiper-representação, ou comparando, é uma noção dilatada de um hiper cubo. "Essas pessoas que estão fazendo isso, será que vão pensar no espaço como tridimensional?", pergunta a professora. E complementa: "porque na hora que você explica para uma pessoa, que nunca mexeu com matemática, ela não entenderá o que você está falando, mas se você explica para alguém que já pensa no espaço tridimensional a pessoa passa a desenvolver a idéia". Este tipo de experiência só foi possível depois que se passou a utilizar o espaço virtual dos computadores, sem ele não haveria essa condição.

"Nesse sentido, tinha aquela pergunta: 'dá para construir outro espaço?'. Eu acho que dá. Teoricamente, eu tenho praticamente a certeza que dá", explicou Suely Fragoso. O problema está que não conseguimos nos separar deste momento cultural, como fez o autor lá do século XIX que escreveu sobre a multidimensionalidade. Como nós vivemos neste espaço, é difícil imaginar outro.

Por exemplo, por que algumas pessoas têm mais facilidade do que outras para usarem os links na *web*? A professora acredita que não é só a facilidades dos mais jovens frente às novas tecnologias, e sim, tem relação com a noção de continuidade. Para esse assunto a professora contou que seu filho, quando pequeno, perguntou: "se a gente abrir uma porta, do ladinho da

televisão, os pokemons podem sair?" Olhe a noção de continuidade do espaço de dentro da TV para o espaço externo ao aparelho. "O modo como ele percebeu o espaço de fora, foi porque ele fez a continuidade, fez relações. Ele fez uma 'passagem' que nós não conseguimos mais fazer. Hoje ele diz que aquilo foi uma bobagem. E eu me pergunto quantas possibilidades nós fechamos porque temos que fazer escolhas, porque de outra forma nós não nos desenvolvemos nessa cultura. Ou seja, para conhecer melhor esse paradigma, temos que ir abandonando possibilidades", esclareceu Suely Fragoso.

Neste momento da conversa a professora Suely comentou que não concorda quando Manovich, ao falar sobre a volta do espaço absoluto com o uso dos computadores, admite que esse espaço seja melhor, ou mais correto. O espaço absoluto "é uma construção teórica que nos possibilitou uma porção de coisas, como a física Newtoniana. Se eu quiser construir um prédio, eu quero uma física Newtoniana, com a resistência dos materiais etc. A física quântica não serve para a construção. A física Newtoniana é útil para uma série de coisas, mas inútil para outras. Um foguete no espaço com física Newtoniana não funciona", enfatiza a professora.

Quanto à questão do uso da perspectiva no ciberespaço, a professora comentou que o espaço pode acontecer ou ser representado, em todos os lugares. A questão se recoloca em condições diferentes. Quando a câmera de vídeo grava uma imagem, ela grava com o registro da perspectiva do espaço porque esse modelo está no segredo da própria câmera. Mas o espaço virtual do computador não tem a perspectiva como modelo. O computador para ter esse modelo da visão em perspectiva precisa da câmera virtual para poder representar o espaço

perspectivado. Como questionou a professora: com a evolução do conhecimento, no futuro como será encarado este tipo de modelo?

Desde o período do doutorado, a professora Suely Fragoso tem observado o uso dos *games* e constatou que vários deles utilizam a isometria para a representação do espaço tridimensional. Quando era estudante da FAU/USP a professora Suely menosprezava o uso da projeção isométrica em favor da perspectiva cônica. "Hoje eu olho para a isometria e vejo que ela mantém as dimensões, enquanto que a perspectiva não. Depois de jogar muito em *games*, onde a representação do espaço utiliza a projeção isométrica, este tipo de projeção me parece extremamente natural. Eu olho aquela representação e me parece mais realista. Quem sabe com o tempo nós não vamos aprender a 'desperspectivar'?" O uso das novas tecnologias, *internet*, TV digital está começando a quebrar este paradigma, possibilitando o uso de várias imagens e conseqüentemente vários pontos de vista, ao mesmo tempo.

Quando os alunos já desenham direto no computador, talvez eles tenham alguma resistência em pegar no lápis, mas podemos resolver isso com um tablete mais sensível. "Essa geração, que começa a jogar o video*game Wii*[2] , consegue passar a gestualidade para o espaço do computador", explica a professora. Suely Fragoso, sabendo dos temas que eu gostaria de abordar, me questionou se eu vejo diferença entre o aluno que desenha na máquina e não sabe

---

[2] *Wii* – videogame da marca *Nintendo* lançado em 2006. Este videogame possibilita a movimentação física do jogador durante a partida. Tem como princípio "jogar com várias pessoas". Disponível em: <www.wiiportal.nintendo.europe.com>. Data do acesso: 20 abr 2008.

muito bem aplicar os conhecimentos de geometria no momento da representação do espaço, para o aluno que antes fazia tudo no suporte do papel e também não sabia bem o que estava fazendo. "Será que não tem mais de um jeito de fazer? Os meus professores queriam um projeto e eu fazia a planta num dia, no outro a fachada e não entendia o motivo de ter que fazer tudo junto. Apesar de entender que eles tinham razão. Eu lembro que fiz um projeto toda a noite e o professor bateu o olho e perguntou aonde vai essa escada? Não chegava ao segundo andar," explicou Suely. Hoje o computador faz tudo ao mesmo tempo. Mas o computador facilita umas coisas e dificultam outras, pois ele utiliza outra linguagem.

Não é possível se expressar com massa de modelar e da mesma maneira que nos expressamos com desenho. A linguagem acaba condicionando o produto e o modo de pensar. "Eu disse no mestrado que tem outras concepções de espaço na ciência que nós não usamos, e que os algoritmos não iriam acolher. Mas agora eu vejo que os algoritmos vão acolher sim, à medida que a modelagem vai pedindo. Os algoritmos de modelagem não acolhiam antes porque a noção de modelagem era outra". A professora Suely contou que "para os alunos em Caxias, eu fiz um Workshop de Computação Gráfica que tinha somente um computador e 20 alunos e sem programa de modelagem. Pedi uma câmera de vídeo e coloquei os alunos para fazer aviãozinho de papel embaixo de uma mesa. Eles só poderiam ver pela tela da televisão. Tudo foi registrado com uma câmera de vídeo embaixo da mesa. Foi uma experiência para trabalhar o tridimensional no bidimensional". Da mesma forma o computador tem a possibilidade de fazer o espaço multidimensional. "Eu falava com meus alunos de Caxias: imagina que esta tela é um vidro, e que do lado de lá tem um aquário infinito. O que você está modelando

com o mouse e olhando pelo vidro, está acontecendo nesse aquário infinito do lado de lá. Hoje eu penso que esse aquário, além de ser infinito, é um aquário em qualquer condição, e isso muda minha concepção. Ele é um aquário teórico, conceitual. Ele pode acomodar qualquer coisa que alguém inventar, e que tenha dado consistência teórica para colocar lá dentro. Então você tem um aquário infinito que você está interagindo e que é absolutamente nada, nem tridimensional, nem homogêneo, nem nada, como o aquário do Newton e do Descartes. Hoje eu acho que nós só temos o aquário do Newton e do Descartes, porque se tivermos outro, nós não saberíamos o que fazer ele."

Perguntei se o espaço criado pelos meios digitais é a representação (reprodução) de um espaço em um novo meio ou é a apresentação (criação) de um novo espaço em um novo meio? A professora me respondeu que "nós na verdade não estamos criando, nós estamos dando expressão a um espaço que nós concebemos na cabeça. Então é algo como se eu visualizasse antes de fazer o desenho de perspectiva. Eu penso como o prédio vai ser. Como os professores da Fau/Usp diziam: "você tem que enxergar o prédio, na tua cabeça, em três dimensões." Eu acho, como eles, que é uma representação de um mapa conceitual."

Na questão do estudo dos algoritmos estarem mais avançados que os estudos da representação do espaço, a professora comentou que é natural, pois quanto a representação estamos presos nesse paradigma da fidelidade. "Se você faz uma coisa realística que ninguém vai reconhecer como realístico, não tem sentido". A professora explicou que se você tem um problema de visão em um olho desde pequeno, o cérebro compensa meio por aproximações

sucessivas. “E isso me faz pensar: será que como eu vejo, é como meu colega vê? Porque cada um de nós tem um aparelho visual muito peculiar, e cada um de nós tem suas pequenas diferenças. A pessoa que é míope não tem a mesma percepção de espaço, que uma de boa visão. Enfim, nós falamos de uma representação realística, como se existisse uma coisa muito objetiva e todo mundo vai olhar e dizer isto aqui está certo.

Eu fui ao museu e vi obras. É cultural, é construído. Será que aquela visão específica que estamos todos reconhecendo como absolutamente objetiva, em virtude da nossa cultura, pudesse ser resgatada antes de adquiríssemos esta cultura, iríamos racionalizar o espaço de maneira diferente, por causa do aparelho visual que cada um tem? Quando eu vejo do meu modo está certo. Agora, quando algo fica diferente passa a estar errado. Podemos sentir isso no cinema. Quando eles vão construindo a narrativa, se algo vai acontecer, a cena acelera. A imagem em paralelo e a imagem central vão alongando e diminuindo de tempo, respectivamente, até culminar no que vai acontecer. Se o diretor resolver alterar a seqüência, o telespectador que foi ensinado a entender desta forma, quando assistir o filme com a seqüência diferente diz que não entendeu o filme. É parecido com a representação do espaço. Nós aprendemos que o jeito certo é assim. “É importante ter a consciência que é um modelo”.

Ao perguntar esse espaço no computador é diferente, como representá-lo? A professora Suely detectou que para mim a representação do espaço é diferente do espaço do computador. “Diferente da representação conceitual que está materializada naquela representação

no computador. Essa é uma representação de um espaço conceitual muito lindo, mas não é o espaço da minha cabeça".

Quanto à realidade virtual, a professora questiona o porquê de construir um espaço absolutamente naturalista. "Eu ponho os óculos e entro num escritório. Levanto, ando até a mesa, abro uma pasta, pego uma coisa com o peso do papel .... Por que eu vou fazer tudo isso? Por que tem que ser tão realista? O que tem de bonito no desktop é que ele tem toda a metáfora, mas é algo sutil. Não "embolora", não perde o papel, não mancha, não molha. Seria terrível a representação absolutamente realista do desktop. Eu não quero este espaço hiper-realista."

Para a professora o pensamento do espaço cubista ainda é algo que está para ser realizado, na medida em que, hoje assistimos a tela do televisor com imagens sobrepostas com a maior naturalidade, apesar da maioria acreditar que o padrão renascentista é o mais correto. A arquitetura modernista dos anos 50 utilizava a isometria para representar o espaço tridimensional, atualmente, a representação do espaço utilizando a projeção isométrica, torna o espaço dos *games* mais natural para a professora Suely. Algo já está acontecendo.

Quando o renascimento propôs a perspectiva como representação do espaço eles estavam tentando representar o ideal grego, no momento estamos tentando melhorar o ideal do renascimento porque estamos 500 anos na frente, ou seja, em cada época temos sempre quem está se esforçando em mostrar o caminho a seguir.

Curriculum Resumido - Profa. Dra. Suely Fragoso

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1987), mestre em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1992) e Ph.D. em Communications Studies pela University of Leeds (1998). Atualmente é professora titular da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Unisinos, RS. Tem orientações concluídas nos níveis de Doutorado, Mestrado, Especialização e Graduação. Foi Coordenadora Executiva do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação (Mestrado e Doutorado) da Unisinos no biênio 2005/2006 e Coordenadora do GT Tecnologias Informacionais de Comunicação e Sociedade da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação (Compós) no biênio 2004/2005. Coordena o Grupo de Pesquisa Mídias Digitais desde 2005 (http://www.midiasdigitais.org). Atua prioritariamente na área de Comunicação, com ênfase em Comunicação Digital e Comunicação Visual, privilegiando abordagens do espaço e representações espaciais e suas implicações para o cenário midiático contemporâneo. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2. Palavras-chave mais freqüentes nas pesquisas e publicações incluem: *internet*, *web*, interatividade, espaço, representações espaciais, cibergeografia, redes, cidadania, hipermídia, *games*, blogs, Orkut, *Second Life*.

http://lattes.cnpq.br/2297271923723521

Entrevista com o Prof. Dr. Arthur Lara

Este texto foi elaborado com base em apontamentos da entrevista concedida pelo Prof. Dr. Arthur Lara no dia 30 de outubro de 2007, no campus da USP, em São Paulo, Capital.

Questões para a entrevista

1- Atualmente, como o professor analisa, nos cursos de Arquitetura e Design, o ensino da disciplina de Geometria utilizando os programas 3D?

2- Para os alunos de Arquitetura e Design do séc. XXI, o uso dos programas 3D altera a aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Geometria?

Transcrição da entrevista

A conversa com o Prof. Dr. Arthur Lara mostrou que muitas vezes os profissionais da informática, utilizam o programa 3D como representação final, como saída de um projeto para mostrar para um cliente; para o professor Arthur este tipo de programa deveria ser usado na concepção conceitual do projeto.

Existem alguns preconceitos com relação ao uso dos meios digitais na área de projeto; por exemplo, o uso do computador é considerado como um processo "*paper less*", mas isso não significa que este processo não irá usar mais o papel, mesmo porque nunca se usou tanto papel quanto depois da introdução da informática nas nossas vidas. O que o computador não é dependente do papel.

Alguns professores acreditam que se você ensinar a fazer desenhos 2D sem usar o papel, ou seja, utilizando o computador, isso é "inclusão digital".

Outros não querem os programas paramétricos porque acreditam que o papel participa do raciocínio geométrico ao desenvolver o projeto. Eles excluem o digital porque o raciocínio "mano a mano", não deve utilizar os benefícios da parametrização digital. Ao utilizar os programas paramétricos, fazendo o corte inteligente, tabelas de orçamentos, quando você modifica uma parte do projeto, o programa acaba alterando tudo em função da atualização do arquivo.

Os professores que não acreditam no projeto utilizando programas paramétricos questionam até que ponto o programa é inteligente para fazer um corte, por exemplo. Este tipo de programa possibilita que você ao modelar uma casa possa usufruir dos benefícios de outros programas, como por exemplo, na área do conforto ambiental, calculando a geometria solar, os ventos o fluxo etc. Você constrói modelo 3D e o submete a uma cidade colocando em uma altitude, observando a insolação, ventos, e esse conjunto de informações do conforto ambiental

vai proporcionar uma otimização de energia e uma melhor concepção do seu projeto. Depois de tudo reorganizado, é como se ele voltasse e retransmitisse para todo o sistema. Essa malha paramétrica é um esboço em 3D muito próximo do que a gente pensa.

O computador e os meios digitais ampliam a potencialidade do ato de projetar Seria impossível uma pessoa ou equipe para pensar em tudo sem o auxílio do computador. Este tipo de trabalho, utilizando modelagem paramétrica, é composto por várias equipes que desenvolvem diversos softwares. Estes softwares alimentam um banco de dados e por um cruzamento de fluxogramas realimentam e mudam o seu projeto inicial. Esse processo de projetar é chamado de arquitetura paramétrica.

Já existem escolas de arquitetura que trabalham com equipes interdisciplinares, onde o projeto não possui um único autor, ou seja, a autoria é diluída no processo e ao mesmo tempo é ampliada. Desta forma, o projeto responde a muitas mais questões do que se ficasse limitado apenas pelo uso da prancheta física.

Programas como o *Vector*, que têm o princípio paramétrico, são preteridos pelos professores militantes do uso da prancheta física porque eles acreditam que a "inteligência" do programa "queima" etapas desenvolvidas pelo raciocínio geométrico.

O que o professor Arthur tem percebido é que a pessoa que está na prancheta digital não exclui o analógico. Ela tem que entender bem das duas formas de projetar. Mas o professor

que não conhece o programa se sente ofendido por acreditar que os alunos perdem etapas do conhecimento. E isso se reflete no seu processo pedagógico porque, a maioria, só acredita na aprendizagem com sofrimento. Este tipo de professor não admite que um aluno possa sair do 1º ano com um projeto completo, com planta, corte, tabela, orçamento.

Há os que acreditam que o computador, em virtude da sua pequena tela, não permite ter a visualização do todo. Afirmam que só na prancheta física é possível ter uma visão total e que o projeto realizado à mão ia amadurecendo aos poucos. Outros desmerecem o projeto alegando que o arquivo digital pode ser devassado, reproduzido, clonado e multiplicado.

O uso do projeto em 2D não tem como limite o papel, mas sim o limite de uma geometria que depende do raciocínio rígido limitado e euclidiano e não admite alteração. É um tipo de raciocínio cristalizado na educação do período Iluminista onde o professor era o detentor do saber e por uma posição magnânima passava seu conhecimento aos demais. Fora que as obras são concebidas por paradigmas da década de 50 com métodos construtivos do século XIX. Como explicou o professor Arthur, quando você parametriza, não é você que faz o projeto, é um conjunto de pessoas. E esse tipo de pensamento os professores de projeto ainda não conseguem ter, ainda mais quando desembocam em novos métodos construtivos que otimizam, ensaiam e permitem a sustentabilidade dos materiais e da obra.

Curriculum Resumido - Prof. Dr. Arthur Hunold Lara

Arquiteto e Artista Plástico com graduação na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU-USP, especialização, mestrado e doutorado pela ECA-USP. Atualmente é Professor na Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo em regime de dedicação exclusiva.

Publicações e pesquisas em Artes Plásticas, Tecnologia e Arquitetura com os temas: arte urbana, modelagem 3D e prototipagem (PR) por subtração (SRP Sutrative Rapid Prototyping).

http://lattes.cnpq.br/4447038114851718

Questões formuladas sobre ensino, desenho e computador aos professores:
Prof. Dr. Wilson Florio
Prof. Dr. Eduardo Sampaio Nardelli
Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim
Prof. Dr. Claudio Cesar Pinto Soares

1- Na formação do designer, do arquiteto e/ou do artista plástico, quais as perdas e ganhos no ensino sem o uso do computador. E com o uso do computador?

2- Os escritórios de arquitetura sempre estiveram na posição de adequar o estudante de arquitetura ao exercício da profissão. A função do estagiário era de copista e desenhista. Hoje os escritórios de arquitetura estão equipados com computadores e programas 3D, imergindo o estagiário no espaço virtual das apresentações multimídia. Por outro lado, os conteúdos das disciplinas continuam não abrangendo o uso dos meios digitais, destinando a uma disciplina (exemplo: computação gráfica) o ensino do uso do equipamento aliado ao uso à área de formação do aluno – arquitetura, design, artes. Como este tema é tratado dentro do curso da sua faculdade?

3- Os meios digitais são usados em sala de aula apenas como instrumentos ou como meios que possibilitam a realização da imagem mental do projeto. Ou seja, o aluno é um "cadista"ou utiliza os meios digitais como forma de expressão do seu pensamento visual?

4- Antes dizíamos que a universidade ensinava o aluno a pensar e os escritórios instrumentalizavam o estagiário, contudo o meio era o mesmo. Hoje o meio digital dá inúmeras possibilidades que o meio tradicional não permitia, como por exemplo, percorrer o espaço do projeto com uma câmera antes da sua realização. É possível continuar pensando que o meio digital é apenas em instrumento e não um meio de criação?

5- O meio pode alterar a criação do projeto ou só potencializa a sua realização?

6- As demais disciplinas do curso utilizam os meios digitais. Como? Há interdisciplinaridade dos conteúdos das disciplinas?

7- Como é o aluno de hoje em sala de aula?

8- Percebo que existe nos alunos uma grande preocupação na aprendizagem utilizando tecnologia de ponta para a realização dos projetos, porém nenhuma inquietação em adquirir os conteúdos básicos como, por exemplo, o estudo da geometria e do desenho, ou seja, o aluno pergunta qual o programa X ou Y será dado, mas não questiona a sua deficiência na aprendizagem de disciplinas fundamentais como a geometria. Como você vê esta situação?

9- Os meios digitais são usados em sala de aula apenas como instrumentos ou como meios que possibilitam a realização da imagem mental do projeto? Ou seja, o aluno é um “cadista”ou utiliza os meios digitais como forma de expressão do seu pensamento visual?

10- Qual a função das disciplinas de geometria e desenho técnico, dentro do curso de arquitetura, design e artes nos dias de hoje?

11- Qual o futuro do uso dos instrumentos tradicionais de desenho – compasso, esquadros, etc. nestas disciplinas?

12- Na sua opinião, como deve ser o uso dos meios digitais no curso de arquitetura, design e artes?

13- As universidades estão preparadas para integrar os meios digitais no ensino da arquitetura, design e artes?

14- Sabendo que os escritórios já utilizam os computadores e os programas paramétricos, integrando conhecimentos de várias áreas para a elaboração de um projeto, como você vê o ensino de projeto e das disciplinas relacionadas à representação gráficas nos próximos 10 anos?

Entrevista com o Prof. Dr. Wilson Florio

Este texto foi elaborado com base em apontamentos da entrevista concedida pelo Prof. Dr. Wilson Florio no dia 23 de Março de 2009, no campus da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, Capital.

Wilson Florio iniciou nossa conversa falando de dois artistas que utilizam a tecnologia computacional, para ajudar na concepção das suas esculturas, algo que era inviável antes do uso do computador. Um dos artistas, desde 60 idealizava fazer esculturas parecidas com fumaça no ar, ou seja, formas orgânicas, Recentemente, ele começou a fazer modelos físicos e digitalizá-los em alguns programas, geometrizando as peças no computador. Com isso o artista está potencializando um sonho antigo, ao viabilizar a partir destas novas tecnologias o que não era possível a mão. Como nas esculturas construídas com geometrias complexas o problema é encontrar o centro de gravidade, o programa, por meio do processamento de dados, permite encontrar o centro geométrico e o centro de gravidade da peça. Estes dois artistas têm um contato muito próximo com o Frank Gehry, que os influenciou no uso dessas tecnologias.

Com relação à criação na mão ou no computador, Florio enfatiza que a caracteriza nos nossos dias o uso dos meios tradicionais e o computador é a hibridação. As limitações que você tem na mão, podem ser minimizadas com as tecnologias computacionais e vice-versa. Essa complementaridade é que é fundamental para a compreensão e evolução no uso dos meios tecnológicos, na medida em que o processo de informatização é irreversível.

Quando Florio iniciou a sua vida acadêmica como professor, há 20 anos, a universidade não oferecia nada em relação ao uso dos computadores, enquanto que nos escritórios esta tecnologia iniciava a sua implantação. Segundo Floria, sempre houve uma demora entre o que se faz lá fora e o que se faz na universidade. Essa inércia, que é o próprio sistema de ensino, não é o caso de ser contra ou a favor das mudanças, mas sim de refletir se a mudança é valida ou apenas mais uma moda passageira.

No exercício profissional da arquitetura, os escritórios estão sujeitos ao mercado e nas empresas da construção que só trabalham com programas gráficos de desenho, o arquiteto tem que se enquadrar rapidamente porque tem interesse comercial. Nesse sentido, a universidade está longe do mercado de trabalho, o que em parte é bom no sentido de não ser contaminada pelo mercado.

Anti*gam*ente o professor de projeto ensinava projeto, mas ensinava também a desenhar. Na verdade todos os professores ensinavam de uma maneira ou de outra, a desenhar. Hoje há um problema na aula de projeto. Os professores não assumem que precisam ajudar o aluno desenhar melhor com essas novas ferramentas. E o problema está no fato de alguns professores de projeto terem se formado há muito tempo, não se atualizaram e não tem nenhum desejo de ajudar os alunos a operar com essas novas tecnologias, pois acreditam que essas novas ferramentas atrapalham no processo de aprendizagem do aluno.

Para o prof. Florio, na sala de projeto o aluno tem que ser capaz de ter uma idéia e conseguir materializá-la a mão ou no computador. Quando o aluno percebe que o professor domina a tecnologia, ele acaba abandonando a concepção de projeto e fica encantado com o uso da ferramenta. Como o projeto precisa de uma maturação, onde a identificação do problema e a solução caminham juntas, é necessário um tempo de gestação do projeto. Mas o aluno quer resolver o problema mais rápido do que no processo normal e acaba utilizando o computador como uma "muleta". E não se preocupa em utilizar o computador para se expressar.

Florio defende que o aluno tem que saber desenhar, não importa o meio. No atelier de projeto há um a grande resistência por partes dos professores de projeto no uso dos computadores, contudo, é irreversível essa situação porque o aluno, neste momento, leva o *notebook* para a sala de aula. Prof. Florio comentou a experiência ocorrida na faculdade, Anhembi-Morumbi, como prof. Ronaldo Suzuki. Nessa instituição, há um atelier com prancheta e computador, porém, segundo Suzuki, ninguém usa. Os professores de projeto não usam o computador porque, primeiro desconhecem e por outro lado o aluno não procura se expressar. O aluno precisa se comunicar com o professor e para isso precisa apresentar desenhos, alguns momentos ele até pode mostrar na tela do computador, não há problema nisso, mas é fundamental que o aluno perceba que o importante é a discussão do projeto, e para isso é necessário a impressão do projeto, para a reflexão e discussão por meio dos desenhos.

No Mackenzie, onde o prof. Florio leciona, tem professor que é contra ao uso do computador em sala de aula. Para Florio, estes professores deveriam ser contra ao aluno apresentar

uma planta somente na tela do computador, fazendo uma seqüência de zooms para visualizar o projeto, o que pode desorganizar o pensamento. O professor deveria deixar o aluno a vontade. Quer trazer o computador, não tem problema, mas jamais deixar de trazer desenhos impressos, desenhos feitos a mão, porque o aluno ainda não é arquiteto, ele está em formação é uma questão pedagógica. Não é a questão de torturar o aluno, mas de entender que o projeto para se comunicar necessita de muitos desenhos para a troca idéias. E nesse processo, o computador entra como um complemento importante.

Há alunos que estão preparados para o uso do computador e que têm certa facilidade para se expressar a mão. Estes usam o computador como um grande aliado no projeto. E cabe ao professor verificar qual o aluno já é maduro no uso do computador. Como Florio é professor tanto do laboratório de computação gráfica, como da disciplina de projeto, ele consegue perceber quando o aluno trabalha diretamente no computador, se ele tem a desenvoltura de projeto, conquistado pelas outras etapas de desenho e que pode ser potencializada pelo meio digital, ou, se o computador é para passar desenho a limpo.

Na opinião de Florio, os professores deveriam atualizar a sua formação, incluindo as tecnologias digitais, para melhor avaliar os desenhos realizados no computador e assim aprofundar as questões que realmente interessam que são as questões conceituais e de materialização do projeto.

Na medida em que o computador proporcionou o uso das geometrias complexas, por mais que o aluno queira se expressar tridimensionalmente pelos métodos tradicionais, não seria possível desenhar as superfícies de curvatura variável sem o uso computador. O computador oferece algumas ferramentas de modelagem que vão muito além do que a geometria descritiva poderia oferecer. A geometria tradicional euclidiana não consegue dar conta da geometria de formas complexas e o uso do computador pode processar essa informação com mais velocidade e representar em corte, planta e elevação, essas superfícies. A geometria passa ser melhor trabalhada em 3 dimensões do que na bidimensionalidade.

Florio percebe nos alunos, cada vez mais, a vontade de trabalhar as formas complexas que ele vê nas mídias como os projetos de Zaha Hadid, Frank Gehry. E nesse momento, o professor orientador é fundamental. O professor tem que ter conhecimento para mostrar o que está por traz daquela proposta, e não proibir, dizendo que aquilo não é arquitetura. O papel do professor é orientar. Mostrar vantagens, limitações, implicações de conhecimento. Porque o aluno, para fazer uma proposta baseado na geometria das formas complexas, tem que ter um outro conhecimento que vai além do conhecimento que os arquitetos recebiam no período pré-computador. Uma coisa é você fazer uma parede perpendicular ao piso, a outra é fazer uma parede totalmente curvilínea no espaço. Corte, planta e elevação não dão conta de representar este projeto. O aluno pode fazer inúmeros cortes e plantas, mas não vai compreender tão bem como no modelo digital tridimensional.

Para Florio, o meio digital é mais convidativo à experimentação de formais intrincadas, do que o suporte bidimensional do corte, planta e elevação. O desenho a mão deve contemplar elementos de formas simples, repetitivos, porque é a geometria de formas puras, o paralelismo, que é possível controlar sobre o suporte bidimensional. As formas compostas por planos que não são paralelas entre si, são mais difíceis de representar a mão.

Os alunos vem para a universidade tendo algum conhecimento sobre os programas mais populares no 3D, como *SketchUp*, e parecem mais a vontade com essa questão de se expressar com o computador. Contudo, o fato de conhecerem o meio traz a dificuldade do aluno querer realizar o trabalho rapidamente, porém com uma péssima arquitetura.

Para Florio, o aprendizado é lento, porém gradual. Para se entender as formas mais complexas que podem ser produzidas pelos meios computacionais, o aluno tem que passar por uma geometria mais pura, para gradualmente atingir essa complexidade. O aluno deve ser questionado pelo professor sobre que tipo de arquitetura ele está projetando. Os professores de projeto precisam transitar entre o conceito e a materialização, procurando ter uma formação muito mais completa do que há 20 anos. Não que o ensino antes do computador não fosse abrangente, mas era uma época calcada numa técnica construtiva consagrada.

Florio explica que com as formas complexas entraram em jogo outras possibilidades em termos construtivos que ultrapassam os sistemas tradicionais. Então para ensinar o aluno

a trabalhar com formas complexas ele precisa entender a concepção da forma, e, como ele poderá materializá-la com as novas técnicas de construção.

Deste modo, que profissional precisamos agora, questiona Florio. A universidade precisa ter um professor que consiga pelo menos entender que muitas propostas hoje são embasadas na filosofia, para justificar o conceito. Neste momento, não basta formar um aluno para lidar com tecnologia, ele deve ter uma formação alargada para transitar entre conceito e materialização.

Na área do design não é suficiente fazer um desenho com desenvoltura de objeto, ele tem que entender como este será produzido para não correr no erro de fazer uma proposta que não tenha viabilidade.

Outra questão apontada por Florio foi, com adequar o estudante na arquitetura contemporânea, quando não há um paradigma a seguir.

Nos escritórios os arquitetos estão fazendo a realidade do dia a dia. É nas universidades onde está a discussão das varias linguagens. Se por um lado os escritórios estão equipados com computadores e trazem uma realidade do dia a dia do fazer do arquiteto, por outro lado eles estão a trás nos conceitos de arquitetura. Tem arquiteto que perdeu o vinculo com a Universidade e não discutem mais o pensamento da arquitetura contemporânea. O que acontece no mundo é uma grande mudança de paradigma do pensamento. Na produção, a *max*

customization, é um outro paradigma do pensamento no qual nem os escritórios de arquitetura e ainda nem as universidades estão preparados para enfrentar este tipo de conceito em arquitetura.

Segundo Florio, nós não estamos a par e passo com o estado da arte atual. Ao lidar com chapas metálicas no espaço, que são completamente diferentes da modelagem do concreto, é necessário outro tipo de conhecimento, que só se viabiliza com uma série de relações com vários campos, envolvendo por exemplo, as engenharias de vários níveis.

É verdade que sempre existiu uma defasagem entre o que é ensinado nas universidades e o que é trabalhado no escritório de arquitetura. Na sua experiência profissional Florio conta que aprendeu o que fazer nas várias fases envolvidas no projeto no escritório de arquitetura e não na faculdade proporcionou uma serie de exercícios visando formar o pensamento do arquiteto. Mesmo porque o tempo de experimentação de projeto dentro dos escritórios de arquitetura enquanto estagiário é muito maior do que o tempo dentro da disciplina de projeto, comenta Florio.

Apesar de ainda haver escritórios que utilizam o estagiário como desenhista, hoje a função do estagiário copista e desenhista mudou, visto que ele é um sujeito preparado para tomar certas decisões. Antes dos computadores, havia um esquema de produção "Fordista", onde o estagiário entrava com copista, virava desenhista, projetista e arquiteto sênior. Atualmente, a maior parte opera como cadista, mas isso é porque os escritórios ainda não aprenderam a lidar

com os alunos do ponto de vista de engajá-los em outra etapa, na medida em que o desenho não é o principal problema.

Florio explica que antes o estagiário demorava muito tempo para aprender a desenhar. Agora o meio oferece um instrumento para o desenho que dinamiza o processo. Na gíria de escritório, o estagiário não "puxa" mais nanquim, ele "plota". É outro tipo de conhecimento. Hoje, saber ser copista e desenhista faz de uma fase anterior, pois o aluno quando vai para os escritórios já domina essa fase, falta-lhe aprender como lidar com a tecnologia junto com a equipe de projeto.

Para Florio, o arquiteto que pensa em usar o computador como uma ferramenta para passar a limpo o desenho, perde a oportunidade de expressar melhor o conceito que fundamenta a sua arquitetura. E o professor de projeto que segue essa linha de pensamento na verdade ensina o seu aluno a ser copista, e não forma um interlocutor que procura melhorar o projeto.

Em alguns escritórios, arquitetos mais velhos, que não aprenderam a utilizar o computador, ficam do lado do estagiário vendo este modelar o desenho no computador. Se este arquiteto compreendesse a potencialidade do meio digital, ele poderia preparar algo rapidamente para que o estagiário pudesse experimentar, simular, tentar outras soluções, oferecidas pelo meio, e não apenas usar o estagiário como uma ferramenta de representação. Se por um

lado se condena os alunos como meros cadistas, por outro lado, alguns profissionais não estão vendo que os estagiários têm outro papel a cumprir, que não é apenas o de desenhar.

Florio critica as escolas que têm disciplinas de informática focadas na representação, no instrumental. Seria importante que os laboratórios de computação gráfica das escolas de arquitetura estivessem direcionadas para uso das novas tecnologias da construção civil ou TICC (Tecnologia da Informação na construção civil).No Mackenzie, há uma experiência com o programa *Revit Architecture*, tipo BIM, o onde o aluno consegue fazer o modelo geométrico usando elementos construtivos. A interdisciplinaridade necessária para o uso deste programa faz com que esse conhecimento seja preparado de outra maneira pelas disciplinas, dentro da universidade.

Florio explica que não pode ser uma mera aula de informática. Além da preocupação com o desenho, o aluno tem que se preocupar em utilizar os recursos computacionais para fazer simulações de conforto, de acústica, de sistema construtivo, dentre outros. O grande problema é que ao usar essa tecnologia de maneira interdisciplinar, os demais professores também deveriam acompanhar o processo e integrar as informações. Contudo, disciplinas técnicas como "materiais e técnicas construtivas" ainda não estão preparadas para abranger os conceitos das tecnologias tradicionais de construção, associando-as às técnicas atuais, integrando todo conhecimento ao uso das técnicas computacionais de fabricação digital. A universidade ainda não aprendeu a lidar com tecnologia digital.

Outro ponto importante apontado por Florio explica que as disciplinas técnicas têm sofrido redução nas cargas horárias, o que influencia a formação do aluno, na medida em que se diminui o tempo necessário para capacitar o aluno a enfrentar questões tecnológicas. Se há mais tecnologias na área de arquitetura, mas uma diminuição na carga horária da disciplina, será impossível dar o conteúdo necessário.

Segundo Florio, a interdisciplinaridade necessita de um planejamento e acompanhamento do curso, visando saber os conteúdos de cada disciplina e poder integrá-las, contudo isso raramente acontece, ou, acontece de maneira muito esporádica e não sistemática.

Voltando a questão dos alunos, Florio afirma que alguns conseguem ultrapassar a questão de instrumentação, fazendo com que o computador seja um aliado na execução do projeto. Na medida em que o projeto não está completo na cabeça do aluno, mesmo que tenha uma boa imaginação, o processo cognitivo que conduz ao pensamento é muito mais complexo. E nesse momento o aluno deve usar o desenho à mão, visto que o desenho de croqui é um desenho embrionário, e fundamental para incitar a imaginação, fazendo-o compreender como é esse processo entre pensar, desenhar, ver o que desenhou e voltar a pensar. Segundo Florio, esse processo manual de se projetar é fundamental para o aprendizado do arquiteto ou do designer. Ele tem que saber se expressar, sobretudo rapidamente com o suporte físico. A partir do momento que o aluno aprendeu esse processo, ele consegue com poucos traços, ou alguns registros de orientação do pensamento, projetar com o computador. Ou seja, nessa fase, o aluno já possui certa desenvoltura com o desenho a mão e como os procedimentos

computacionais. Para Florio, este é um novo perfil de aluno, o que sabe projetar a mão, organizando o pensamento e, simultaneamente, construindo o projeto no computador. É preciso formar um novo aluno, que pensa o projeto tanto nos meios tradicionais como no meio digital, simultaneamente, se apropriando do melhor que há nos dois meios para a realização do seu projeto

Na sua experiência com professor, Florio declara que normalmente quem não consegue projetar à mão, também não consegue fazê-lo no computador. Ou seja, o problema não está no computador. Na verdade, existem estágios de aprendizado e o processo de aprendizagem é lento e gradual. Florio não concorda que o aluno tenha disciplina de desenho com o uso do computador no primeiro ano de faculdade. No primeiro ano o curso deveria orientar a pensar por meio de desenhos manuais, procurando ensinar a organizar o pensamento de projeto, e ao longo do curso, o aluno deveria ser estimulado a incorporando as tecnologias digitais, compreendendo que não é o meio que vai fazer uma boa arquitetura, e sim a forma de pensar, os conhecimentos e as habilidades desenvolvidas tanto no sistema manual como no computacional. Para Florio, a faculdade tem a responsabilidade de formar um aluno completo, que consiga se expressar no sistema tradicional, e usar as tecnologias computacionais.

Florio adverte que é injusto também pensar que os professores do laboratório de informática só ensinam a usar o instrumento, quando há vários profissionais preocupados em ensinar as questões projetuais, fazendo com que o aluno não use o computador como uma mera ferramenta de representação.

Florio entende que o aluno do 4º Semestre, do curso de artes plásticas, da Unicamp, ao participar da disciplina de modelagem e animação, tem a obrigação moral de saber desenhar, corte, planta e elevação. Nessa disciplina, Florio aproveita os conhecimentos adquiridos no 3º semestre com o uso do 3D, para explorar as questões perceptivas do projeto, como por exemplo, simular materiais, ou o percurso de um observador virtual, procurando ir além da representação.

Florio entende que representação é estático e simulação é dinâmico, na medida em que pode envolver uma series de aspectos de comportamento, de calor, de acústica, do sujeito circulando pelos espaços, simultaneamente. A faculdade deve orientar o aluno a usar os seus conhecimentos no processo criativo e junto com as potencialidades dos meios computacionais. E para que isso possa acontecer, a didática no laboratório tem que mudar, mostrando como o desenho realizado no computador pode ser melhorado. Valorização do traço para demonstrar a diferença de uma parede em corte ou em vista, por exemplo. E essa é, também, uma responsabilidade dos professores de projeto, orientando o aluno a desenhar melhor.

Na verdade, Florio aponta que hoje as dificuldades dos alunos são as mesmas de anos atrás quando não havia o computador, a diferença é que agora ele pode fazer essa opção.

Florio confirma que alguns alunos já entram na faculdade sabendo modelar em programas gráficos 3D. Contudo, saber modelar em 3D não significa que conhecer os princípios fundamentais da geometria que está por trás dessa construção tridimensional. Esse é um

problema pedagógico, pois o aluno por saber fazer rapidamente alguma coisa em 3D, pensa não ser necessário saber os conceitos de geometria. É preciso que os alunos entendam que os grandes arquitetos dominavam a geometria, porque os conceitos geométricos fundamentam e estruturam a forma.

Para Florio, o meio tecnológico não supriu a disciplina, e sim a dificuldade de compreensão que a abstração do suporte bidimensional impunha ao objeto representado, impedindo o exercício da geometria em aplicações concretas relativas à área de aplicação. Não se deve eliminar o ensino da geometria porque estamos utilizando o computador, pelo contrário, não se deve substituir, e sim somar. A geometria ensinada com o uso dos computadores necessita de uma nova alfabetização.

Se o aluno realizar um projeto com formas platônicas, puras ele pode resolver o projeto à mão, mas se o projeto envolver formas complexas, ele terá muita dificuldade de realizar a sua representação pelos métodos tradicionais, se comparada ao uso do computador. O computador não só auxilia o pensamento, como ajuda a viabilizar a sua realização, ultrapassando a questão da mera representação.

O que se faz hoje no computador com formas complexas não era realizável há um tempo, na medida em que era muito difícil, se expressar em três dimensões. Gaudi, como entendia muito de geometria, usou em sua obra geometria regradas, partindo da família das seções cônicas, mas que são possíveis de serem representadas em maquetes. Hoje o computador

permite realizar uma geometria topológica, que potencializa a construção de curvas contínuas de terceiro grau ou superior. A concordância dessas curvas, que grau de difícil representação, é representada pelo programa 3D por uma *Spline*, ou criando modelos com superfícies *NURBS*. Por este exemplo é possível notar que o meio altera o projeto, porque te dá novas possibilidades. Possibilita ao profissional fazer uma outra arquitetura porque pode usar uma outra geometria, a geometria topológica, por exemplo.

Da passagem da geometria descritiva para a geometria topológica, implicou na libertação do conjunto de formas. É possível criar um conjunto de formas, formas contínuas por causa da geometria topológica. Ou seja, o meio pode alterar, mas não necessária mente altera o projeto.

O aluno tem que perceber que a *Spline* permite fazer curvas que o compasso não conseguia representar, mas isso implica uma viabilidade técnica. Para construir uma forma projetada por *Spline* é necessário uma fresa semi-seca, corte a plasma.

Quanto ao curso, Florio explica que a interdisciplinaridade acontece em ações isoladas, um professor ou outro que estimula esse raciocínio convidando os colegas a participarem com palestras ou para debater um determinado assunto. É uma ação entre professores, não entre disciplinas. E de uma certa forma é bom, porque não há a rigidez de ser obrigado a interagir com o outro, acontece por afinidades, espontaneamente. Para acontecer mais sistematicamente, a escola tem que repensar o curso, tem que alterar os currículos.

Como se ensina geometria, não se pode ensinar geometria descritiva apenas. Tem que mostrar a geometria topológica. E fazer o aluno pensar qual a implicação dessa geometria no projeto. Ou seja, a aula de desenho não pode ser só instrumental, ela tem auxiliar o aluno a rebater essa geometria no projeto. E tudo aqui que é ensino de uma maneira muito automática, apenas focada no instrumental acaba perdendo seu valor na aplicabilidade. Florio acredita que o uso do computador é fundamental para ensinar a geometria descritiva e a topológica para que o aluno tenha condições de aplicá-la no projeto. Ou seja, está aumentando o conteúdo de conhecimentos que o professor tem que ter.

Um erro apontado por Florio nas aulas de projeto se refere ao fato do aluno quando faz o projeto pelo computador não ser estimulado pelo professor a fazer a maquete física. E isso é uma desvalorização de um meio de comunicação que é fundamental. Florio confessou que faz uma campanha para que o aluno não abandone um meio em favor de outro, pois eles são complementares. O aluno tem que aprender a desenhar à mão, fazer modelos físicos como a maquete, e modelos geométricos 3D no computador. Os meios se somam e não se subtraem. Os melhores trabalhos de fim de curso são os que envolvem todos os meios. Porque por mais que o aluno modele bem no computador, a tela é plana e muitas vezes ele observa um detalhe na maquete física, que passou despercebido na maquete digital. Com a prototipagem rápida, a maquete volta a ter interesse, porque o aluno fazer o projeto no computador e materializar a maquete.

Os alunos na Unicamp usam uma maquina de prototipagem com corte a laser, eles fazem modelos físicos, cortando as curvas de nível, ou os objetos que eles modelaram em 3D, eles cortam e montam novamente o objeto, mas agora no meio físico.

Ensinar projeto hoje está mais complicado.

O aluno hoje se comporta conforme seu orientador, o aluno que percebem no orientador uma disposição que vai além do que era ensinado há 20 anos. O aluno quer debater conceito, novos métodos construtivos. Mas tem também o aluno que se acomoda e faz o projeto para cumprir a disciplina. Mais é claro que o 3D está cada vez mais presente em projetos, se os escritórios ainda não usam o 3D o tempo todo, na faculdade está cada vez mais presente. E isso aponta que quem está mudando o perfil dos escritórios são os alunos.

Essa popularização do uso do 3D, por exemplo com o programa *SketchUp*, precisa ser observada para promover um projeto melhor. A partir o momento que o aluno consegue fazer rapidamente um desenho em 3D, se ele tiver melhor conhecimento de geometria, das tradicionais até a topológica, e melhores condições conceituais para saber o que ele está fazendo em arquitetura, ele vai muito mais longe.

Os alunos tem muitos conhecimentos, mas não aprenderam a organizá-los, muitas vezes eles já entram com vícios em virtude desse conhecimento prévio. Arquitetura é escala, proporção, e muitas vezes o aluno consegue fazer o modelo tridimensional e não se dá conta

que os espaços são muito pequenos ou exageradamente desproporcionais ao ser humano que irá utilizá-los. Como o aluno já passou a limitação de usar o meio, ele deve ser orientado em como aproveitar esse meio da melhor forma em prol do seu projeto e de uma melhor arquitetura. E desta forma o professor tem que ter disposição e conhecimentos para orientar esse novo aluno.

A formação dos alunos no 2º grau em relação a geometria é muito ruim, ingressam na universidade sem ter conhecimento de geometria plana, e a universidade está formando muito mal nesse sentido,

As turmas de projeto são muito grandes, 100 alunos por semestre, e o professor não consegue dar atendimento como deveria, somado a isso vem uma formação fraca no 2º grau. Chega na universidade e não sabe o que é geometria. E os poucos que sabem não conseguem rebater isso no projeto de uma maneira satisfatória.

Curriculum Resumido - Prof. Dr. Wilson Florio

Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Mackenzie (1986), Especialização em Didática do Ensino Superior (1995), Mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Mackenzie (1998) e Doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (2005). É Professor Adjunto Doutor MS3 da Universidade Estadual de Campinas e Professor Assistente II da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Tem experiência na

área de Arquitetura Contemporânea, com ênfase em projeto de edificações e tecnologia da informação na construção civil, atuando principalmente nos seguintes temas: projeto, processo de criação, linguagem arquitetônica, tecnologia da arquitetura, sistemas de representação, computação gráfica e fabricação digital. Líder do Grupo de Pesquisa "Arquitetura, Processo de Projeto e Análise Digital", cujo objetivo é analisar arquitetura contemporânea a partir dos recursos computacionais aplicados tanto na concepção como na construção de edifícios.

Última atualização do currículo em 08/05/2009

Endereço para acessar este CV: http://lattes.cnpq.br/2268543062941592

Entrevista com o Prof. Dr. Eduardo Sampaio Nardelli

Este texto foi elaborado com base em apontamentos da entrevista concedida pelo Prof. Dr. Eduardo Nardelli, no dia 30 de Março de 2009, no campus da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, Capital.

Nossa conversa foi iniciada pelo questionamento de como seria possível a vida, hoje em dia, sem o uso do computador. Esta possibilidade seria pouco ou nada provável, pois o uso do computador é um fato.

É possível ensinar teoria de projeto sem o uso do computador, conversando e discutindo o projeto com o seu aluno. Mas impedir que ele realize o projeto sem o uso do computador, não é mais possível.

Nardelli e um grupo de pesquisadores acabaram de realizar uma pesquisa sobre o Estado da Arte nos escritórios de São Paulo e a primeira constatação é que o perfil do profissional que trabalha no escritório mudou profundamente, por causa do uso do computador: o famoso projetista, aquela pessoa com certa idade, com 459 km de linhas nas costas não existe mais ou está praticamente em extinção.

No período pré-computador, o projetista traçava algumas linhas para o arquiteto tomar decisões. Agora, o uso do computador permitiu juntar estas duas funções. Você tem

no escritório um arquiteto (recém formado ou estagiário) que toma a decisão e ele mesmo faz a geometria, porque ele tem a ferramenta, o computador, na frente dele. Há uma mudança qualificativa no profissional.

As escolas de arquitetura precisam prestar a atenção para esta mudança. A profissão do arquiteto agora é outra. E para atuar na área é preciso dominar a tecnologia digital, pois não há mais atividade relacionada à arquitetura que não utilize esse meio. Talvez o dono do escritório possa não dominar a tecnologia digital, pois se formou numa época em que isso não era importante. Mas agora ele contrata um arquiteto para converter a sua idéia numa imagem digital, e assim, apresentar o projeto. Ao longo da pesquisa foi possível perceber que isso é uma realidade nos escritórios de arquitetura.

O ensino nas universidades ficou estagnado no século XIX, falam de coisas pouco importantes ou de pouca relevância para a área. Isso é um fato. Às vezes, o que parece é que os alunos aprendem, apesar da escola não disponibilizar alguns conhecimentos. Uma realidade de sala de aula é que os alunos são alfabetizados digitalmente.

Deste modo, você tem um choque de competências dentro da escola, onde por um lado, o professor que sabe arquitetura, que projeta, que tem uma competência extraordinária na área, que entende a estrutura, o detalhamento, que tem um traço de uma densidade gráfica incrível, na grande maioria, não entende de computação. Ele não foi alfabetizado digitalmente e não se interessou por essa questão. E do outro lado, há uma garotada que domina a tecnologia

digital de forma espetacular, mas por sua vez, não sabe nada de projeto, de construção etc.. Esse choque cultural impede a troca de saberes, o diálogo. Nós deveríamos ter uma nova disciplina que ensinasse projeto usando tecnologia digital. Na disciplina projeto 6, Nardelli e seus colegas professores admitem o uso do computador, ou seja, o aluno apresenta o trabalho no meio que lhe é mais conveniente, pois a disciplina não é formatada no uso do computador, ela se preocupa com a questão conceitual de ensinar projeto. E uma das ferramentas que podem ser utilizadas é o computador.

Nadelli explica que ao permitir o uso do computador no processo de aprendizagem, ocorrem mudanças epistemológicas no processo de criação. O princípio fundamental do processo de projeto é idealizar algo que virá a ser, que será concebido. Ao projetar, você passa por um processo sucessivo de representação de idéias de uma coisa que vai acontecer, onde você parte de um geral para um particular, de uma idéia até o detalhamento. O processo é: você pensa, representa e a representação que você fez, retorna para a sua cabeça e você realimenta o processo. Assim é o projeto, um processo de representações contínuas que realimentam o processo de criação do pensamento. Na sua tese de doutorado, Nardelli percebeu, como professor de projeto trabalhando com os alunos, que o tipo de material utilizado para representar as suas idéias afetava o resultado final. No princípio, os alunos não se expressavam volumetricamente e insistiam nas representações ortogonais. Desta forma, as relações espaciais se perdiam completamente, porque os alunos não tinham domínio das técnicas de representação de desenho. Ao observar esta situação, Nardelli, ao invés de começar a desenhar sobre o papel manteiga, introduziu no processo um estudo das relações entre ambientes, um organograma

e a aplicação direta no desenvolvimento tridimensional utilizando massinha de modelar. Ao longo do processo, cada aluno utilizava um suporte tridimensional, a massinha, o lego, o cartão. Isto permitiu observar que, dependendo do material com que os alunos se expressavam, eram obtidos resultados mais orgânicos, ou mais ortogonais. Esta foi a hipótese estudada por Nardelli: se o meio de representação altera o resultado, qual seria o resultado se o computador fosse introduzido como meio de representação?

No livro **Epistemologia Genética**, Piaget explica que uma pessoa não consegue abstrair sem primeiro concretizar, ou seja, o pensamento vai evoluindo, ele é construído por meio de uma série de operações e essas operações sempre são operações concretas. Esse mesmo processo acontecia com os alunos de Nardelli, ou seja, depois de construir essas maquetes, eles conseguiam desenhar o que antes não era "visível" para eles. Por meio da modelagem, os alunos concretizavam a operação e assim conseguiam abstrair os desenhos de representação.

Naquele momento, Nardelli viu no uso do computador, uma ferramenta que podia auxiliar a capacidade dos alunos na concretização das suas idéias. O computador permitia o estudo de materiais por exemplo, e desta forma o aluno visualizava as transformações que poderiam ocorrer no projeto. Nardelli explicou que há 11 anos o programa *Form Z* era uma coisa muito avançada para a época, e o uso dessa ferramenta possibilitava modelar o objeto no local, permitindo além do estudo da forma, entender a relação com o entorno. Deste modo, ao utilizar o computador, o aluno tinha, com muita clareza, esse processo de concretização da

sua idéia no local a ser implantado, produzindo um salto gigantesco no desenvolvimento de suas idéias.

O uso do computador no ensino de projeto precisa sofrer uma adequação dessa ferramenta à metodologia a ser empregada, na medida em que não é simplesmente substituir os processos tradicionais por processos digitais. A tecnologia está muito mais à frente, permitindo, por exemplo, conceber formas a partir do processamento de dados, utilizando a capacidade e a velocidade do computador de automatizar essas informações.

Outro exemplo é a arquitetura generativa, onde a forma nasce de um algoritmo. O *London City Hall* é um exemplo de como a forma pode ser elaborada a partir de ensaios produzidos digitalmente, onde o projeto é concebido em relação à sua posição no terreno, estudando o conforto térmico, a economia de energia, e todas as interferências estudadas por simulação digital.

Esta nova maneira de projetar gera uma forma, não é só provocativa, derivada de um gesto, de um traço, mas ela é, principalmente, o resultado de um estudo profundo de simulação proporcionado pelo uso do computador. O sistema BIM trabalha com metáforas de arquitetura, ou seja, o projeto não parte da organização gráfica de linhas, mas de elementos que compõem o espaço arquitetônico como a porta, a parede. Este processo de pensar a obra altera as etapas de projeto, visto que ao invés de desenvolver um estudo da forma tradicional, trabalhando a épura, planta, corte, o aluno inicia seu processo de criação sobre um espaço

tridimensional, com objetos tridimensionais que compõem o espaço da arquitetura, como paredes, portas, janelas.

Um programa que trabalha desta forma é o *Revit Architecture*. Ao clicar no ícone da parede, é possível definir sua altura, espessura. Criada a parede, é possível inserir uma porta, de aço, de madeira, de vidro, porque o mouse, ao passar sobre a peça, reconhece que é uma parede e permite a introdução da porta, previamente selecionada, abrindo um vão para a fixação da porta

Nardelli explica que o aluno está construindo um modelo, está projetando e, ao mesmo tempo, consegue fazer inserções no projeto, avaliando suas possibilidades. Como o programa modela em 3D, o software apresenta a planta, a vista, ou um corte a partir de uma linha determinada pelo próprio aluno. Ao inserir os elementos, janelas, portas, todas as peças já são cotadas e ao final é possível gerar um relatório com o número de peças utilizadas, seu material, dimensão, enfim, com todas as informações referentes ao projeto.

Podemos considerar isso uma revolução no ensino de projeto, porque o aluno visualiza o projeto em determinadas etapas que já não necessitam ser desenhadas, como no período pré-computador. O aluno simula um edifício e extrai as informações necessárias, como por exemplo, informações quantitativas, quantas portas, quanto vai custar o m2, quantos metros construídos, etc., sendo capaz de verificar o estudo de áreas, o cálculo de perímetro, nível das plantas, enfim, com este tipo de programa, o arquiteto pode sentar sozinho em seu escritório

e desenvolver o projeto completo sem necessitar de toda a equipe que era necessário antes do uso do computador.

E se for necessário fazer alguma alteração no projeto, a informação não se perder na fragmentação dos desenhos realizados um a um. Como comentou Nardelli: "imagina gerenciar um edifício atual onde você deveria revisar um milhão de desenhos, para ajustar uma janela que foi alterada em um determinado andar. Seria uma loucura, você não acha?"

Nardelli ressalta a seguinte situação: o aluno de hoje tem acesso a essa tecnologia, mas ele chega à sala de aula e o professor diz que ele não pode utilizá-la, insistindo no desenho tradicional de cada peça de projeto, utilizando a régua, o esquadro. "Onde esse professor vive?" questiona Nardelli. E pior, Nardelli exemplifica que, após ter participado de um debate num grupo multidisciplinar de profissionais do projeto sobre a necessidade de se trabalhar com uma padronização universal para a geração de modelos arquitetônicos intercambiáveis entre diversos sistemas, encontrou um colega que se orgulhava de exigir de seus alunos desenhos de projeto, sem o uso do computador. "Neste caso, você fica na dúvida se esse professor é mesmo um profissional atuante na área, não é mesmo?" comenta Nardelli.

É bom lembrar que nós tivemos a revolução agrícola, a industrial, a tecnológica, e agora a revolução digital. Se a revolução industrial e tecnológica substituiu os músculos do homem, a revolução digital está substituindo o cérebro, porque o computador muda processos e essa mudança permite uma nova maneira de ver o mundo. E o que a escola está fazendo?

Papert chamou o computador de “a máquina do conhecimento”. Um processo dessa dimensão acontecendo no nosso redor e Papert mostra como o ensino está defasado. Papert explica que se nós trouxéssemos os médicos do século XIX para o mundo contemporâneo, dentro do hospital, eles veriam o progresso da área médica, mas no caso do professor tudo continua igual.

Nardelli acredita que nesse tipo de aula tradicional, o aluno finge que aprende e o professor finge que dá aula, porque quando o aluno se depara com o mercado de trabalho, ele tem que saber lidar com essa tecnologia.

O ideal seria que as pessoas que sabem projeto tivessem passado pela alfabetização digital e que os profissionais que tem conhecimento da tecnologia digital conhecessem a área de projeto.

Quando a pessoa se dispõe a dar aula, não renuncia a sua participação no mundo e não pode se alienar da realidade que acontece a sua frente. É uma obrigação do professor se manter atualizado. Nardelli diz que não é preciso sofrer para fazer um corte, obrigando o aluno a trabalhar com ferramentas que não encontrará no seu ambiente de trabalho, mas também, não é preciso ignorar como se faz um corte.

O fato de se usar o computador não significa que o aluno não irá mais usar a lapiseira. O problema é que tem professor obrigando a usar a lapiseira e proibindo o uso do computador, para quem já domina o uso do instrumento digital, adverte Nardelli.

O software permite que você isole os níveis dos vários andares do edifício, ele desliga o nível superior para visualizar o de baixo. Isso é a linguagem corrente usada pelos alunos. Nardelli comenta: "O aluno não sabe como constrói o corte? É a mesma coisa se pensarmos que no Renascimento o artista tinha que fazer a tinta e hoje o artista compra a tinta pronta. Será que ele deveria fazer a tinta tendo a tecnologia à sua disposição? Você não deve deixar de saber desenhar, mas não pode negar o uso dos meios digitais".

Para Papert, a informática seria como a energia elétrica, nós nem percebemos a eletricidade, nós a utilizamos. Ou seja, não deve existir o laboratório de informática, tem que existir a informática nas várias disciplinas do curso. Quando você cria o laboratório, você cria uma relação de poder, porque o dono do laboratório tem o poder sobrenatural, tem a chave do conhecimento. Como se ele pudesse isolar o conhecimento, dizendo "neste laboratório, você não vai fazer o que faz na outras disciplinas. E as outras disciplinas podem ficar na ignorância completa, porque nós vamos resolver o problema".

Alvim Tofler escreveu, em **O choque do futuro**, que as coisas estão mudando rapidamente e as pessoas mudam, mas não mudam na mesma velocidade. Você tem pessoas hoje vivendo em épocas diferentes, mas convivendo e fazendo as mesmas atividades, contudo, a maneira de conceber a atividade pode ser radicalmente diferente.

Nardelli contou que há um tempo, ele e seus colegas de disciplina foram escolher um terreno para a disciplina de projeto. "Um dos meus colegas tinha no celular o GPS e a cada

terreno, localizava as coordenadas e as informações necessárias, fazia as fotos do local e enviava por email para todo o grupo". No mesmo dia, Nardelli encontrou um colega horrorizado e se questionando como um aluno poderia fazer urbanismo nessas telinhas do computador.

São concepções de mundos diferentes que provocam um grande conflito entre pessoas vivendo em épocas diferentes e no mesmo espaço. Nardelli exemplificou, fazendo uma citação de Toffler, que quando nós viajamos para algum lugar, podemos ficar apreensivos, mas existe dentro da pessoa a certeza de que ela irá voltar. Já o embarque para o futuro é uma viajem sem volta, pois quando a pessoa adquire o novo processo de fazer as coisas no seu dia a dia, não volta mais para os velhos métodos. No entanto, o problema é que tem gente que não embarca, ficando preso a velhos formatos.

Nardelli contou que na disciplina de projeto, ministrada por ele, todas as informações pertinentes aos professores, ao tema, os dados, artigos, galeria de trabalhos dos anos anteriores e um canal de comunicação permanente com os alunos estão numa página de um site da disciplina, ou seja, Nardelli procura falar a linguagem dos alunos. Como resultado, os alunos se envolvem com a disciplina e acabam fazendo trabalhos que vão além do proposto pelo professor. Desta forma, o site passa a ser mais uma ferramenta dentro da disciplina, onde o aluno não tem desculpa para não fazer o trabalho, porque todas as informações estão acessíveis, e, caso haja alguma dúvida, mesmo que Nardelli esteja no Japão, é possível entrar em contato e orientar seus alunos.

Entre os professores que também trabalham em escritório de arquitetura, não há a discussão se é possível usar o computador ou não na disciplina, a discussão pode acontecer em relação a que tipo de software é mais indicado para fazer isso ou aquilo.

Os escritórios de arquitetura estão usando o programa de 3D *SketchUp*, por exemplo, porque é software livre. Este programa introduziu um facilitador no processo de criação, permitindo estudos preliminares por meio de uma visualização muito rápida do lugar. Na apresentação do estudo preliminar, utilizando o *Google Maps*, é possível colocar o prédio no local, mostrando ao cliente como vai ficar o edifício, relacionando-o à região. O uso de apresentações em 3D está completamente incorporado nos escritórios de arquitetura para a apresentação de projetos. Este serviço pode ser encomendado a terceiros por uma questão de economia e de rapidez, como anti*game*nte contratávamos o maquetista.

Mas ainda não chegamos à utilização da realidade virtual para a apresentação de projetos. Penso que nem fora do Brasil a realidade virtual está sendo usada, porque esta tecnologia necessita máquinas com maior capacidade de processamento, equipamentos especiais e um espaço para a sua visualização.

No final de nossa conversa, Nardelli comenta que fica impressionado quando as pessoas dizem que o computador tolhe a criatividade. O pavilhão da BMW, em Frankfurt, teve como partido a fusão de duas gotas de água. O momento da fusão foi congelado e por meio de softwares foram realizadas análises de tensões, gerando os elementos estruturais diretamente

do computador para a máquina de corte. Não tem no projeto um único componente igual ao outro. “É possível dizer que o edifício da BMW não é criativo?” indaga Nardelli. E na verdade, este projeto só foi possível por causa do uso meio digital, que possibilitou o envio de cada parte diretamente para a tecnologia da máquina de corte. Ao usar o computador, você não esta negando a necessidade do conhecimento como a geometria, mas é preciso reconhecer que este trabalho só foi possível porque há um instrumento, o computador e seus softwares, que permitem o processamento dos cálculos e a saída para a indústria. “É possível fazer no tijolinho, mas iria levar uns 50 anos no mínimo, ou seja, a vida toda do arquiteto” comenta Nardelli. “Essa tecnologia que está sendo utilizada pela arquitetura, foi transferida da tecnologia da indústria aeronáutica, automobilística e naval. Isso faz parte da nossa era. É uma evolução. Ou seja, como é que você vai dar aula, sem usar o computador,” lembra Nardelli.

Curriculum Resumido - Prof. Dr. Eduardo Sampaio Nardelli

Possui graduação na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1980), mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1996) e doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1998). Atuou como Diretor da Secretaria da Participação do Estado de S.Paulo em 1986 e Assessor da EMPLASA em 1987. Diretor do Instituto de Arquitetos do Brasil - IAB/SP nas gestões 84/86, 86/88 e 95/97 e representante da instituição na Câmara de Arquitetura do CREA-SP no período 86/88. Assessor da Secretaria Nacional dos Direitos Humanos de 1995 a 1999. Articulista das revistas CADesign de 98 a 2001 e da revista

A&U de 2002 a 2005. Produtor e apresentador de “Flashes Urbanos”, na Rádio Eldorado AM, de 2000 a 2004 é autor do livro “Flashes Urbanos: S. Paulo em 60 minutos” lançado em 2005 pela SENAC-Editora. Atualmente é professor adjunto da Universidade Presbiteriana Mackenzie, lider dos grupos de pesquisa Multifunção e Teoria e Projeto na Era Digital e Tesoureiro da SIGraDi-Sociedade Íbero-americana de Gráfica Digital. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Planejamento e Projetos da Edificação, atuando principalmente nos seguintes temas: arquitetura, urbanismo, computação gráfica, educação e jornalismo especializado.

Última atualização do currículo em 27/03/2009

Endereço para acessar este CV: http://lattes.cnpq.br/2637636659828546

Entrevista com o Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim

Estas respostas foram enviadas pelo Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim, em 4 de abril de 2009, por email.

1- Na formação do designer, do arquiteto e/ou do artista plástico, quais as perdas e ganhos no ensino sem o uso do computador. E com o uso do computador?

Esta questão deve ser encarada pelo seguinte ponto de vista. Antes do advento da chamada "Computação Gráfica" e da popularização dos microcomputadores, eram formados grandes designers, arquitetos e artistas plásticos, que realizaram obras grandiosas sem estes recursos. Acredito que com a popularização destes recursos aqui citados continuaremos a formar grandes profissionais nestas áreas. A disponibilidade da tecnologia computacional e o correto manuseio destes recursos não é suficiente para garantir a formação de um profissional de qualidade. Os mesmos requisitos anteriores ainda são condição sine qua non para a formação dos profissionais que se destacam acima da média, que são: talento, criatividade, conhecimento aprofundados das questões envolvidas na sua área de atuação, e, sobretudo, dedicação e paixão por aquilo que fazem.

Se é assim, então o que muda com a introdução da tecnologia computacional? Porque que ela é tão importante, imprescindível?

Isto pode ser entendido através da análise de dois êxitos. O primeiro é que a tecnologia computacional coloca à disposição destes profissionais das áreas de criação um arsenal de ferramentas como nunca antes disponível, o que vai potencializar a capacidade criativa e de realização dos profissionais, aliando ganhos qualitativos, de tempo e econômicos. O segundo aspecto diz respeito à vida numa sociedade massificada, competitiva e globalizada, onde a tecnologia computacional à disposição de todos, entra ao mesmo tempo, como catalisador e ingrediente, que não podem ser jamais desconsiderados. Ela representa a velocidade e a força bruta introduzida em todo o processo produtivo contemporâneo. Assim, por mais criativo e produtivo que for o designer, o arquiteto e o artista plástico, eles dificilmente poderão enfrentar com sucesso este universo competitivo, que demanda, com intensidade crescente, novas soluções e impõe desafios cada vez maiores.

Por outro lado, o uso destas tecnologias exige um profissional com melhor formação teórica e conceitual, tanto no domínio da área de aplicação quanto no domínio das tecnologias digitais para que este seja capaz de explorar estas tecnologias com toda a sua potencialidade. Assim, conhecimentos que em princípio não fariam parte da grade curricular destes cursos, agora passam a ser necessários.

2- Os escritórios de arquitetura sempre estiveram na posição de adequar o estudante de arquitetura ao exercício da profissão. A função do estagiário era de copista e desenhista. Hoje os escritórios de arquitetura estão equipados com computadores e programas 3D, imergindo o estagiário no espaço virtual das apresentações multimídia. Por outro lado, os

conteúdos das disciplinas continuam não abrangendo o uso dos meios digitais, destinando a uma disciplina (exemplo: computação gráfica) o ensino do uso do equipamento aliado ao uso à área de formação do aluno – arquitetura, design, artes. Como este tema é tratado dentro do curso da sua faculdade?

Esta é realmente uma questão complexa, ela teria de ser avaliada à luz de alguns fatos recentes da vida do país. (a) Inicialmente tivemos a reserva de mercado da Informática que muito atrasou o desenvolvimento nacional. Esta é uma questão polêmica e não pretendo entrar nela. Mas, seguramente ela contribuiu para que no Brasil a popularização da Informática ocorresse muito mais tarde, sobretudo aquela aplicada à nossa área de estudo. E até hoje, os produtos da microeletrônica ainda são muito caros em nosso país, mesmo se comparados com alguns países menos desenvolvidos. Isto entrava a popularização e a difusão das tecnologias computacionais. (b) Com o fim do chamado "milagre brasileiro" o país entrou num ciclo de euforias e depressões econômicas, que desorganizaram boa parte do setor produtivo nacional, sobretudo o setor da construção civil e o industrial. Neste contexto, a arquitetura, o design e as artes também sentiram o impacto. Este cenário não foi positivo ao investimento para a introdução de novas tecnologias e o surgimento de novas idéias. Isto gerou profundos reflexos no setor de ensino e na formação dos profissionais. (c) Com a expansão do ensino nas universidades públicas brasileiras, ocorrida no final dos anos 60 e início dos anos 70, os investimentos alocados não foram suficientes para se fazer uma universidade pública de qualidade e à altura das demandas e das necessidades do país. Isto, aliado a outras mazelas internas (greves, salários, gestão, etc.) fizeram com que houvesse um sucateamento geral das escolas, salvo raras

exceções. É verdade que neste período se consolidou o sistema de pós-graduação nacional, através da CAPES, mas mesmo assim, com os altos e baixos já mencionados. Estes fatos brevemente listados produziram um quadro muito negativo para os cursos de Arquitetura e de Engenharia, especialmente a civil. A falta de recursos financeiros para se equipar as escolas e capacitar os professos no uso das tecnologias computacionais, aliada à baixa qualidade da maioria dos projetos e das construções produzidos, mas aceitos pelo mercado sem maiores questionamentos, não geraram um forte motivador para que os professores, sobretudo os de projeto, investissem no estudo destas tecnologias.

Assim, podemos resumir que o atraso em que se encontram as Escolas de Arquitetura no Brasil em relação ao uso e ao ensino das tecnologias computacionais aplicadas à arquitetura se devem a dois aspectos principais: a falta de recursos para a implantação de soluções completas e consistentes e a falta de informação dos professores para uso destes mesmos recursos. Deste modo, mesmo que hoje tivéssemos os recursos financeiros, mais fáceis de serem obtidos, ainda assim, não seriamos capazes de sanar o problema por falta de recursos humanos preparados.

Por fim, no que se refere à FAUFBA, esta situação não é diferente das demais escolas do país. No que pese nela ter sido montado o primeiro laboratório para se trabalhar com as tecnologias computacionais aplicadas ao ensino da Arquitetura e do Urbanismo, o LCAD , muito pouco foi aproveitado no sentido da formação de uma nova cultura de trabalho e ensino, sobretudo de projeto. Não houve recursos para a implantação de uma solução consistente. Os

recursos financeiros conseguidos, pelos mais diversos meios mostraram-se aquém das necessidades. Além disto, houve uma grande indiferença por parte dos professores, especialmente os de projeto e de desenho. Em relação a estes últimos o quadro tem tendido a uma maior convergência, face à vertiginosa mudança que tem acometido a área de representação gráfica como: a extinção de disciplinas, a supressão de conteúdos, e a redução de carga horária.

3- Antes dizíamos que a universidade ensinava o aluno a pensar e os escritórios instrumentalizavam o estagiário, contudo o meio era o mesmo. Hoje o meio digital dá inúmeras possibilidades que o meio tradicional não permitia, como por exemplo, percorrer o espaço do projeto com uma câmera antes da sua realização. É possível continuar pensando que o meio digital é apenas em instrumento e não um meio de criação?

Não, os recursos digitais embora ainda sejam instrumentos, extrapolaram a condição de "meros instrumentos" do ferramental convencional. Os novos recursos possuem potencial para expandir a capacidade criadora do profissional, existindo inclusive algoritmos com capacidade de gerar "soluções automáticas" que poderiam gerar insights para o projetista.

Como já mencionado na resposta da primeira questão, as tecnologias computacionais aplicadas à área de AEC, colocaram à disposição dos arquitetos e professores de projeto um verdadeiro arsenal de soluções para questões sequer imaginadas a cerca de 20 anos atrás. São ferramentas para simulação numéricas de várias naturezas (estéticas, funcionais, estruturais, FDS, etc) para análise do desempenho energético das edificações, para planejamento, projeto,

construção e gestão da edificação (BIM), além de outros como a prototipagem rápida, a projetação colaborativa, etc. Todos estes são recursos colocados à disposição do projetista, para aguçar e auxiliar as suas capacidades criativa e analítica na resolução de problemas cada vez mais complexos. Por outro lado, vivemos num mundo globalizado e cada vez mais complexo que demanda novas soluções para os antigos e novos problemas, introduzindo adicionalmente a questão da sustentabilidade. Assim, fica extremamente difícil abrir mão do aparato da tecnologia digital no enfrentamento destas questões, ainda que se queira menosprezar o potencial criativo delas.

4- O meio pode alterar a criação do projeto ou só potencializa a sua realização?

Acredito que as duas coisas são verdadeiras. É obvio que a ferramenta potencializa na medida em que coloca à disposição do projetista uma grande quantidade de recursos tecnológicos. Entretanto, é a capacidade criativa, o conhecimento e a maturidade projetual do profissional que comanda o processo. Se ele conhece bem o seu mister e os recursos das tecnologias disponíveis, ele certamente se sentirá mais tentado a ousar, conseguindo encontrar melhores soluções, em tempos menores e viáveis economicamente. O domínio das tecnologias disponíveis para o profissional de projeto influencia o seu comportamento projetual, também foi assim com os balanços em concreto armado e o uso do vidro e do aço na arquitetura etc.

5- As demais disciplinas do curso utilizam os meios digitais. Como? Há interdisciplinaridade dos conteúdos das disciplinas?

Paulatinamente, o tempo e a familiaridade vão vencendo o medo e a inércia e, as várias disciplinas vão se apropriando dos recursos das tecnologias digitais e incorporando o seu uso. Sejam como meras ferramentas de exposição como as apresentações em Power Point ou similares, seja produzindo imagens, cartazes e textos em quase todas elas; nas aulas de matemática para visualizar gráficos, mas aulas de projeto e desenho para representação de projetos em 2D e 3D, de componentes arquitetônicos e outros elementos técnicos, nas disciplinas técnicas para fazer dimensionamento e simulação de sistemas diversos, cronogramas e orçamentos de obras nas disciplinas de construção etc. Finalmente, a busca de textos, catálogos e informações de vários tipos na *internet*, por praticamente todas as disciplinas. O grande problema é que este uso é ainda incipiente e carece de um enfoque sistêmico para que os seus efeitos sejam mais efetivos, conseqüentemente a interação hoje verificada entre as disciplinas é ainda muito baixa. É assim na nossa Escola, e acredito que também deve acontecer o mesmo na grande maioria das escolas.

Entretanto, no novo curso de graduação (noturno) em Arquitetura e Urbanismo da FAUFBA, recém iniciado, tem havido uma preocupação com a integração curricular através de uma abordagem transversal. E, um dos elementos que propiciarão e viabilizarão esta transversalidade são as tecnologias digitais. Quando estivermos discutindo um problema de projeto, não estaremos apenas discutindo representação, funcionalidade e estética, mas também todos os outros aspectos da edificação como: eficiência energética, custos, estrutura, construtibilidade, etc. Dever ser entendido que o grau de completeza, com que os problemas serão tratados,

crescerá com o avançar do curso, com a ampliação da base de conhecimentos dos alunos e o uso de ferramentas capazes de suprir estas demandas.

6- Como é o aluno de hoje em sala de aula?

Na sua maioria são desmotivados, imaturos e confusos, sem saber exatamente o que querem fazer. É obvio que todos dizem que querem aprender. Mas, efetivamente poucos se esforçam neste sentido. Acham os recursos computacionais fascinantes, mas ficam na superficialidade e acham que a intuição e a tentativa e erro são suficientes para gerar uma solução. A boa solução só decorre do conhecimento e da análise crítica, embora alguns problemas possam ser resolvidos por tentativa e erro, especialmente na Arquitetura. Falta a eles o domínio conceitual da área de arquitetura e de conhecimento suficiente das tecnologias que pretendem utilizar. A facilidade para se copiar os programas, aliada à interface intuitiva e à interatividade da ferramenta permite que quase sempre se obtenha algum tipo de resposta. E, para a maioria dos estudantes, esta é suficiente.

É importante observar, que esta avaliação é fruto da observação dos estudantes da FAUFBA nos últimos 10 anos, especialmente aqueles dos últimos anos do curso. Portanto, não deverá ser estendida para outras realidades.

7- Percebo que existe nos alunos uma grande preocupação na aprendizagem utilizando tecnologia de ponta para a realização dos projetos, porém nenhuma inquietação em

adquirir os conteúdos básicos como, por exemplo, o estudo da geometria e do desenho, ou seja, o aluno pergunta qual o programa X ou Y será dado, mas não questiona a sua deficiência na aprendizagem de disciplinas fundamentais como a geometria. Como você vê esta situação?

Isto é uma situação grave, mas deverá ser encarada pelo prisma correto. Estudar Geometria é fundamental para a formação do arquiteto e do engenheiro. Entretanto, o estudo de desenho geométrico como era dado nas escolas, explorando a memorização das construções geométricas, está completamente superado. O importante são os conceitos e as propriedades geométricas das formas.

Da mesma forma, acontece com o desenho arquitetônico e com o desenho técnico, a construção dos desenhos, linha a linha, hachuras e caligrafia técnica não interessam mais. Importa a capacidade de ler e interpretar corretamente os desenhos, conhecer as normas técnicas da nova representação, as propriedades dos objetos arquitetônicos ali representados, bem como as tecnologias envolvidas com suas estruturas de informação. Há que se saber arquitetura, construção, estrutura e instalações e não mais só desenho arquitetônico. E, tudo isto de forma integrada e simultânea.

Analog*ame*nte, na geometria descritiva, os traçados dos métodos descritivos, mudanças de planos, determinação de verdadeiras grandezas, as interseções de sólidos, planificações, etc, perderam o sentido, visto que tudo isto pode ser feito com grande grau de automação. O desafio é desenvolver a visão e o raciocínio espacial do aluno, fazê-lo conhecer as propriedades

geométricas dos objetos e dos espaços, utilizar os sistemas de projeções com suas características e propriedades, terminologia etc. O conhecimento teórico se sobrepõe ao simples traçado gráfico.

Com a perspectiva linear, a tecnologia digital foi ainda mais cruel. A modelagem geométrica e as ferramentas de rendering, e mais recentemente com os recursos NPR , as trabalhosas construções e técnicas manuais perderam completamente o sentido. Da perspectiva deverão ser estudados os conceitos como linha do horizonte e os pontos de fuga, a posição do observador, as projetantes, os planos do geometral e do quadro e o sistema de projeções cônico. Os exercícios de perspectiva devem ser feitos à mão livre como desenho de observação. Estes são e continuarão sendo fundamentais para o desenvolvimento da capacidade de criação e de expressão gráfica dos estudantes.

Aparentemente, com a automação provocada pelas tecnologias, existe um enxu*gamen*to dos conteúdos e esvaziamentos das profissões onde parte dos conhecimentos que residiam nos profissionais migrou e está agora embutido nos programas através de estruturas de dados e algoritmos dedicados. No que pese estes fatos serem parcialmente verdade, o esvaziamento da profissão ou a perda de importância do profissional é um ledo engano. O fato é que o trabalho dito "braçal" se reduziu por conta da automação das rotinas de projeto, mas, a carga cognitiva aumentou consideravelmente. Antes, as várias disciplinas eram tratadas de forma estanque e agora tudo está interligado, elas precisam ser consideradas juntas e quase sempre simultaneamente. Além disto, há que se considerar os novos conhecimentos que passam a fazer

parte do problema e que parte deles foram trazidos pela própria tecnologia digital. Ou seja, trabalharemos menos com as mãos e muito mais com a cabeça. Assim, somente os profissionais com uma sólida formação teórica serão capazes de desenvolver aplicações bem sucedidas. Assim, projetar hoje é uma atividade mais complexa do que foi no passado.

8- Os meios digitais são usados em sala de aula apenas como instrumentos ou como meios que possibilitam a realização da imagem mental do projeto. Ou seja, o aluno é um "cadista" ou utiliza os meios digitais como forma de expressão do seu pensamento visual?

Esta é realmente uma pergunta complexa. É difícil afirmar com certeza o que "vai na cabeça" dos alunos. Entretanto, o que a nossa experiência tem demonstrado é que a maioria dos alunos quer se livrar o mais rápido possível do trabalho, acabar logo, e sem ter que pensar muito. Isto vai de encontro ao que ser propõe a tecnologia que a facilidade na geração de soluções alternativas, da busca da otimização do problema projetual pelo cotejamento de alternativas viáveis. Ou seja, o que motivou o desenvolvimento da tecnológica computacional aplicada ao processo de projeto foi, pelo menos num primeiro momento, a busca por produtos de melhor qualidade e menores custos de produção.

Acredito que para se analisar esta questão mais a fundo seria necessário se preparar alguns experimentos que pudessem dar um cunho mais científico a esta resposta.

9- Qual a função das disciplinas de geometria e desenho técnico, dentro do curso de arquitetura, design e artes nos dias de hoje?

Esta questão foi respondida praticamente na questão 7. Estas disciplinas precisam ser reformuladas do ponto de vista dos seus objetivos, conteúdos programáticos, metodologias de ensino e ferramentas empregadas e, possivelmente, fundidas em uma única disciplina que deverá fazer uso das tecnologias digitais. O nome desta nova disciplina? Bem, isto é uma questão que teremos que amadurecer um pouco.

10- Qual o futuro do uso dos instrumentos tradicionais de desenho – compasso, esquadros, etc. nestas disciplinas?

Estes instrumentos num futuro próximo não terão mais qualquer importância para o desenho. Estão fadados aos museus. Réguas, esquadros e compassos terão alguma função nos próximos anos como ferramentas de construção usadas por operários de pequenas empresas e artesãos, na marcação dos seus trabalhos enquanto a automação também não chegar até eles. Eventualmente, poderão ser usados para rápidos traçados, sobre desenhos existentes em suporte papel, e/ou a tomada de medidas sobre eles.

11- Na sua opinião, como deve ser o uso dos meios digitais no curso de arquitetura, design e artes?

O uso das tecnologias digitais precisa ser incentivado em todas as disciplinas, mas de forma integrada, num projeto pedagógico unificado. Em algumas disciplinas os recursos assumirão o papel de meros coadjuvantes como: os projetores multimídia, os scanners, câmeras fotográficas digitais, juntamente com os programas que lhes são referentes. Além dos navegadores da *internet* e dos processadores de texto e outros recursos semelhantes, desenvolvendo importantes tarefas meio, melhorando e enriquecendo o ensino, sem contudo alterá-lo conceitualmente. Já em outras disciplinas, estes recursos assumem um papel determinante e definidores do eixo que deverá guiar as novas práticas pedagógicas, como nas disciplinas de projeto, de representação e as relacionadas à área de tecnologia, através do uso de ferramentas especializas para cada uma destas áreas. Mas, nunca é demais repetir que a palavra chave é a integração: dos conteúdos e das tecnologias.

No momento estamos desenvolvendo uma experiência deste tipo na FAUFBA, através do novo curso de graduação (noturno) em Arquitetura e Urbanismo, recém criado no âmbito do Programa REUNI. Entretanto, como já foi colocado em outras questões aqui discutidas, existe o grande entrave que é a crônica falta de recursos, mesmo no momento em que o governo federal, amplia as vagas do sistema federal de ensino superior. Mas, apesar destas dificuldades vamos perseguir este objetivo. Não será fácil, mas vamos em frente.

12- As universidades estão preparadas para integrar os meios digitais no ensino da arquitetura, design e artes?

Não, como citado anteriormente, as universidades não se prepararam adequadamente para dar este salto. Sem dúvida que existem, em algumas delas, bons profissionais que conhecem adequadamente aspectos das tecnologias disponíveis. Entretanto, para uma abordagem integrada e em larga escala, faltam recursos materiais e, sobretudo, humanos para que isto possa ser feito de forma adequada. O preparo de professores e de uma metodologia integrada e que traga resultados concretos para o ensino de arquitetura em ambiente informatizado levará pelo menos de 5 a 10 anos, a partir do momento que se tomar esta decisão.

13- Sabendo que os escritórios já utilizam os computadores e os programas paramétricos, integrando conhecimentos de várias áreas para a elaboração de um projeto, como você vê o ensino de projeto e das disciplinas relacionadas à representação gráficas nos próximos 10 anos.

O Ensino de projeto e de representação gráfica terá que ser reformulado urgentemente. Na verdade já passou do ponto. O fato é que mudou o paradigma da projetação, antes era o desenho manual que comandava processo de projeto, hoje o desenho é quase todo produzido automaticamente. É claro que a representação é fundamental. Mas, ela se dá de uma outra forma e é conseqüência da tomada de decisão no processo projetual. Na verdade nós não mais desenhamos, mais sim construímos virtualmente, usando os elementos arquitetônicos e construtivos com todos os seus atributos. Saímos do domínio do desenho para o domínio da informação. A informação é que é importante e, a sua tomada de forma correta, imprescindível. Nos próximos anos, com o aperfeiçoamento das atuais ferramentas e os novos desenvolvimentos este quadro somente se agravará.

Por ouro lado, é cada vez mais importante a capacidade de abstração e de visualização espacial. Assim, o ensino de desenho deverá se dedicar com especial atenção a este aspecto. Além da capacidade de expressão do aluno através do esboço à mão livre.

Curriculum Resumido - Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim

Graduado em Engenharia Civil (1977) e em Arquitetura (1982), pela Universidade Federal da Bahia. Especialista em Gerenciamento de Transportes Urbanos (1987), pela Universidade Federal da Bahia. Mestre em Engenharia de Transportes (1990), na área de concentração de projeto e construção de vias de transporte e, doutor em Engenharia de Transportes (1997), na área de concentração de informações espaciais, pela Universidade de São Paulo. Especialista em Aplicações Pedagógicas dos Computadores (1998), pela Universidade Católica do Salvador. Atualmente é professor titular do Departamento da Teoria e Prática do Planejamento da Universidade Federal da Bahia. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em ensino-aprendizagem, atuando principalmente nas seguintes áreas: infra-estrutura urbana, tecnologias CAD, projeto de arquitetura e urbanismo, projeto auxiliado por computador, documentação arquitetônica e representação gráfica.

Última atualização do currículo em 08/05/2009

Endereço para acessar este CV: http://lattes.cnpq.br/7540701767935070

Entrevista com o Prof. Dr. Claudio Cesar Pinto Soares

Estas respostas foram enviadas pelo Prof. Dr. Claudio Cesar Pinto Soares, em 13 de abril de 2009, por email.

1- Na formação do designer, do arquiteto e/ou do artista plástico, quais as perdas e ganhos no ensino sem o uso do computador. E com o uso do computador?

Tanto no exercício profissional quanto no aprendizado acadêmico, o uso do computador é inevitável e diria mesmo, imprescindível. Não há como remar contra a maré. Entretanto é preciso não supervalorizar a computação, colocando-a a frente do embasamento teórico das disciplinas. É preciso que as disciplinas "dominem" o assunto, mas que a computação seja vista como a ferramenta mais adequada para se resolver os problemas da disciplina. Como sempre disse, a dificuldade não está em usar ou não usar o computador. Está em COMO usá-lo. Acho que "ensinar" sem o computador, nos remete às trevas, pois perdemos a agilidade, rapidez, precisão, eficácia, padronização, etc. exigidas pela sociedade industrial moderna, voltando ao "artesanato" projetivo. Precisamos sim do computador, mas este tem que ser usado nas tarefas mais braçais (ou "burras", como hachurear um desenho, cotar alguns elementos geometricos, etc.). Com o uso do computador ganhamos liberdade e tempo para as tarefas intelectuais realmente importantes num projeto: criar, experimentar, apreender, visualizar, etc.

2- Os escritórios de arquitetura sempre estiveram na posição de adequar o estudante de arquitetura ao exercício da profissão. A função do estagiário era de copista e desenhista. Hoje os escritórios de arquitetura estão equipados com computadores e programas 3D, imergindo o estagiário no espaço virtual das apresentações multimídia. Por outro lado, os conteúdos das disciplinas continuam não abrangendo o uso dos meios digitais, destinando a uma disciplina (exemplo: computação gráfica) o ensino do uso do equipamento aliado ao uso à área de formação do aluno – arquitetura, design, artes. Como este tema é tratado dentro do curso da sua faculdade?

Nas minhas disciplinas de Desenho Técnico I e II para o curso de Design de Produtos, ajustei a programação de modo a retirar das ementas os conteúdos que caracterizassem "decorebas de seqüências de traçado", pois nada trazem ao aprendizado. Isto abriu uma janela de tempo que (sem aumentar a carga horária) me permitiu ministrar os conceitos básicos de operação num software de CAD e logo em seguida a teoria do Desenho Técnico realmente indispensável. Assim, os alunos já fazem todos os exercícios (desenhos ortográficos (2D)) e modelagem virtual (3D), já direto no computador. Isto, entretanto, demanda que o professor domine tanto a geometria básica quanto os recursos computacionais. Opero desta forma há uns 10 anos e o sistema já foi avaliado na minha tese de doutorado em 2004. Entretanto, as obsoletas ementas oficiais não prevêem o uso de computadores e, para tornar isto uma regra geral, precisaríamos ter maior numero de professores habilitados em CAD e em Geometria. Esta é a principal dificuldade que encontro na minha Universidade: a rejeição dos próprios professores ao novo, à modernidade. Algo do tipo "não conheço mas não gosto...".

A meu ver, o grande erro (generalizado) nas instituições de ensino é tratar a "ferramenta" (computador) de forma dissociada da parte teórica imprescindível das disciplinas: um professor ensina Desenho Técnico e outro ensina CAD e o aluno fica sem saber como juntar estas duas coisas.

Sou veemente quanto a isto: todos os professores têm que ter sob sua responsabilidade a capacidade de ensinar a teoria aliada ao uso de uma ferramenta computacional que julgarem mais apropriada. Cursos de CAD não passam de aulas de explicação de comandos (treinamento descerebrado), coisa incompatível com a capacidade intelectual de um aluno universitário. Lembro que por volta de 1992, quando surgiu o ambiente Windows, as empresas forneciam "cursos de windows" (?) para que os usuários pudessem operar um computador! Hoje em dia, graças a Deus isto não existe mais.

Lembro que no meu tempo de Faculdade de Arquitetura eu nunca tive "aula de normografo Leroy" nem "aula de compasso Kern" ou "aula de caneta Rotring". Aprendíamos a usar estas ferramentas da época, dentro das necessidades de uma disciplina como o Desenho de Arquitetura.

Para cada disciplina, certamente há uma parte teórica indispensável que precisa ser mantida e há sempre espaço para que um bom professor oriente o estudante a fazer seus trabalhos usando uma ferramenta computacional. Por exemplo, um professor de Gerencia de Projetos, sabe que atualmente é impossível administrar centenas de itens de um projeto (compras,

custos, prazos, fornecedores, etc.), se ele mesmo não souber operar programas de planilhas ou bancos de dados.

3- Antes dizíamos que a universidade ensinava o aluno a pensar e os escritórios instrumentalizavam o estagiário, contudo o meio era o mesmo. Hoje o meio digital dá inúmeras possibilidades que o meio tradicional não permitia, como por exemplo, percorrer o espaço do projeto com uma câmera antes da sua realização. É possível continuar pensando que o meio digital é apenas em instrumento e não um meio de criação?

O meio digital ainda é muito mais usado como uma ferramenta, pois poucos profissionais e professores conseguem criar com ele. Os mais conservadores ainda criam no esboço a lápis e depois pedem para os estagiários "passarem" o desenho para o CAD! Isto é um absurdo que mostra que o profissional ainda não entendeu o que significa CAD. São mais ferramentas projetuais do que "maquininhas de desenhar". Eu, por exemplo, em arquitetura, há muito tempo não faço mais perspectivas à mão-livre, pois já parto direto para criar a volumetria, por exemplo, no computador.

Usar o computador APENAS como maquina de desenhar, é coisa de quem não entendeu nada do que esta se passando. Programas CAD fazem muito mais do que desenhar; são verdadeiros bancos de dados de projetos, com inúmeras informações (visíveis ou não) que por sua vez podem alimentar setores de orçamentos, compras, gerenciamento de projetos, etc. Usar o computador APENAS para desenhar é usar cerca de 25% da capacidade de um

bom software. Por isso não tenho duvida de que trabalhar computacionalmente é algo bem diferente do que fazíamos tradicionalmente, computando dados no lápis ou na calculadora. Lembro que no meu tempo de estagiário, nos escritórios de arquitetura, a tarefa mais odiada era a de medir, com o escalímetro, a extensão de paredes para contabilizar tijolos a comprar. Verdadeira tarefa "burra" que hoje, um arquiteto com bom domínio da sua profissão não faz mais. Deixa a cargo da informática.

4- O meio pode alterar a criação do projeto ou só potencializa a sua realização?

A minha opinião é um pouco mais radical do que a média. Eu acho que a computação altera SIM tudo, desde a fase de criação do projeto. Já achei que apenas potencializava esta fase, mas hoje, se a gente souber explorar direitinho os recursos disponíveis, acho que altera sim, e muito, também esta fase. Frank Ghery não teria viabilizado, nem sequer começado o Museu Guggeheim de Bilbao se não soubesse que já podia contar com programas de modelagem 3D para formas complexas.

5- As demais disciplinas do curso utilizam os meios digitais. Como? Há interdisciplinaridade dos conteúdos das disciplinas?

Infelizmente, ainda são poucas as disciplinas que usam recursos digitais (temos que lembrar que meios digitais não servem apenas para desenhar e/ou modelar a arquitetura. Há um vastíssimo campo por trás que também é beneficiado pela informática).

Como sempre aconteceu, ainda há muito pouca interdisciplinaridade entre as disciplinas tradicionais, por culpa exclusiva de parte do corpo docente que resiste em compartilhar seus domínios e conhecimentos com outros professores e áreas. Esta falta de integração não tem nada a ver com a computação; tem a ver com a alienação e o egoísmo.

6- Como é o aluno de hoje em sala de aula?

Muito esperto e despachado, chegando a ser às vezes ate meio "abusado". Isto tem criado entre grande parte dos professores um certo "medo do aluno". Esta situação se agrava quando o assunto é computacional, coisa que geralmente eles dominam ou aprendem bem e rapidamente. Então, esta parcela retrograda de docentes, se encolhe num canto, menospreza a informática e hiper-valoriza a conceituação teórica. Não estou dizendo que a teoria deva desaparecer. Nunca. Estou dizendo sim que uma boa parte do corpo docente, por instinto de sobrevivência, insiste em ensinar coisas absolutamente obsoletas. Desafio qualquer pessoa me trazer um exemplo pratico e aplicado de algum tipo de projeto (de qualquer área), em que ainda sejam usadas, por exemplo, as perspectivas dimetrica ou trimetricas. Entretanto, estes assunto ainda estão na maioria das ementas, consomem 2 a 3 semanas para serem explicados e aplicados exercícios, e só valem como curiosidade histórica.

O aluno quer mais, esta sedento de conhecimento, mas isto não deve significar um ensino totalmente pragmático e cheio de macetes, Nem um ensino teórico-discursivo exagerado. São os professores é que precisam se atualizar, muito.

7- Percebo que existe nos alunos uma grande preocupação na aprendizagem utilizando tecnologia de ponta para a realização dos projetos, porém nenhuma inquietação em adquirir os conteúdos básicos como, por exemplo, o estudo da geometria e do desenho, ou seja, o aluno pergunta qual o programa X ou Y será dado, mas não questiona a sua deficiência na aprendizagem de disciplinas fundamentais como a geometria. Como você vê esta situação?

Continuando o que respondi na pergunta anterior, digo que é dever do professor mostrar claramente onde está a verdadeira dificuldade do aluno. Nas minhas disciplinas de Desenho Técnico, sou implacável na correção de erros de desenho geométrico, geometria plana e de geometria descritiva, para que isto mostre ao estudante como aquelas disciplinas tão "chatas" agora são tão importantes. Cuido muito para não supervalorizar os softwares, senão eles acham que o programa resolve tudo sozinho. Se o aluno me pergunta "qual programa será dado" eu digo a ele que me ofende profundamente ser associado à imagem de um instrutor de CAD. No ensino superior, não se "dá" aulas de CAD. A informática tem, deve, precisa estar embutida em toda e qualquer disciplina, evitando-se as especificas.

8- Os meios digitais são usados em sala de aula apenas como instrumentos ou como meios que possibilitam a realização da imagem mental do projeto. Ou seja, o aluno é um "cadista"ou utiliza os meios digitais como forma de expressão do seu pensamento visual?

Transformar alunos de nível superior em cadistas é prova de que o professor e/ou a faculdade que assim pensa, ainda não entendeu o que é CAD. CAD significa "Auxilio

Computacional ao Projeto" e isto ultrapassa lar*gam*ente a errônea noção de que desenhos, imagens das obras e sua própria concepção sejam o todo da arquitetura.

Ainda vejo, horrorizado, alguns arquitetos mais antigos se preocuparem em pedir aos arquitetos mais novos para "passar o projeto pro computador". O que seria isto? Não entendo.

Dentre os alunos de melhor nível, certamente eles usam os meios digitais já no principio do projeto e como meio de expressão do seu pensamento virtual.

9- Qual a função das disciplinas de geometria e desenho técnico, dentro do curso de arquitetura, design e artes nos dias de hoje?

Desenho Geométrico Básico e Geometria Descritiva são as principais disciplinas a serem mantidas, mas precisam sofrer profundas atualizações. Por exemplo, na GD, ao invés de ir do abstrato para o concreto (reta, ponto, plano e só no final e que se estuda sólidos e suas interseções), isto deveria ser ao contrario. Partir de uma dificuldade concreta do mundo tridimensional em que vivemos, e ao final, isto sim, se extrair a abstração do conhecimento.

TODAS as disciplinas de desenho precisam de profundas reformulações, mas isto não acontece, parte por inércia do corpo docente e parte pelo modelo de ensino implantado. Sendo assim, o desenho tende a perder a sua importância.

10- Qual o futuro do uso dos instrumentos tradicionais de desenho – compasso, esquadros, etc. nestas disciplinas?

Objetos de curiosidade histórica.

11- Na sua opinião, como deve ser o uso dos meios digitais no curso de arquitetura, design e artes?

Sempre devem ser ministrados DENTRO do arcabouço teórico (REALMENTE) indispensável de cada disciplina. A pior coisa é a implantação de cursos de softwares descontextualizados, isolados e independentes das disciplinas a que se destinam.

12- As universidades estão preparadas para integrar os meios digitais no ensino da arquitetura, design e artes?

Não conheço nenhum caso pleno, implantado com sucesso no Brasil. Há tímidas tentativas isoladas, de departamentos ou de professores, mas enquanto o corpo docente não aceitar o valor da informática, tudo tende a continuar no atraso.

Torno a repetir: A omissão dos professores é a maior culpada por esta situação. Existem inúmeros professores que abominam a informática e quando a gente vai pesquisar porque, simplesmente descobrem que eles nunca tentaram utilizá-la. È a turma do ”não conheço, mas

já não gostei...". É como perguntar a alguém se gosta de ensopado de gengibre e a pessoa, sem um mínimo de curiosidade em saber o que significa já demonstre o seu preconceito dizendo que não gosta, embora nunca tenha provado.

13- Sabendo que os escritórios já utilizam os computadores e os programas paramétricos, integrando conhecimentos de várias áreas para a elaboração de um projeto, como você vê o ensino de projeto e das disciplinas relacionadas à representação gráficas nos próximos 10 anos.

Marly, Sua pergunta está meio defasada. "Escritórios que JÁ (?) utilizam..." Na verdade eu não conheço mais NENHUM escritório que AINDA utilize meios tradicionais, papel e lápis.

O impacto disso nas disciplinas é devastador, se a gente que ensina desenho e geometria, não correr a tempo.

A computação veio pra ficar e é fato consumado. Cabe aos bons professores, os realmente preocupados com o progresso da ciência, que façam a mixagem entre os conceitos teóricos tradicionais, (aqueles que são realmente imprescindíveis para a construção do conhecimento) e as novas técnicas informatizadas, contextualizando tudo. Caso isto não ocorra (e pelo andar da carruagem, parece que está difícil de ocorrer) corremos o risco de ter cada vez

mais no mercado arquitetos e designers "cadistas", isto é, limitados a operar softwares e, alguns poucos e bons profissionais que souberam mixar nas justas proporções, teoria e pratica.

Curriculum Resumido - Prof. Dr. Claudio Cesar Pinto Soares

Graduado em Arquitetura (FISS, 1979), tem especialização em Engenharia Econômica (UNESA, 1983), especialização em Urbanismo (UFRJ, 1990), mestrado em Arquitetura - Racionalização das Construções (Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 1997) e doutorado em Engenharia de Produção - Gestão e Inovação (Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ - COPPE, 2005). Atualmente é professor-adjunto II da UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Trabalha na área de artes (EBA - Escola de Belas Artes), com ênfase em projeto, computação gráfica e desenho informatizado aplicados à a arquitetura, engenharia e desenho industrial - design de produto.

Última atualização do currículo em 13/03/2008

Endereço para acessar este CV: http://lattes.cnpq.br/7368793139037831

Entrevista com o Prof. Eugenio Scoletta

Este texto foi elaborado com base em apontamentos da entrevista concedida pelo Prof. Eugenio Scoletta no dia 08 de Abril de 2009, no edifício do IED – Istituto Europeo di Design, em São Paulo, Capital.

Questões para a entrevista

1- Quais as características fundamentais do curso de Digital & Virtual Design?

2- Qual a área de atuação do designer de Digital & Virtual?

O professor Eugenio Scoletta, coordenador do curso de Design Digital & Virtual, explicou que o curso visa formar um profissional hibrido capaz de atuar profissionalmente com qualquer aspecto do mundo digital.

A área de desempenho profissional do Design Digital & Virtual é basicamente dividida em três grandes áreas de atuação: animação, edição de vídeo e interatividade. O objetivo do curso é desenvolver um profissional que tenha conhecimentos inerentes a essas três grandes áreas, na medida em que a atuação no mercado necessita da intersecção das competências ministradas entre estes três diferentes campos de atividade. Desta forma, o curso contempla todas as áreas, para que o aluno possa escolher o foco de atuação, mas sempre tendo o conhecimento do conjunto.

Este tipo de percurso implantado pela escola permite que o curso de Digital e Virtual Design tenha uma abrangência de conhecimento com todas as áreas que envolvam os meios tecnológicos como ferramenta de trabalho.

Eugenio fez uma comparação interessante do curso de Design Digital & Virtual com o curso de Design Gráfico. No curso de Design Gráfico o aluno utiliza as tecnologias para desenvolver instrumentos de comunicação, enquanto o aluno de Design Digital & Virtual cria a tecnologia de comunicação.

A formação do designer de Digital & Virtual é focada para criações inovadoras utilizando as mais variadas tecnologias. Por exemplo, no trabalho de final de curso, um grupo de alunos criou um cenário feito a partir de projeções geradas por placa de vídeo e sensores. As imagens geradas digitalmente sofriam alteração sempre que uma pessoa caminhava na frente da projeção. Esta tecnologia foi proposta e aplicada pelos alunos na *spfw*, no desfile da *Ellus*, onde as modelos ao passarem na frente da imagem digital, interagiam com a imagem projetada, modificando-a. Esta área do conhecimento abrangida pelo curso de Design Digital & Virtual tem uma capacidade de renovação gerada pelo desenvolvimento tecnológico que permite ao curso ser dinâmico, reciclável, atualizável, mutável, atribuindo-lhe um caráter de formador de tendências.

Uma tecnologia muito nova que está em evidência atualmente é o *Video Mapping*. Esta tecnologia possibilita mapear áreas determinadas em um objeto ou uma área, como a

fachada de um prédio, criando ilusões óticas. Os alunos do curso de Digital & Virtual do IED estão desenvolvendo trabalhos com essa tecnologia e participaram da Virada Cultural de São Paulo, com o trabalho *Video Mapping* do Edifício Esther, que procurou criar imagens com a ilusão de movimento e tridimensionalidade. (ver www.sala28.it)

Por estes exemplos é possível perceber que o curso não está focado em uma atividade específica, ou seja, o aluno não é formado para fazer *games* ou animações. Estes são produtos derivados da compreensão que o aluno desenvolve com o uso de várias tecnologias, integradas de forma inovadora. O objetivo é criar interação. Fazer o aluno pensar como é possível desenvolver trabalhos com interatividade, utilizando ferramentas como vídeo animação e programas 3D.

Este processo de aprendizagem cria novas visões de projeto, na medida em que a integração das três áreas: animação, vídeo e interação; permite o desenvolvimento de uma poderosa ferramenta de comunicação de abrangência mundial.

Ao iniciar o curso, o jovem aluno tem uma idéia limitada das potencialidades de atuação do profissional da área de Digital & Virtual. Nesse sentido, a escola é voltada para que o aluno desenvolva um pensamento critico, tendo como ponto principal, não o "como fazer" e sim "porque fazer". No curso, o aluno descobre como os programas de 3D, que são a ferramenta básica para desenvolver um *game*, são usados de uma forma criativa, integrados com o uso do vídeo e com todas as demais tecnologias disponíveis no mercado. O curso é voltado para

o *Experience Design*, ou seja, design voltado para experiências possibilitadas pela tecnologia e não simples construção de objetos.

Eugenio explicou que há três anos, a tecnologia da época permitiu que os alunos desenvolvessem uma revista para celulares. Outro exemplo interessante foi o trabalho realizado há dois anos com o *Second Life*. Esta atividade foi realizada bem antes do boom do *Second Life*, logo depois, todo mundo estava interagindo com esse mundo virtual, e de repente desapareceu. Contudo, naquele momento, o corpo docente percebeu que era uma tecnologia que devia ser investigada. Agora os alunos investigam outras tecnologias, porque a escola entende que necessita acompanhar a evolução da área.

Esta característica do curso de sempre procurar a inovação, a vanguarda possibilita aos alunos uma inserção no mercado de trabalho em empresas importantes como Gringo e Lobo films. Eugenio comentou que um aluno pode ter desenvoltura melhor para animação e o outro para programação, mas todos partem de uma base conceitual que é forte e é isso que permite a eles enfrentarem essas mudanças promovidas pelos avanços tecnológicos, com excelentes resultados.

Eugenio explicou que no IED, a área *Arte Visive*, que no Brasil seria traduzida por Artes Visuais, abriga os cursos de Design Gráfico e Digital & Virtual Design. No curso de Digital & Virtual Design os conteúdos relacionados a área Digital investigam mais metafísica e a interatividade com a tecnologia. Os conteúdos de Virtual, onde está alocada a disciplina de

geometria, estuda o espaço virtual, a sua profundidade, a sua visualização. O curso promove a intersecção destas duas áreas do conhecimento, ou seja, a integração do espaço metafísico cruzando com o espaço físico.

Há pouco tempo, foi realizada uma palestra utilizando o recurso da holográfica. O palestrante não estava fisicamente no evento, apenas a sua imagem, mas de uma maneira que não era simples projeção.

O espaço virtual, por meio da tecnologia, está interagindo com o espaço real. Dentro do curso de Digital & Virtual isso é um tema corrente de investigação, tornando o curso bem contemporâneo. O objetivo do curso é formar um profissional apto a lidar com toda essa tecnologia e que saiba articular suas idéias com profissionais de outras áreas de atuação, envolvidos no projeto.

Quando comparado ao aluno de Design Gráfico, o aluno de Digital & Virtual tem necessidade de conversar e compartilhar informação entre os colegas e professores. Os alunos do 1º ano trocam informações com os dos 3º ano, e o mesmo não acontece no campo gráfico. Eugenio acredita que esse compartilhamento reflete o comportamento do profissional que exerce atividade de desenvolvimento de tecnologia na área de comunicação onde os saberes necessitam ser interligados, na medida em que não há uma hierarquia de informações.

Esta atitude profissional permite que um aluno de 1º ano consiga trocar informações úteis com os alunos de 3º ano e/ou que o aluno de 2º ano esteja trabalhando com os recém-formados, porque na verdade eles trabalham sobre uma idéia comum compartilhando competências. E isso é educativo para todos.

O curso procura criar interação não só entre as disciplinas de um mesmo ano, mas entres os diferentes anos, porque no processo de aprendizagem o percurso formal não trilha um único caminho, permitindo várias experiências. Quando os alunos de Gráfica e de Digital & Virtual compartilham a mesma disciplina, o grupo recebe do professor o mesmo conteúdo, contudo é possível perceber que a captação do aluno de Gráfica e de Digital é diferente. Segundo Eugenio é nítido que o aluno de Design Gráfico aprende de forma analítica, enquanto o de Design Digital & Virtual aprende pela ousadia, sem procurar o certo ou o errado, mas em buscar caminhos diferentes para se chegar ao resultado. São características próprias das áreas de atuação. Essa postura de busca e compartilhamento de informação é inerente ao aluno de Digital & Virtual, que age de forma coerente ao conceito de rede e de comunicação compartilhada que caracteriza o mundo da comunicação contemporânea.

A tarefa da coordenação de um curso de Design Digital & Virtual é observar o comportamento atual porque não há um histórico. Para Eugenio, alguns dos projetos desenvolvidos há três anos pelos alunos, agora estão obsoletos, mas na verdade, o que está acontecendo agora é fruto daquela experiência que os alunos tiveram no passado. E, somente tendo passado

por aquela experiência, é possível realizar os trabalhos que os alunos investigam nos dias de hoje.

Curriculum Resumido - Prof. Eugenio Scoletta

Formado em Graphic Design pelo Istituto Europeo di Design de Milão, possui 15 anos de experiência profissional e realizou projetos para: Enel, Fiera Milano, Frigoriferi Milanesi, Magnum Photo, Museo Dell'arredo Contemporâneo, Sintofarm Farmaceutici, Teatro Franco Parenti, West Zone Publishing, Yoox.com, entre outros. Participou da criação de Futurarium School, Master in arquitetura e design. Foi responsável pelo departamento de comunicação pela ICF spa e docente da Futurarium School, IED Milão e IED São Paulo. Desde 2006 é diretor da escola de ArtiVisive de IED São Paulo e coordenador dos cursos de Design Gráfico e Design Digital & Virtual.