

Universidade Federal de Santa Catarina
PósARQ – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Centro Tecnológico

Dissertação de Mestrado

**Estratégias Pedagógicas de Uso de Técnicas de
Computação Gráfica como Instrumento de Apoio
ao Processo Criativo de Projeto de Arquitetura**

Bruno Ribeiro Fernandes

Florianópolis, 2006

Bruno Ribeiro Fernandes

**Estratégias Pedagógicas de Uso de Técnicas de
Computação Gráfica como Instrumento de Apoio
ao Processo Criativo de Projeto de Arquitetura**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção
do grau de Mestre em
Arquitetura e Urbanismo

Orientadora: Prof^ª Alice Theresinha Cybis Pereira.
Linha de Pesquisa: Planejamento e Projeto de Arquitetura

Florianópolis, 2006

**Estratégias Pedagógicas de Uso de Técnicas de
Computação Gráfica como Instrumento de Apoio
ao Processo Criativo de Projeto de Arquitetura**

Fernandes, Bruno Ribeiro.

Estratégias Pedagógicas de Uso de Técnicas de Computação Gráfica como Instrumento de Apoio ao Processo Criativo de Projeto de Arquitetura / Bruno Ribeiro Fernandes. – Florianópolis: UFSC / Centro Tecnológico, 2006.

xiii, 136 p.: il.; 29,7cm.

Orientadora: Alice Theresinha Cybis Pereira.

Dissertação (mestrado) – UFSC / Centro Tecnológico / Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2006.

Referências bibliográficas: f. 141-144

1. Projeto. 2. Computação Gráfica. 3. Pedagogia. 4. Projeto e Tecnologia do Ambiente Construído –Tese. I. Pereira, Alice Theresinha Cybis. II. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Bruno Ribeiro Fernandes

Estratégias Pedagógicas de Uso de Técnicas de Computação Gráfica como Instrumento de Apoio ao Processo Criativo de Projeto de Arquitetura

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Mestre em Arquitetura e Urbanismo**, área de concentração Planejamento e Projeto de Arquitetura, no **Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina**.

Florianópolis, junho de 2006.

Prof^a Alina Gonçalves Santiago, Dr^a.
Coordenadora do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Alice Theresinha Cybis Pereira, PhD. (Orientadora)

Prof^a Carolina Palermo Szücs, Dr^a.

Prof. Wilson Jesus Cunha da Silveira, Dr.

Prof. Arnaldo Debatin Neto, Dr.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Nivaldo e Léia, pela lição de vida e motivação incondicional na busca do conhecimento e na realização dos sonhos. Ao meu irmão Alessandro e à minha irmã Karina pelo apoio em todos os momentos.

Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, aos professores, colegas e funcionários, pelas condições proporcionadas à realização da pesquisa.

Aos amigos do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, professores e alunos, que contribuíram com esta pesquisa através de entrevistas e apoio.

À Prof^a Alice T. Cybis Pereira pelas orientações da pesquisa, grande apoio e oportunidade de aprendizado no HiperLab.

Ao amigo Prof. Américo Ishida pelo amparo e imensa contribuição a esta pesquisa, seja questionando, discutindo, apresentando o curso, abrindo a disciplina a esta pesquisa, projetando ou lecionando.

Aos arquitetos Louise Riedtmann, Eduardo Faust e Márcio Bartilotti pela oportunidade de avaliar seus trabalhos de graduação e entrevistas concedidas para o esclarecimento de diversas questões.

A todos os alunos da disciplina Projeto 2, lecionada pelo Prof. Américo Ishida no segundo semestre de 2005 pela participação fundamental à aplicação das Estratégias Pedagógicas, inclusive no período de greve.

Cada novo meio de representação tem uma dupla face ao tornar realizável uma tarefa antes muito difícil ou mesmo impraticável (e, portanto, muitas vezes ignorada): abre novos horizontes e ao mesmo tempo nos submete às suas regras.

Alfonso Corona Martinez, 2000.

SUMÁRIO

RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
CAP. 1 – INTRODUÇÃO.....	16
1.1. Apresentação.....	16
1.2. Justificativa.....	17
1.3. Objetivo Geral.....	20
1.4. Objetivos Específicos.....	20
1.5. Método.....	20
1.6. Estrutura da Dissertação.....	21
CAP. 2 – PROJETO DE ARQUITETURA E TÉCNICAS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA.....	23
2.1. Arquitetura e Projeto Arquitetônico.....	23
2.2. A Evolução das Técnicas de Representação da Arquitetura.....	26
2.3. Técnicas de Computação Gráfica para uso em Projetos de Arquitetura.....	32
CAP. 3 – PROCESSO DE PROJETO E O USO DE TÉCNICAS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA.....	39
3.1. O Processo de Projeto de Arquitetura.....	39
3.2. Possibilidades do Uso de Técnicas de Computação Gráfica no Processo de Projeto.....	43
3.3. Projetos de Arquitetura com Uso de Técnicas de Computação Gráfica.....	48
3.4. A Experiência do Projeto do Museu da Tolerância da USP.....	60
CAP. 4 – EXPERIÊNCIAS PEDAGÓGICAS EM PROJETO E TÉCNICAS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA.....	66
4.1. A Pedagogia de Projeto e do Uso de Técnicas de Computação Gráfica.....	66
4.2. Experiências Pedagógicas em Projeto com Uso de Técnicas de Computação Gráfica.....	69
4.3. Análise do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC.....	77
4.3.1. Caracterização do Curso.....	77
4.3.2. As Disciplinas de Projeto de Arquitetura.....	78
4.3.3. A Disciplina de Introdução ao CAAD.....	83
4.3.4. O Uso de Técnicas de Computação Gráfica pelos Alunos.....	84

CAP. 5 – ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS DE USO DE TÉCNICAS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA EM PROJETOS DE ARQUITETURA.....	96
5.1. Introdução.....	96
5.2. Justificativa e Objetivos.....	97
5.3. A Escolha das Técnicas de Computação Gráfica.....	98
5.4. A Escolha da Disciplina de Projeto.....	99
5.5. As Estratégias Pedagógicas.....	100
5.6. A Aplicação das Estratégias na disciplina Projeto 2.....	102
5.7. A Opinião dos Alunos e do Professor de Projeto.....	128
CAP. 6 – CONCLUSÃO.....	135
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
APÊNDICE A – Roteiro de Entrevista aos Professores de Projeto.....	145
APÊNDICE B – Roteiro de Entrevista aos Alunos Egressos.....	146
APÊNDICE C – Questionário de Avaliação na Disciplina de Projeto 2.....	147
APÊNDICE D – Roteiro de Entrevista ao Professor de Projeto 2.....	149

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIG. 01 – Interface do AutoCAD 2004.....	33
FIG. 02 – Interface do Architectural Desktop 3.3.....	34
FIG. 03 – Interface do Archi_3D.....	35
FIG. 04 – Interface do Vector Works.....	36
FIG. 05 – Interface do Sketch Up 4.....	37
FIG. 06 – Interface do 3Dstudio Max 6.....	38
FIG. 07 – Modelo tridimensional do Museu Guggenheim de Bilbao	51
FIG. 08 – Museu Guggenheim de Bilbao na Espanha, arquiteto Frank O. Gehry...	51
FIG. 09 – Interior do Museu Guggenheim de Bilbao.....	51
FIG. 10 – Modelo tridimensional do Centro de Ciência em Wolfsburg.....	44
FIG. 11 – Modelo físico do Centro de Ciência em Wolfsburg.....	53
FIG. 12 – Centro de Ciência em Wolfsburg em construção.....	54
FIG. 13 – Fresh Water Pavillion, do grupo NOX.....	57
FIG. 14 – Perspectiva e planta do Fresh Water Pavillion.....	57
FIG. 15 – Variações do modelo digital da Casa Embriológica.....	59
FIG. 16 – Protótipo da Casa Embriológica.....	59
FIG. 17 – Perspectiva geral do Museu da Tolerância.....	61
FIG. 18 – Perspectiva interna eixo de distribuição horizontal e vertical.....	41
FIG. 19 e 20 – Maquete de estudo de isopor e croquis no quadro-negro.....	63
FIG. 21 – Maquete digital de estudo no programa SketchUp.....	64
FIG. 22 – Perspectiva frontal do Museu da Tolerância – imagem final.....	65
FIG. 23 – Prancha do Museu da Tolerância apresentada no concurso.....	65
FIG. 24 – Maquete digital do Complexo de Eventos.....	86
FIG. 25 – Maquete física do Complexo de Eventos.....	87
FIG. 26 – Imagem final do Complexo de Eventos para Jaraguá do Sul.....	87
FIG. 27 – ART do Centro de Pesquisas Lunar.....	90
FIG. 28 – Unidade de Habitações do Centro de Pesquisas Lunar.....	90
FIG. 29 – Vista interna da Unidade de Habitações.....	91
FIG. 30 – Cronóptica, págs. 4 e 5.....	95
FIG. 31 – O terreno com muro frontal.....	104
FIG. 32 – O edifício eclético tombado, vizinho ao terreno.....	104
FIG. 33 – Planta cadastral com o terreno marcado de vermelho.....	105

FIG. 34 – O modelo físico do terreno em escala 1/200.....	105
FIG. 35 – Modelagem do terreno das alunas Letícia e Anielle.....	106
FIG. 36 – Modelagem do terreno dos alunos André e Jeque.....	106
FIG. 37 – Modelagem pelo processo de adição, aluno Vinicius.....	107
FIG. 38 – Modelagem pelo processo de adição, alunos Silvia e Marco.....	107
FIG. 39 – Modelagem pelo processo de subtração, aluno André.....	107
FIG. 40 – Modelagem de Circulação Vertical, aluno André.....	107
FIG. 41 e 42 – Modelagem Livre: Labirinto das alunas Letícia e Anielle.....	108
FIG. 43 e 44 – Labirinto dos alunos Silvia e Marco.....	108
FIG. 45 e 46 – Labirinto do aluno André.....	108
FIG. 47 – Fluxograma do Albergue.....	109
FIG. 48 – Estudo Volumétrico da aluna Letícia.....	110
FIG. 49 – Estudo Volumétrico do aluno Filipe.....	111
FIG. 50 – Estudo Volumétrico do aluno Marco.....	111
FIG. 51 – Pré-dimensionamento dos espaços do Albergue.....	112
FIG. 52 – Estudos iniciais de projeto das alunas Letícia e Silvia – 1º. pavto.....	113
FIG. 53 – Estudos iniciais de projeto das alunas Letícia e Silvia – 2º. pavto.....	113
FIG. 54 – Estudos iniciais de projeto do aluno Vinicius – 1º. pavto.....	114
FIG. 55 – Estudos iniciais de projeto do aluno André.....	114
FIG. 56 – Desenvolvimento do projeto das alunas Letícia e Silvia – 1º. pavto.....	115
FIG. 57 – Desenvolvimento do projeto das alunas Letícia e Silvia – 2º. pavto.....	115
FIG. 58 – Desenvolvimento do projeto do aluno André – vista lateral.....	116
FIG. 59 – Desenvolvimento do projeto do aluno André – entorno.....	116
FIG. 60 – Desenvolvimento do projeto do aluno André – vista interna.....	116
FIG. 61 – Desenvolvimento do Estudo Preliminar do aluno Jeque.....	117
FIG. 62 – Perspectiva do projeto do aluno André.....	118
FIG. 63 – Vista lateral do projeto do aluno André.....	118
FIG. 64 – Vista interior do projeto do aluno André.....	119
FIG. 65 – Plantas do 1º. e 2º. pvto. do projeto do aluno André.....	119
FIG. 66 – Corte do projeto do aluno Guilherme.....	120
FIG. 67 – Plantas baixas do pvto. térreo e do 3º. pvto. do aluno Guilherme.....	121
FIG. 68 – Corte em perspectiva do projeto do aluno Guilherme.....	121
FIG. 69 – Sala de jantar e cozinha do projeto do aluno Guilherme.....	122
FIG. 70 – O processo do projeto da aluna Letícia.....	123

FIG. 71 – Albergue da aluna Letícia.....	123
FIG. 72 – Ambiente de estar do Albergue da aluna Letícia.....	124
FIG. 73 – Fachada frontal do Albergue do aluno Guilherme.....	125
FIG. 74 – Corte em perspectiva do Albergue do aluno Guilherme.....	125
FIG. 75 – Ambiente de bar do Albergue do aluno Guilherme.....	126
FIG. 76 – Fachada frontal do Albergue do aluno André.....	127
FIG. 77 – Corte em perspectiva do Albergue do aluno André.....	127
FIG. 78 – Vista de um dos pátios do Albergue do aluno André.....	127

Estratégias Pedagógicas de Uso de Técnicas de Computação Gráfica como Instrumento de Apoio ao Processo Criativo de Projeto de Arquitetura

RESUMO

Esta pesquisa disserta sobre o uso de técnicas de computação gráfica como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto de arquitetura tendo como campo de experiência a disciplina Projeto 2 do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina no segundo semestre letivo de 2005.

As principais questões que motivaram esta pesquisa surgiram primeiramente da observação do uso de técnicas de computação gráfica na representação da forma e espaço arquitetônico durante a graduação do autor em Arquitetura e Urbanismo (1995-2000). Encontrada em livros, revistas de arquitetura e na apresentação dos projetos de alguns alunos, o uso da computação gráfica estava se difundindo rapidamente no meio. Esta observação levou ao aprofundamento no estudo e uso destes programas, onde percebeu-se que eles tinham potencialidades suficientes para provocar uma mudança na maneira de projetar arquitetura, uma vez que permitiam uma nova abordagem, que o método tradicional de croquis e modelos físicos não permitia.

Posteriormente, seguiu-se ao estudo mais detalhado e ao uso da tecnologia CAD em projetos de arquitetura, que culminaram na proposta da presente pesquisa de mestrado, com o objetivo de pesquisar, elaborar e aplicar estratégias pedagógicas de uso de técnicas de computação gráfica como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto de arquitetura.

Os resultados mostraram que as estratégias atenderam à demanda dos alunos, permitindo a expressão tridimensional de idéias, o entendimento dos procedimentos e resultados obtidos e a crítica acerca de suas vantagens e desvantagens, confirmando seu potencial como procedimento pedagógico adequado ao ensino de projeto de arquitetura.

Palavras-chave: Projeto, Computação Gráfica, Pedagogia.

Pedagogic Strategies for the Use of Computer Graphics Techniques as a Supporting Tool for the Creative Process of Architecture Design

ABSTRACT

This present work is about the use of Computer Graphics techniques as a supporting tool for the creative process of Architecture Design using as a field experience the subject "PROJETO 2" of the Architecture and Planning course at the Universidade Federal de Santa Catarina in the second semester of 2005.

The main reasons which motivated this research have stemmed from observation of the use of Computer Graphics Techniques in the representation of shape and architectural space, during the author's graduation course in Architecture and Planning (1995-2000). The use of Computer Graphics was present in books, architecture magazines and in project presentations of students, and it was rapidly becoming pervasive in the field. This observation has lead to a deeper study and use of these programs, when the author realized they had enough potentialities to create a change in the way we design architecture, once these programs allow a new approach, which was not possible when using the traditional method of sketches and physical models.

Later, a more detailed study and the use of CAD technology in architecture projects followed, which led to the present Master's Degree Research Proposal, whose objective is to research, elaborate and apply pedagogic strategies for the use of computer graphics as a supporting tool for the creative process of architecture design.

The results have shown that the strategies met students' needs, allowing tridimensional expression of ideas, understanding of procedures and obtained results, and criticism of its advantages and disadvantages, which has confirmed its potential as an adequate pedagogic procedure for the teaching of Architecture Design.

Keywords: Design, Computer Graphics, Pedagogy.

CAP. 1 – INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação

O processo de projeto de arquitetura e o seu ensino passaram por várias mudanças ao longo do tempo, sendo condicionados por fatores como contexto tecnológico, cultural, social e econômico, além de depender de suas diversas particularidades. A busca incessante pelo melhoramento do processo de projeto e do ensino aliados às inovações tecnológicas da informática e da construção civil vêm trazendo importantes avanços na atualidade.

Os sistemas de computadores foram primeiro desenvolvidos e utilizados na arquitetura para facilitar a representação gráfica de um edifício, como observado por diversos autores (Schnarsky in Sydney e Catanese, 1984); (Hamit, 1993); (Alvaraldo, 1998); (Santos, 2005). Na década de 80 e mais intensamente na década de 90, com o desenvolvimento dos computadores pessoais e dos programas computacionais gráficos conhecidos como programas CAD (Computer Aided Design – design auxiliado por computador), as aplicações de computadores para trabalhos de arquitetura foram muito disseminadas e trouxeram grandes vantagens econômicas aos ateliers (Baltazar, 2005). Com possibilidades de facilitar, agilizar e aumentar a precisão e a racionalidade na execução, impressão e transmissão dos desenhos via internet, o computador tornou-se peça constante e fundamental no escritório de arquitetura, substituindo o desenhista e sua prancheta, parte extremamente onerosa do projeto.

A evolução, simplificação, barateamento e direcionamento da tecnologia computacional gráfica às necessidades do processo de projeto e as novas experimentações em projetos de arquitetura têm permitido alargar a gama de meios que podem ser utilizados na expressão de uma idéia, contribuindo com novas possibilidades de criação, visualização e edição de objetos e aumentando conseqüentemente a capacidade de compreensão e análise do projeto arquitetônico. Segundo Pereira Júnior (1998), pode-se extrair dos programas de computador as possibilidades antes dificultadas e inexistentes no método tradicional, como cortar, esticar, mover e torcer um modelo tridimensional, simular a iluminação e os

materiais, visualizar o objeto a partir de ângulos externos e internos com grande rapidez e precisão, além de criar animações simulando a fruição, o funcionamento e o uso dos espaços projetados. Deste modo, a nova tecnologia computacional está contribuindo de forma inovadora ao processo criativo de projeto.

Na prática, a tecnologia computacional gráfica não é absorvida pelo processo de projeto de maneira simples e no âmbito geral. O computador foi apropriado por um processo de projeto já consolidado, baseado nos métodos tradicionais de representação e análise, sem aproveitar as reais possibilidades de apoio ao processo criativo. A possibilidade de mudança é vista no mercado de trabalho e no ensino como problemática porque representa alterações em práticas já consolidadas no processo criativo e pedagógico do projeto de arquitetura.

Mas esta situação está se alterando através de experimentações que abriram novos caminhos no processo de projeto com o uso híbrido da tecnologia computacional gráfica e maquetes de estudo. Entre os arquitetos que se destacaram nesse sentido, pode-se citar Frank O. Gehry, Zaha Hadid e Lars Spuybroek. No meio acadêmico, as experiências pedagógicas de projeto do professor Alfonso Corona Martinez e de CAD 3D do professor Stephen Paul Jacobs podem ser tomadas como referência.

1.2. Justificativa

O currículo mínimo dos Cursos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo no Brasil definido pela Portaria no. 1770/94 do MEC indicava a disciplina Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo como matéria profissionalizante e obrigatória, deixando várias questões sem resposta, o que forçou muitas escolas a implantar soluções imediatistas sem maiores cuidados e reflexões, causando equívocos no processo de formação do arquiteto (Menezes, 1999).

Rovenir B. Duarte (2001) relatou em seu artigo sobre a introdução do computador no processo de ensino/aprendizagem de projeto arquitetônico os resultados da sua pesquisa de mestrado feita em 10 escolas de arquitetura brasileiras. Segundo o autor, a maior contribuição do uso dos computadores foi apontada no seu auxílio à representação gráfica em geral. Poucos alunos usavam os computadores para

manipulações tridimensionais e somente a metade dos professores entrevistados usava ferramentas tradicionais em conjunto com as informatizadas (Duarte, 2003). O autor também destacou quatro tipos de ensino de informática aplicada à arquitetura que mostraram procedimentos pedagógicos adequados. Estes casos serão analisados com maior aprofundamento no capítulo 4.

O arquiteto e professor de projeto arquitetônico, teoria e CAD, Stephen Paul Jacobs, ressaltou que os modelos CAD tridimensionais ainda necessitam de um método de instrução que enfatize a sua integração ao processo de projeto de arquitetura. Ele acredita que é mais satisfatório e efetivo começar o estudo do CAD pelo modelamento tridimensional ao invés de começar pela digitalização de um desenho no papel.

“Como parte do curriculum de projeto, o ensino com modelamento 3D reforça o desenvolvimento de habilidades fundamentais de projeto. O modelo CAD permite mais efetivamente aos estudantes integrarem pensamentos qualitativos e quantitativos. Habilidades espaciais conceituais são reforçadas. A estrutura do CAD requer um processo de projeto mais intencional. O CAD enfatiza o ordenamento e a transformação precisa do projeto e aumenta explicitamente os tópicos de forma e ordem”.

Jacobs, 1991 (Tradução do autor).

Pereira (1992) já apontava problemas na utilização apenas de desenhos, que representam projeções bi e tri-dimensionais, no desenvolvimento de um projeto arquitetônico. De acordo com suas pesquisas, existe uma tendência dos projetistas identificarem problemas em seus projetos quando estes aparecem nos tipos de projeções que eles escolhem desenhar. Portanto a utilização de um modelo digital 3D traz vantagens sob o desenho pois permite a visualização de qualquer ângulo do projeto, contribuindo assim para o processo de projeto.

Ao permitir que o projetista visualize o projeto dinamicamente, a computação gráfica estimula a imaginação, aumenta o entendimento e o controle sobre os elementos do projeto, permitindo identificar a estrutura interna de um problema. O diálogo resultante entre a idéia do arquiteto e a representação objetiva desta idéia desenvolvida pelo computador, permite expandir as técnicas tradicionais de projeto. A flexibilidade do modelo digital encoraja experimentações que permitem que novos componentes sejam mais facilmente colocados em contexto, testados e modificados sem o grau de compromisso imposto pelos métodos tradicionais. Idealmente, o

projetista deverá desenvolver métodos híbridos que aproveitem os benefícios de desenhos a lápis, modelos físicos e modelos digitais, organizados para facilitar a experimentação (Jacobs, 1991).

“As mudanças no projeto pelo método tradicional têm conseqüências muitas vezes não imaginadas, mas com a representação do projeto em vários pontos de vista, o modelo CAD torna essas mudanças mais aparentes. Ele permite também uma análise sistemática de dados, testar alternativas e examinar resultados. As dimensões precisas de elementos críticos podem ser analisadas e testadas em termos de estrutura, energia e custo”.

Jacobs, 1991 (Tradução do autor).

As vantagens do uso de técnicas de computação gráfica na pedagogia de projeto foram também apontadas por Martinez (2000), que elogiou a possibilidade de observar as alterações realizadas no objeto imaginado automaticamente em todas as suas representações (plantas, cortes e fachadas), acelerando o processo criativo.

Com a verificação das novas possibilidades surgidas a partir do uso da tecnologia computacional gráfica em projetos de arquitetura no mercado de trabalho e no meio acadêmico e tendo em vista o cenário brasileiro de desconfianças e pouco uso efetivo, tornam-se necessárias pesquisas, debates e experimentações sobre a sua utilização pelos profissionais, professores e alunos de arquitetura. Deste modo, as escolas poderão proporcionar um ensino adequado do uso destes novos instrumentos acompanhando o desenvolvimento da tecnologia.

Observando os diferentes fatores que envolvem a atual maneira de projetar arquitetura, a escola pode proporcionar aos alunos experiências que gerem um posicionamento crítico, que eles conheçam e experimentem processos de projeto com uso de programas computacionais gráficos além dos croquis e maquetes experimentais e que percebam a grande importância do uso adequado de cada instrumento. A intenção aqui não é propor uma substituição do tradicional pelo informatizado, mas estratégias de uso que contribua com novas possibilidades ao processo de projeto.

1.3. Objetivo Geral

Desenvolver e aplicar estratégias pedagógicas de uso de técnicas de computação gráfica como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto em uma disciplina de projeto do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC.

1.4. Objetivos Específicos

- Identificar técnicas de computação gráfica mais adequadas ao apoio do processo criativo de projeto de arquitetura.
- Identificar projetos de arquitetura que utilizaram técnicas de computação gráfica como instrumento de apoio ao processo criativo.
- Identificar experiências pedagógicas no relacionamento das disciplinas de projeto e de técnicas de computação gráfica.
- Identificar o processo de ensino/aprendizagem do uso de técnicas de computação gráfica em projetos no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC.
- Elaborar estratégias pedagógicas para aplicação de técnicas de computação gráfica no processo de ensino/aprendizagem em disciplina de projeto.
- Aplicar e avaliar as estratégias aplicadas em disciplina de Projeto do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC.

1.5. Método

Esta pesquisa é de natureza exploratória por pesquisar os campos do mercado de trabalho de projeto de arquitetura e do ensino de graduação; e de caráter qualitativo, por buscar identificar e coletar as informações que contribuíram qualitativamente para o tema em estudo, proporcionando o embasamento teórico necessário à elaboração das estratégias. A pesquisa foi dividida em três etapas e seguiu o seguinte método:

Etapa 1

- A identificação das técnicas de computação gráfica mais adequadas ao apoio do processo criativo de projeto de arquitetura foi realizada através de pesquisas em referências bibliográficas e entrevistas com arquitetos.

- A identificação dos projetos de arquitetura que utilizaram técnicas de computação gráfica como instrumento de apoio ao processo criativo foi realizada através de pesquisas em referências bibliográficas.
- A identificação das experiências pedagógicas no relacionamento das disciplinas de projeto e de técnicas de computação gráfica foi realizada através de pesquisas em referências bibliográficas.
- A identificação do processo de ensino/aprendizagem do uso de técnicas de computação gráfica em projetos no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC foram realizados através de pesquisas em referências bibliográficas, coleta de dados e entrevistas com professores e alunos.

Etapa 2

- A elaboração das estratégias pedagógicas de uso de técnicas de computação gráfica como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto de arquitetura teve como base o contexto identificado na etapa anterior.
- A metodologia de aplicação das estratégias foi desenvolvida em conjunto com o professor da disciplina Projeto 2 do Curso de Arquitetura da UFSC.

Etapa 3

- A análise dos resultados da aplicação das estratégias foi realizada através de avaliações qualitativas dos processos de projeto e aplicação de entrevistas e questionários aos alunos e professor da disciplina em questão.

1.6. Estrutura da Dissertação

No primeiro capítulo é apresentado o tema da dissertação, as motivações que originaram seu desenvolvimento, sua justificativa, os objetivos pretendidos e o método utilizado.

O segundo capítulo apresenta uma conceituação sobre arquitetura e projeto de arquitetura, um histórico da evolução das técnicas de representação da arquitetura até o atual uso das técnicas de computação gráfica e identifica os programas computacionais gráficos mais adequados ao processo criativo de projeto de arquitetura.

O terceiro capítulo apresenta uma conceituação de processo de projeto de arquitetura, identifica possibilidades de variação, criação de novos processos e descreve alguns exemplos de projetos de arquitetura que utilizaram técnicas de computação gráfica em seu processo criativo.

O quarto capítulo identifica experiências pedagógicas no relacionamento das disciplinas de projeto de arquitetura e de técnicas de computação gráfica. Apresenta, também, um estudo mais detalhado do processo de ensino/aprendizagem e uso das técnicas de computação gráfica em projetos no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC.

O quinto capítulo apresenta as estratégias pedagógicas de uso de técnicas de computação gráfica como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto de arquitetura, a justificativa e os objetivos a serem alcançados, a escolha das técnicas de computação gráfica, a definição do conteúdo das estratégias, a escolha da disciplina de projeto para aplicação experimental, a elaboração do plano de ensino, a metodologia de aplicação das estratégias e os resultados obtidos no experimento.

O sexto capítulo apresenta uma avaliação dos conteúdos teóricos e práticos desenvolvidos na pesquisa e uma conclusão que busca o aperfeiçoamento das estratégias pedagógicas como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto de arquitetura, além de recomendações para estudos e pesquisas futuros.

CAP. 2 – PROJETO DE ARQUITETURA E TÉCNICAS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Este capítulo apresenta uma conceituação sobre arquitetura e projeto de arquitetura, um histórico da evolução das técnicas de representação da arquitetura até o atual uso das técnicas de computação gráfica e identifica os programas computacionais gráficos mais adequados ao processo criativo de projeto de arquitetura.

2.1. Arquitetura e Projeto Arquitetônico

Inúmeros conceitos e interpretações da arquitetura já foram formulados, valores sociais, culturais, econômicos e fenomenológicos são atribuídos aos edifícios. É interessante observar que estes conceitos refletem a sociedade e o pensamento da época, e estão frequentemente sendo reformulados ao longo da história. Assim, a busca de uma definição da arquitetura na abertura desta pesquisa não deve ser interpretada como uma tentativa de esgotamento de seus conceitos sejam eles embasados na tecnologia do objeto construído ou nos seus valores artísticos e fenomenológicos. É possível entender, de um ponto de vista prático, que a arquitetura trata da criação de espaços tridimensionais organizados em um dado contexto para abrigar diferentes atividades humanas, e seus atributos podem ser medidos por críticas baseadas em diversas apreensões.

Uma definição correntemente aceita é a de Bruno Zevi (1996), que em sua interpretação da arquitetura como fenômeno espacial afirma que a apreensão da arquitetura só é possível através da vivência de seus espaços por experiência direta, já que o espaço interior dos edifícios é o verdadeiro protagonista do fato arquitetônico. Mas na ausência da arquitetura a apreender, no processo de projeto ou na análise dos seus registros, recorre-se frequentemente ao projeto de arquitetura, que, segundo Martinez (2000), pode ser entendido como um conjunto de especificações e representações que são criados com a finalidade de permitir a construção do objeto representado.

“As representações gráficas do objeto futuro constituem a parte principal do projeto. Essas representações são feitas empregando-se as projeções em planta, corte e elevação (ou fachada), conhecidos desde a Antiguidade e sistematizados na Geometria Descritiva desde o século XVIII”.

Martinez, 2000.

Bruno Zevi (1996) citou os meios correntes para representar os espaços: plantas, fachadas, seções, maquetes, fotografias e cinematografia, mas ressaltou que somente a partir da compreensão do sentido da arquitetura, cada um deles pode ser investigado, aprofundado e melhorado, cada um deles traz consigo uma contribuição original e deixa aos outros preencherem as lacunas.

Segundo Martinez (op. cit.), o projeto de arquitetura deve mostrar as propriedades do objeto imaginado, suas formas, dimensões e materiais, mas isto não inclui aquilo que o projetista imaginou como forma de uso, como ações das pessoas a que se destina. Isto reforça o entendimento da arquitetura além do projeto, que seria um meio para se construir um edifício como objeto predominante nas abstrações do projetista, independente da finalidade prática e social que assumirá. A maneira de representar deve expor prioritariamente as qualidades geométricas e as referências aos materiais, dominando todas as etapas do processo de desenho, ainda que somente necessário para entendimento dos construtores.

“Cada concepção arquitetônica possível, cada arquitetura que projetemos, será prisioneira da linguagem dos meios em que a formulamos; essa prisão não é o próprio meio – a arquitetura, o espaço –, mas sua representação”.

Martinez, 2000.

Para criar um projeto arquitetônico é necessário o uso de instrumentos de representação que irão expor suas características e seus diversos elementos como forma, volume, materiais e técnicas construtivas, estrutura, instalações, especificações etc. As técnicas de representação dos projetos arquitetônicos devem ser entendidas não só como modos de uso de tais instrumentos, mas se refere, também, aos próprios meios que servem para representar e resultam normalmente em desenhos, imagens, modelos físicos e digitais.

A evolução das técnicas de representação dos projetos de arquitetura, chegando ao atual uso da computação gráfica acompanha a própria evolução tecnológica da humanidade. O meio utilizado na concepção da arquitetura é a técnica que apóia o

trabalho e o arquiteto deve conhecê-lo e dominá-lo para escolher os instrumentos mais adequados ao momento do processo de projeto. Um arquiteto que aprendeu a criar projetos com os instrumentos tradicionais de croquis e maquetes de estudo poderá utilizar a computação gráfica juntamente com os outros sem prejuízo, assim como um arquiteto pode criar um projeto a partir do uso da computação gráfica, mas ele não precisa dispensar os instrumentos tradicionais. Na análise de um projeto de arquitetura, quanto mais direta e clara for sua comunicação, mais facilitada será a sua compreensão.

É importante o conhecimento das características dos diversos instrumentos para que se possa selecionar e melhor utilizar cada instrumento de representação tirando o máximo proveito de seus potenciais em benefício do projeto. Toda nova tecnologia que quebrou paradigmas trouxe consigo primeiramente um estranhamento e negação pelas dificuldades apresentadas e possibilidades de grandes mudanças, mas assim que se passa a conhecer, entender, utilizar e verificar seus potenciais, assim que a nova tecnologia é melhorada e torna-se acessível, novos horizontes são vislumbrados.

O domínio e a escolha das técnicas são vitais para a boa representação de um projeto de arquitetura e sua evolução deve ser entendida como parte de um processo cíclico. Uma nova técnica surge a partir de problemas que se vinha enfrentando e em determinada situação foram esclarecidos e solucionados, mas que ao mesmo tempo impõe novas regras e não isenta o surgimento de novos problemas.

“Cada novo meio de representação tem uma dupla face ao tornar realizável uma tarefa antes muito difícil ou mesmo impraticável (e, portanto, muitas vezes ignorada): abre novos horizontes e ao mesmo tempo nos submete às suas regras”.

Martinez, 2000.

As técnicas de representação surgem neste contexto cíclico e é necessário um entendimento da sua evolução para se chegar finalmente a uma melhor definição e exemplificação das técnicas de computação gráfica utilizadas em arquitetura.

2.2. A Evolução das Técnicas de Representação da Arquitetura

Este item busca apresentar um breve histórico da evolução das técnicas de representação e expressão até a invenção e utilização das técnicas computacionais gráficas em projetos de arquitetura. A criação, aperfeiçoamento e difusão das técnicas de desenho, da perspectiva, da geometria descritiva, da maquete, da fotografia, do cinema e da computação gráfica foram responsáveis por aumentar a gama de meios através dos quais o homem se expressa, representa, produz objetos e apreende diversos fenômenos. Este crescente desenvolvimento possibilitou uma grande difusão da ciência e da arte entre as massas e tem um papel fundamental na criação e representação da arquitetura.

Segundo Menezes (1999), o desenho é uma linguagem através da qual o homem expressa suas idéias e representa a realidade ao seu redor sob as mais diversas influências e circunstâncias. O ato de desenhar teve seu início na capacidade do homem de representar o ambiente físico em que vivia, criando registros sobre suas condições e os elementos com os quais se deparava. Nos registros pré-históricos da caverna de Lascaux na França, a cerca de 15 mil anos atrás, foram desenhados animais como a rena e o mamute com incrível realismo em cenas do cotidiano que os habitantes da região observavam.

Menezes (op. cit.) ressaltou também a diferença entre desenho de expressão e desenho de representação. O desenho de expressão é aquele usado para exprimir algo pessoal, individual, e tem por característica ser um desenho livre, autônomo, artístico. O desenho de representação é aquele usado para descrever algo ou uma idéia nova correta e precisamente, sem dúvidas ou interpretações diferentes e tem por característica ser um desenho reduplicativo, de reprodução, técnico, que segue normas rígidas. Mas o autor salientou que não se considera como diferença básica entre estes dois tipos de desenho o uso ou não de instrumentos técnicos como a régua, o esquadro e o compasso, pois assim como um desenho técnico pode ser feito à mão livre, um desenho de expressão pode ser feito com o uso da régua. O que interessa é o conteúdo do desenho.

O desenho e a pintura foram se aperfeiçoando e se difundido ao longo da história juntamente com o desenvolvimento da sociedade, acompanhando sua evolução e registrando em monumentos arquitetônicos e em obras de arte verdadeiros relatos das estruturas mentais e sociais de determinada cultura em determinada época, observados, por exemplo, na arte rupestre, na arte plástica no velho Oriente, no antigo Egito, Grécia e Roma (Menezes, 1999).

Foi no Renascimento, no século XV, que a descoberta de um novo método de representação do espaço lançou as bases de uma nova concepção para a linguagem da técnica e da arte. As regras da perspectiva permitiram aos artistas uma técnica de representação gráfica mais convincente da arquitetura em seus desenhos e pinturas, que trazia grandes dificuldades até então. Os pintores e arquitetos podiam repetir o método para criar imagens de ambientes internos e vista externa, dando um caráter mais realista à representação dos ambientes que envolviam planos com profundidade. A perspectiva representou uma inovação fundamental e uma falsa sensação de domínio das dimensões da arquitetura, que foi reconhecida mais tarde de caráter multidimensional (Zevi, 1996). Ela é ainda hoje extensamente utilizada e foi automatizada por técnicas de desenho tridimensional que utilizam programas computacionais gráficos.

As projeções dos edifícios em planta baixa, cortes e elevações são conhecidas desde a Antiguidade, mas foram sistematizadas no século XVIII pela Geometria Descritiva com o Método de Projeção de Gaspar Monge, que permitiu criar em um plano a imagem de uma figura tridimensional no espaço, e a partir desta imagem plana reconstruir o objeto. Assim, foi possível fatiar um edifício e rebater suas superfícies, possibilitando deste modo uma avaliação separada ou em conjunto dos vários elementos da construção em medidas exatas (Zevi, op. cit.).

Tomando partido desta sistematização, a Revolução Industrial, nos séculos XVIII e XIX, trouxe um grande desenvolvimento dos instrumentos tradicionalmente utilizados, desenvolvendo rapidamente o Desenho Industrial, que tinha uma grande necessidade de representação exata e precisa (Menezes, 1999). A decomposição do edifício nos planos que o encerram é ainda hoje a base da cultura técnica projetiva e construtiva, fundamental para a representação da arquitetura.

As maquetes são consideradas uma evolução da escultura moderna, das experiências construtivistas, neoplásticas e em parte futuristas, resultado de estudos volumétricos como acoplamento, justaposição e interpenetração dos volumes. Seu uso no processo de projeto traz contribuições sensíveis na expressão e entendimento tridimensional das idéias e é de grande utilidade ao ensino da arquitetura, mas por se tratar de um objeto em escala se mostra ainda incapaz de reproduzir a experiência essencial arquitetônica: o ponto de vista humano (Zevi, 1996).

A invenção da fotografia a partir de processos fotoquímicos por Daguerre em 1839 possibilitou avançar na reprodução da imagem de um objeto a partir de diversos pontos de vista. Com a ampla difusão das imagens fotográficas, as pinturas e retratos realizados por artistas, e acessíveis somente a uma pequena parcela da população, perderam espaço para a fotografia que passou a ser de domínio do plano coletivo (Zevi, op. cit.).

“Resolvendo em grande parte os problemas da representação de três dimensões, e por isso os problemas da pintura e da escultura, a fotografia cumpre a importante missão de reproduzir fielmente tudo o que existe de bidimensional e tridimensional na arquitetura, ou seja, todo o edifício menos a sua essência espacial”.

Zevi, 1996.

Ressaltando o caráter primordial da arquitetura como espaço interior, Zevi (op. cit.) esclareceu que também o instrumento da fotografia trouxe novos avanços à representação da arquitetura ao mesmo tempo em que se mostrou incapaz de reproduzir uma experiência espacial sucessiva, já que uma imagem acontece somente a partir de um único ponto no espaço. Foi na pintura cubista que a quarta dimensão foi descoberta e admitida: o tempo. Descobriu-se no período anterior à primeira grande guerra que a imagem em perspectiva de um objeto depende do ângulo de visão e que, ao se caminhar, este ângulo muda e conseqüentemente seria necessário fazer uma nova perspectiva. Portanto, as dimensões do objeto não se encerram nas três dimensões, e para a arquitetura, a fruição espaço-temporal passou a ser condição indispensável na apreensão do objeto arquitetônico.

Assim, as pesquisas de Edison e depois as dos irmãos Lumière no final do século XIX levaram à invenção do cinema, que veio preencher esta lacuna. Ao permitir estabelecer uma continuidade visual e uma ilusão de movimento com a colocação de

uma seqüência adequada de imagens fotográficas em um período de tempo certo, a arquitetura ganhou a possibilidade de reproduzir a fruição espaço-temporal por um caminho percorrido no interior de um edifício. Mas novamente este instrumento deixou lacunas, pois a arquitetura ultrapassa as quatro dimensões e não pode se limitar a ser apreendida por somente um, dois ou três caminhos possíveis percorridos.

Os avanços tecnológicos no campo da reprodução de uma experiência espacial continuaram se desenvolvendo em todo o mundo e são absorvidos pela arquitetura quando se mostram realmente eficazes. É desta maneira que as técnicas de computação gráfica foram aos poucos sendo apropriadas pelos arquitetos e aprimoradas na tarefa da representação e análise dos projetos e edificações. Mas para se chegar ao processo de uso no campo da arquitetura, torna-se necessário antes um esclarecimento conceitual da computação gráfica.

De acordo com Velloso (1997), a computação gráfica é o conjunto de métodos e técnicas utilizadas para transformar dados em imagens através de um dispositivo gráfico. Sua invenção é atribuída a Ivan Sutherland, que em 1963 criou o SketchPad e apresentou-o em sua tese de PhD no MITs Lincoln Laboratory nos Estados Unidos. Com o uso de uma caneta de luz, Sutherland demonstrou ser possível fazer desenhos técnicos diretamente no computador (Hamit, 1993). Segundo Gomes e Velho (1998), a computação gráfica é utilizada por pesquisadores e usuários das mais diversas áreas do conhecimento sempre que se faz necessária uma representação visual envolvendo objetos, ações, relações e conceitos.

Desde a década de 60 o computador vem sendo agregado como instrumento de auxílio ao processo de projeto de arquitetura, trazendo grandes discussões em torno do seu uso. De acordo com Schnarsky (in Sydney e Catanese, 1984), nas décadas de 70 e 80, novas aplicações e produtos surgiram a partir do desenvolvimento de hardware e software, mas a integração à prática de projeto pelos arquitetos foi lenta. As promessas muitas vezes excederam o desempenho e numerosos escritórios e empresas executaram, avaliaram e rejeitaram as aplicações do computador em arquitetura e construção civil. Os motivos alegados foram a necessidade de altos

investimentos, os requerimentos de novas habilitações, de pessoal especializado e as grandes mudanças nos processos de criação, entre outros fatores.

A partir dos anos 80, a utilização corrente dos computadores deixou de ser privilégio de especialistas e passou ao domínio generalizado da sociedade. Com o crescimento econômico dos Estados Unidos neste período e a subsequente expansão dos trabalhos de arquitetura, as aplicações de computadores nos escritórios de arquitetura ganharam novo fôlego.

“(...)na década de 90, o computador e uma grande variedade de softwares para arquitetura já estavam em ritmo frenético de atualização, com interfaces mais amigáveis e preços mais acessíveis. Esse conjunto de fatores consolidou a informática como ferramenta de trabalho para a maioria dos arquitetos”.

Corbioli, 2002.

Atualmente, a computação gráfica tornou fácil e ágil a tarefa de modelar, visualizar e modificar as informações geométricas dos projetos de arquitetura. O modelo tridimensional do edifício é concebido e armazenado no computador, podendo ser utilizado para diversas análises e simulações, além de ser facilmente impresso ou transformado em protótipo e transmitido para outros computadores com o uso da Internet. No entanto, a atual utilização desta tecnologia deixa suas lacunas na representação do espaço arquitetônico. Por mais que sejam permitidas a fruição espaço-temporal e interatividade com os modelos tridimensionais, a saída gráfica mais utilizada ainda é a tela bidimensional do monitor.

Mas esta limitação tem sido ultrapassada desde os anos 60 com o advento da realidade virtual imersiva, sistema criado por Ivan Sutherland composto por um capacete que permitia ao seu usuário a visualização de um ambiente gráfico que reproduzia aspectos isolados do mundo físico no mundo digital (Baltazar, 2005). A realidade virtual é uma subdivisão da computação gráfica e da interação homem-computador e pode ser entendida como um método que permite às pessoas manipularem informações em um computador da mesma maneira que manipulam objetos na natureza. O termo “imersiva” se relaciona à possibilidade do ser humano se encontrar imerso, ou seja, poder explorar e interagir com este ambiente digital como o faz em um ambiente físico através de equipamentos especiais como capacete com dois monitores (um para cada olho), luvas e roupas com sensores, equipamentos de resposta a estímulos físicos, dispositivo de rastreamento de

posição e um computador de alta tecnologia que conecta tudo isso, podendo chegar a utilizar até 4 sentidos – visão, audição, tato e olfato (Hamit, 1993).

Pesquisas recentes do Departamento de Computação Gráfica da Universidade do Sul da Austrália têm desenvolvido sistemas que foram denominados de Realidade Aumentada, que permitem a fusão da visão de um ambiente real com um ambiente digital e a interação com este ambiente. A interpolação pode ser feita através de capacete com visores semitransparentes ou através de filmagem com câmera de vídeo. Estes sistemas se mostram promissores para aplicação em arquitetura e diversas áreas, se forem adequadamente desenvolvidos.

Gabriela Celani (2004) enfatizou os novos processos de projeto que têm buscado uma libertação da geometria euclidiana e das regras de proporção, e que podem se alimentar de técnicas de computação gráfica e prototipagem rápida. Os novos processos de geração de formas, chamados de *generative design*, partem de regras baseadas em geometria de fractais, *shape grammars* (análise de obras construídas a partir de suas regras compositivas para serem recombinadas), algoritmos genéticos (regras de composição que permitem a geração de diversas formas semelhantes) e outras formas de computação evolucionária (regras de geração evolutiva da forma).

“Com o uso de tecnologias digitais, a metodologia do generative design permite a geração automática de alternativas de projeto de forma quase que instantânea, algumas das quais seriam pouco provavelmente levadas em consideração sem esta técnica, o que aumenta as probabilidades de inovação formal”.

Celani, 2004.

A utilização de computadores e dispositivos avançados na área da arquitetura está ainda em fase de pesquisas e testes em instituições e empresas, e somente especulações em torno do seu uso são apresentadas. Assim, a tecnologia focada nesta pesquisa de mestrado é aquela que está disponível e que já vem sendo correntemente utilizada em arquitetura no mercado de trabalho e no meio acadêmico no Brasil. Estes sistemas computacionais gráficos, que trazem novas possibilidades criativas para a representação e análise do projeto de arquitetura, são identificados no próximo item.

2.3. Técnicas de Computação Gráfica para uso em Projetos de Arquitetura

Para a representação da arquitetura são utilizados os chamados programas CAD – Computer Aided Design (Projeto Auxiliado por Computador), que permitem a criação, análise e modificação de modelos tridimensionais, permitindo visualizar e identificar áreas problemáticas e experimentar diversas soluções. Com o aperfeiçoamento da sua aplicabilidade para a área de arquitetura, várias tarefas rotineiras e manuais do escritório foram automatizadas, facilitando a criação de desenhos e modelos, simulação de funcionalidades, execução de cálculos e análise rápida de dados complexos, entre diversas outras aplicações.

A técnica de computação gráfica conhecida como modelagem trata da criação e manipulação da geometria e topologia dos objetos gráficos (modelos) no computador. Segundo Gomes e Velho (1998), a topologia de um modelo determina a sua forma independente de suas propriedades métricas e a geometria é responsável pela determinação das diversas propriedades métricas associadas ao modelo (comprimento, área, volume, curvatura etc.). Uma técnica de modelagem é uma combinação entre um método de especificação do usuário e uma técnica de reconstrução associada. Os elementos básicos na especificação de um modelo são os pontos, os vetores (segmentos orientados) e as curvas. A partir destes elementos pode-se construir e representar quaisquer superfícies e sólidos (Gomes e Velho, 1998).

No processo de projeto de arquitetura, o arquiteto deverá fazer uso de técnicas para a expressão de suas idéias e representação de objetos, passando do plano abstrato ao plano material. O avanço da tecnologia computacional tem permitido tanto aumentar a precisão e o nível de detalhamento da representação do objeto arquitetônico quanto apoiar a criatividade no processo subjetivo da criação. Desde a década de 60, quando começaram a ser desenvolvidos e utilizados, os sistemas computacionais gráficos e seus equipamentos apresentam uma crescente evolução para o atendimento das necessidades do arquiteto no processo de projeto, partindo de sistemas complexos e de interface rígida para sistemas simplificados e de interface intuitiva e customizável, exigindo uma constante atualização dos profissionais. Deste modo, os programas CAD utilizados atualmente no mercado

brasileiro são versões recentes de programas criados há décadas atrás e que têm se adaptado ao uso do profissional de arquitetura, buscando apoiar o desenvolvimento do projeto do âmbito geral ao particular. Os programas mais utilizados segundo pesquisa da arquiteta Nanci Corbioli (2002) são abordados a seguir.

O programa mais conhecido na área de projetos é o AutoCAD (fig. 01), fabricado pela empresa Autodesk. Este programa foi desenvolvido primeiramente para a área de engenharia mecânica, mas sua flexibilidade de criação e edição de desenhos bidimensionais e modelos tridimensionais atende a diversas áreas relacionadas, como design, arquitetura e engenharia. Segundo Corbioli (2002), o AutoCAD é uma ferramenta genérica porque serve de base para o uso de outros programas e é detentor do formato DWG, uma linguagem padrão de desenhos técnicos no mercado. Os elementos como portas, janelas e fachadas são criados no AutoCAD através de pontos e linhas não-paramétricas e só funciona em sistemas operacionais da Microsoft. O AutoCAD possui inúmeras ferramentas e programas que funcionam como aplicativos e complementam suas potencialidades, além de um grande número de desenvolvedores independentes que utilizam e adaptam seus recursos a variados usos.

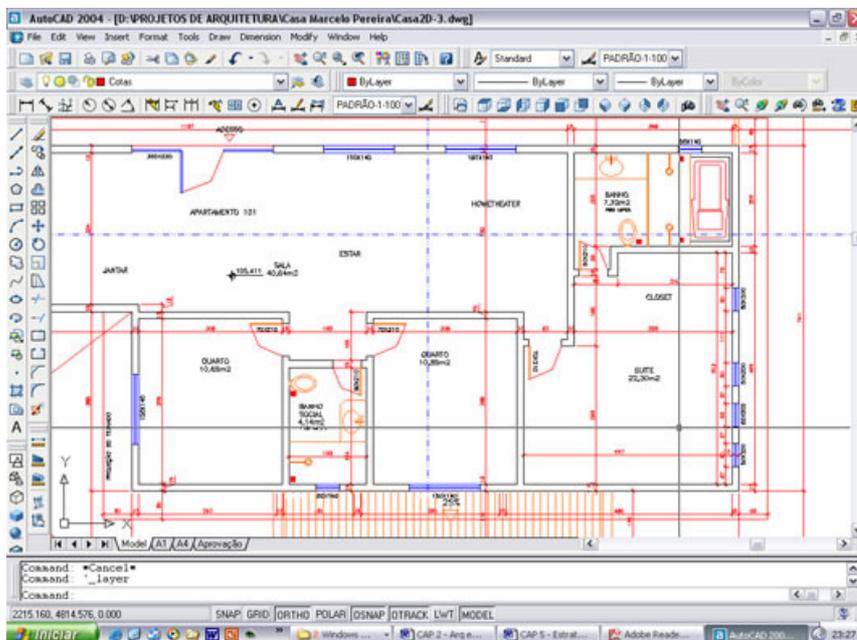


Fig. 01: Interface do AutoCAD 2004. Fonte: do autor.

Para a área da arquitetura especificamente, os programas CAD evoluíram para programas CAAD (Computer Architectural Aided Design) como, por exemplo, o

programa Autodesk Architectural Desktop (fig. 02) da AutoDesk, que funciona como aplicativo para o AutoCAD. Este programa trabalha com a linguagem AEC através de ferramentas de uso específico para arquitetura, engenharia e construção, permitindo criar objetos parametrizáveis bidimensionais e tridimensionais com características dos elementos arquitetônicos como paredes, portas, janelas, telhados, escadas, cuja geometria pode ser numericamente modificada. Estes elementos gráficos se reconhecem no programa e todas as mudanças afetam os demais elementos. O programa tem uma vasta biblioteca de modelos em padrão norte-americano com linguagem técnica vigente daquele país que é de pouca utilidade no Brasil, mas diversas funcionalidades são aproveitadas.

Segundo Corbioli (2002), a tecnologia iDrop permite a inserção de catálogos eletrônicos de produtos nacionais fornecidos em sites de fabricantes com todas as especificações agregadas. A biblioteca permite visualizar os objetos em planta, em 2D, em 3D ou elevação lateral. O Architectural Desktop pode ser usado desde a etapa inicial do projeto até a execução, mas para tarefas muito específicas como o desenho do madeiramento da cobertura, ele requer aplicativos próprios. Uma das grandes vantagens de seu uso no processo de projeto é a possibilidade de criar primeiramente o estudo volumétrico, extraindo posteriormente os desenhos de rebatimento.

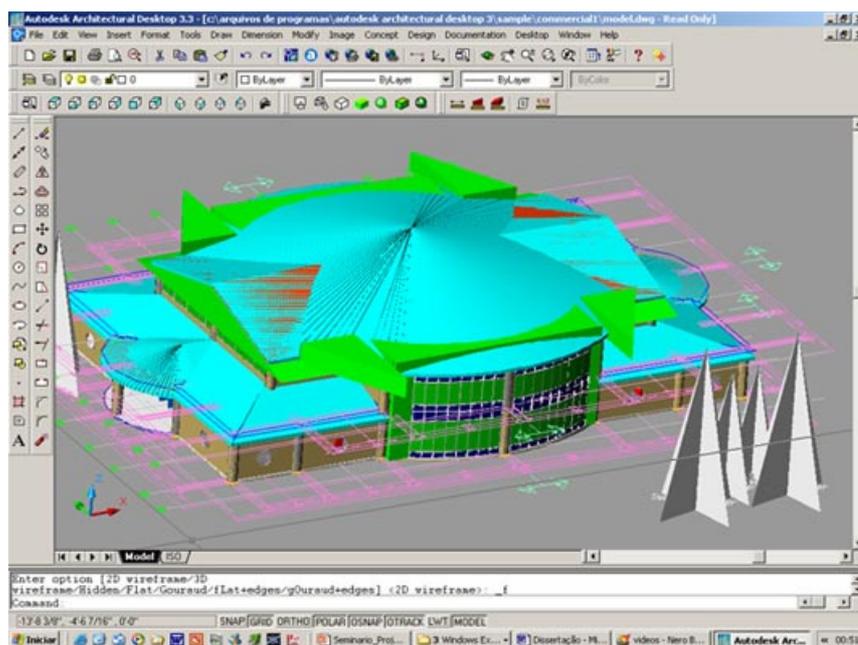


Fig. 02: Interface do Architectural Desktop 3.3. Fonte: do autor.

O programa Archi_3D (fig. 03) é de origem brasileira, desenvolvido em 1993 por arquitetos da empresa Grapho LTDA. Segundo Corbioli (2002), ele foi criado para atender à forma de projetar, representar e construir da arquitetura brasileira, considerando as suas particularidades. Por ser um aplicativo do AutoCAD, ele compartilha o formato DWG e os recursos de integração com a Internet que este programa permite, como iDrop, Publish to Web e Netmeeting. O programa possui o recurso de gerenciamento do projeto por pavimentos, permitindo desligar temporariamente alguns pavimentos para facilitar o trabalho de análise, edição e impressão. Como o Architectural, o programa enfatiza o desenvolvimento tridimensional do projeto, permitindo gerar posteriormente toda a representação bidimensional. Seus elementos são parametrizáveis, fornece bibliotecas do mercado brasileiro, pode-se gerenciar layers, automatizar tarefas repetitivas e exportar quantitativos unitários, volumétricos ou lineares a partir de modelos tridimensionais para programas de orçamento.

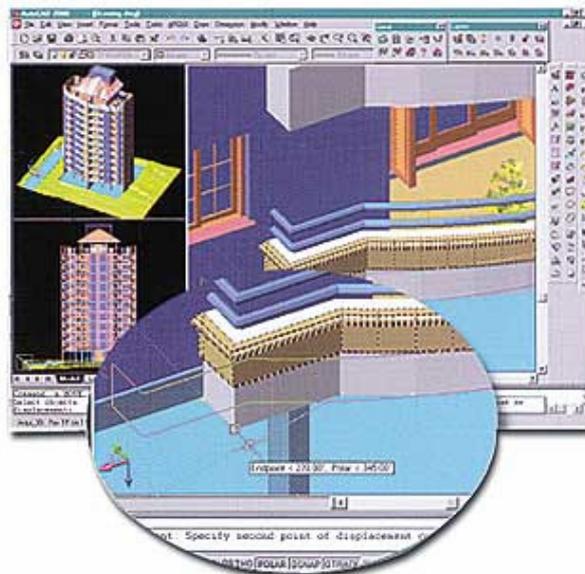


Fig. 03: Interface do Archi_3D. Fonte: ArcoWeb.

O programa Vector Works (fig. 04) foi lançado pela Diehl Graphsoft Inc há mais de 20 anos com o nome de Minicad e ganhou o nome Minicad Vector Works quando passou a operar em plataforma Windows. O programa foi um dos pioneiros no uso de recursos intuitivos, ferramentas AEC, alinhamento automático, cursor inteligente e dicas na tela. Corbioli (2002) apontou como suas melhores qualidades facilidade do uso de suas ferramentas e técnicas de geração de maquetes tridimensionais. O programa também trabalha com elementos paramétricos, permitindo ajustes

automáticos na criação de elementos como telhados. Um dos recursos inovadores é o “Grupo de Trabalho” que permite que vários profissionais trabalhem simultaneamente no projeto e visualizem instantaneamente o que os outros estão fazendo. É possível modelar automaticamente terrenos tridimensionais através de curvas de nível. Os recursos de programação integrada permitem personalizar novos comandos e ferramentas. Dispõe também de planilhas e bancos de dados integrados para a quantificação de projetos. Outras possibilidades são destacadas no programa, como recursos para criação de animações, estudos em duas e três dimensões e biblioteca com objetos do mercado brasileiro (Corbioli, 2002).

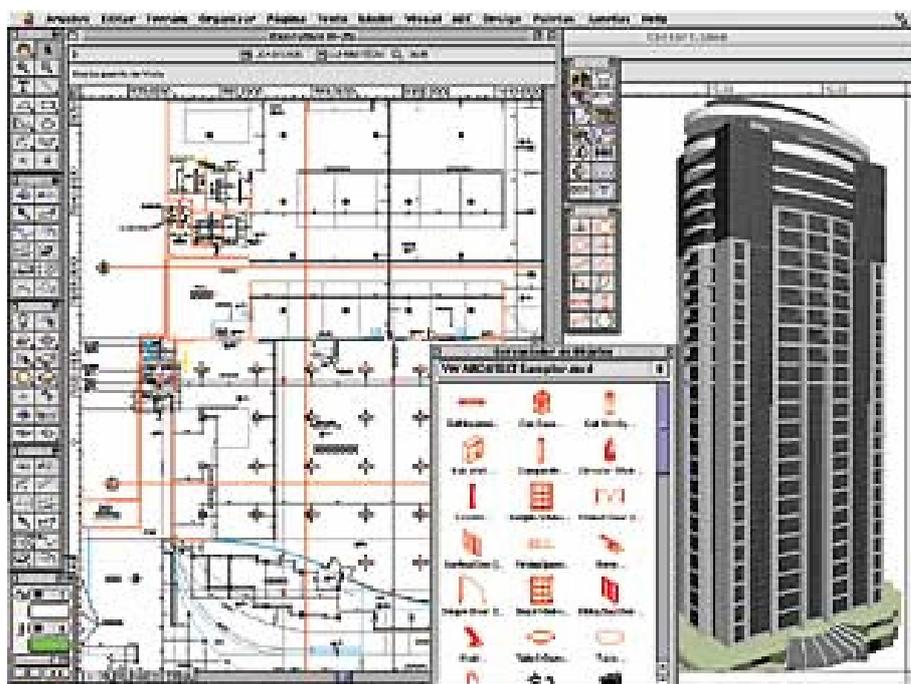


Fig. 04: Interface do Vector Works. Fonte: ArcoWeb.

O programa Sketch Up (fig. 05) desenvolvido pela empresa norte-americana @Last Software apresenta uma interface gráfica simples e intuitiva, facilitando o seu uso e agilizando o seu aprendizado. O programa trabalha com elementos AEC, permitindo criar, visualizar e editar facilmente objetos bidimensionais e tridimensionais em imagens gráficas de fácil identificação de volumes e arestas. Possui uma vasta biblioteca de objetos e recursos de visualização interna com possibilidade de efetuar cortes. Permite, também, inserir imagens, textos e criar animações. A simulação da iluminação natural do projeto, com sombreamento dos objetos por ação do sol é executada através de comandos simplificados. Também possibilita a importação e exportação de modelos com grande compatibilidade com os programas CAD mais

utilizados no mercado. Por estas qualidades apresentadas, o Sketch Up pode ser usado na etapa de criação de estudos preliminares, auxiliando a expressão de idéias e o processo criativo de projeto.

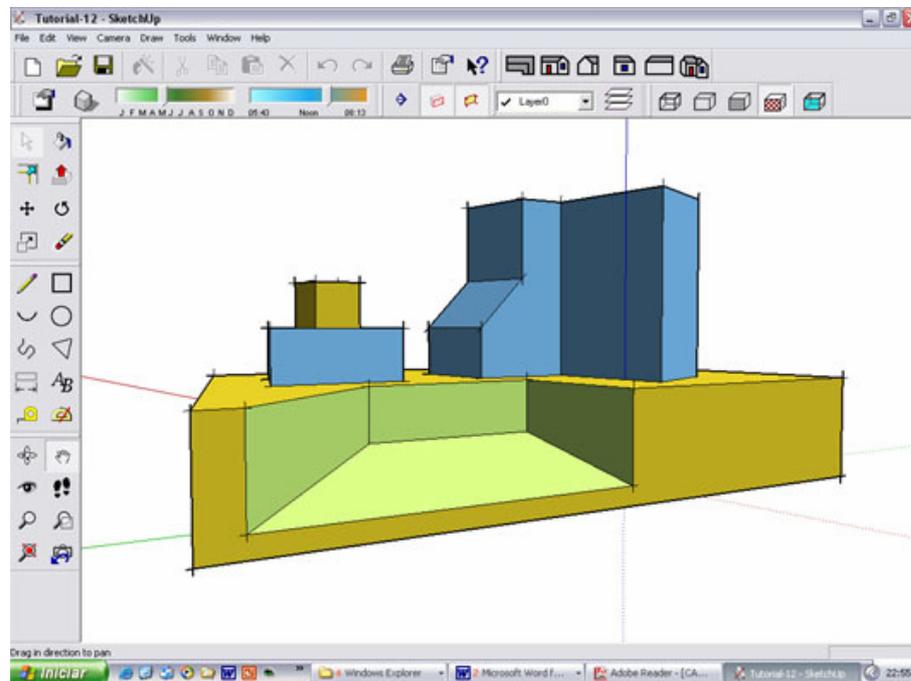


Fig. 05: Interface do Sketch Up 4. Fonte: do autor.

O programa 3D Studio Max (Fig. 06) fabricado pela Discreet, uma divisão da Autodesk, é um software de criação avançada de modelos tridimensionais e geração de imagens e animações digitais foto-realísticas. Com este programa pode-se modelar todo o volume do edifício com seus detalhes, aplicar texturas, fazer simulações de iluminação, inserir modelos prontos e criar animações, visualizando e manipulando os objetos a partir de qualquer ângulo. Dependendo do programa, do equipamento e da habilidade do usuário, pode-se chegar a um excelente nível de foto-realismo, o que facilita muito o entendimento do projeto.

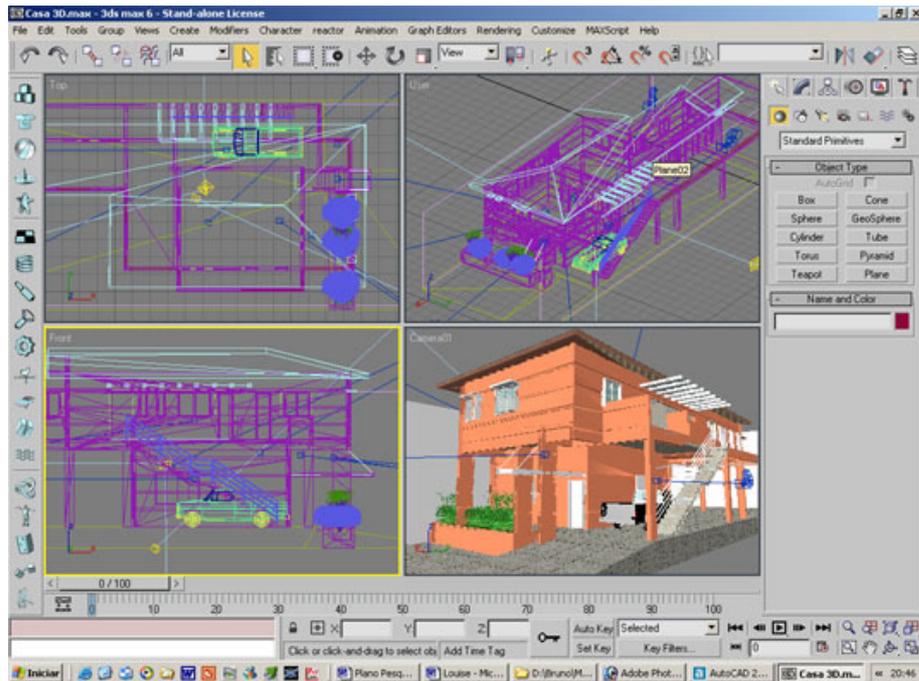


Fig. 06: Interface do 3Dstudio Max 6.

Este item buscou apresentar sucintamente os programas computacionais gráficos mais utilizados em projetos de arquitetura no Brasil e algumas de suas características. O modo de utilização de técnicas de computação gráfica verificado desde a etapa de criação em projetos de arquitetura é abordado no capítulo seguinte.

CAP. 3 – PROCESSO DE PROJETO E O USO DE TÉCNICAS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Este capítulo apresenta uma conceituação de processo de projeto de arquitetura, identifica possibilidades de variação, criação de novos processos e descreve alguns exemplos de projetos de arquitetura que utilizaram técnicas de computação gráfica em seu processo criativo.

3.1. O Processo de Projeto de Arquitetura

Uma vez entendida a finalidade prática do projeto de arquitetura como o conjunto de desenhos codificados, representações e especificações passíveis de entendimento aos encarregados para construir a obra, o processo de projeto refere-se ao procedimento efetuado pelo arquiteto para alcançar tal finalidade, caracterizado por um desenvolvimento progressivo de idéias, do geral ao particular.

“(…)aceitamos que o processo de idealização avança do geral para o particular, desde a definição de idéias esquemáticas sobre a forma do edifício, passando por um estudo progressivo das configurações, das disposições construtivas e dos detalhes, até se alcançar a precisão do ‘projeto’. Aceitamos, também, que todo projeto é o desenvolvimento de um anteprojecto, cuja estrutura costuma ser denominada ‘partido’”.

Martinez, 2000.

Esta passagem do geral ao particular é marcante no processo de projeto de arquitetura, que pode ser dividido em três etapas principais:

- a) O estudo preliminar: estabelecimento das características gerais e iniciais do projeto.
- b) O anteprojecto: desenvolvimento do estudo preliminar que leva à definição do partido.
- c) O projeto: desenvolvimento do partido que leva a uma configuração final do projeto de arquitetura.

Na etapa intermediária de estudo das configurações é definida a estrutura do partido, que pode ser entendido como uma idéia geral que determina a essência da proposta. Sua definição representa uma tomada de decisão pelo arquiteto em determinado momento, onde a representação traduz efetivamente sua intenção. O partido definido

no anteprojeto pode levar, ainda, a diversas configurações e precisa de desenvolvimento para chegar ao projeto final.

Entretanto, é importante ressaltar que o esquema metodológico do processo de projeto assume diversas variações em seu percurso e não se pode considerar uma metodologia de projeto como procedimento único. Não existe apenas um processo projetual, o processo de criação torna-se algo bastante pessoal e diversificado a partir do contexto, de conhecimentos e experiências adquiridas ao longo do tempo e não pode ser encarado como um manual de instruções, apesar de freqüentemente apresentar características comuns.

No estudo da criatividade, Kneller (1965, apud Lawson, 1997), identificou cinco fases comuns no processo de criação relatado por cientistas, matemáticos, pintores, poetas e compositores em diversos períodos da História:

- Primeiro Insight: reconhecimento do problema e o compromisso de resolvê-lo.
- Preparação: um esforço consciente considerável na procura de uma solução para o problema.
- Incubação: período mais relaxante, de aparente descanso mental.
- Iluminação: a idéia para a solução aparece de repente no momento quando menos se espera.
- Verificação: a idéia é testada, elaborada e desenvolvida.

Bryan Lawson (1997) enfatizou que no processo de design estas fases não são tão separadas como esta análise sugere e que freqüentemente o período de verificação irá revelar a inadequação da idéia, mas a sua essência pode, ainda, ser válida, levando a reformulação do problema e a um novo período de investigação.

“Alguns projetistas parecem trabalhar deliberadamente para gerar uma série de soluções alternativas mais cedo, seguido de um refinamento progressivo, testando e selecionando processos. Outros preferem trabalhar numa única idéia, mas aceitam que ela pode sofrer uma revolução assim como uma evolução. (...) Uma vez que temos uma idéia ou começamos a ver o problema de uma maneira particular, isto requer um grande esforço para mudar a direção. Em geral os pensadores e designers criativos em particular parecem ter a habilidade para mudar a direção de seu pensamento e assim gerar mais idéias”.

Lawson, 1997 (Tradução do autor).

No processo de projeto de arquitetura, a gradação que vai do geral ao particular, de representações generalizadas para representações de maior definição pode ser verificada pela observação do desenvolvimento do desenho, que vai se sobrepondo com o aparecimento de novas idéias e novos desenhos até a solução final detalhada.

“O desenho é a invenção de um objeto por meio de outro, que o precede no tempo. O projetista opera sobre este primeiro objeto, o projeto, modificando-o até julgá-lo satisfatório. Em seguida, traduz suas características em um código adequado de instruções para que seja compreendido pelos encarregados da materialização do segundo objeto, o edifício ou a ‘obra’”.

Martinez, 2000.

O desenho como precedente do objeto é representativo das intenções do arquiteto, que faz uso de um processo de criação que sofre diversas alterações até o ponto de satisfação. O desenho é a própria idéia. Mais do que representar, sua função está além do simples ato de realizar o traço e mantém vínculos com a atividade cognitiva humana. A abordagem das características do método de projeto e a função do desenho neste processo foram também afirmadas por Stroeter.

“O desenho é, em essência, a linguagem que (o arquiteto) usa para conversar consigo próprio ao projetar. O processo de elaboração é muito dinâmico: ainda que haja um desígnio inicial, não raro altera-se durante o trabalho, porque surgem novas idéias e, freqüentemente, é preciso resolvê-las para constatar que o caminho está errado. O desenho feito no papel não transmite uma descrição ou pré-conhecimento, mas sim uma expressão direta e uma experiência da idéia configurada, que orienta a ação. A imagem, mais do que portadora de uma idéia é a própria idéia, o próprio pensamento”.

Stroeter, 1986.

Nem sempre foi assim, os arquitetos do passado não faziam uso do desenho como se faz normalmente hoje; tudo era resolvido e transmitido diretamente no canteiro de obras. Segundo Martinez (2000), a separação do projeto com relação à construção começou no Renascimento quando os arquitetos dominaram as técnicas de representação dos objetos arquitetônicos com a perspectiva e passaram a ter uma nova posição na sociedade, sendo atribuído neste período um status intelectual da profissão. Com o sucessivo desenvolvimento das técnicas, as representações com exatidão foram alcançadas com o desenho projetivo e a geometria descritiva, que impulsionaram a Revolução Industrial. Assim, o processo de projeto foi se alterando na história, não de maneira totalitária, pois o processo baseado unicamente em planta, reconhecido e oficializado desde o século XIX, pode ser encontrado ainda hoje.

As mudanças no processo de projeto são verificadas a partir de avanços paradigmáticos em determinados momentos. Apresentando uma leitura da sua evolução histórica, Martinez (2000) demarcou alguns momentos que oficializaram práticas projetuais anteriores ou culminaram em uma mudança de comportamento, os quais pode-se citar:

- Os textos de J. N. L. Durand e Viollet-le-Duc no século XIX sobre a composição (ato de projetar) do projeto arquitetônico, ensinando uma prática projetual que trata o objeto como organização espacial de recintos úteis e o edifício como invólucro que limita estes espaços;
- A denominação de Julien Guadet no final do século XIX das partes do edifício como “elementos de composição”, se referindo à disposição geral dos espaços que são uma estrutura básica sobre a qual se sobrepõe o trabalho da forma;
- O Academicismo instituído pela École de Beaux-Arts de Paris, criando um modelo imitado em todo o mundo até metade do século XX, onde a invenção do objeto arquitetônico é resultado de exercícios de disposição de massas ou volumes, rebatidos no papel em 2 dimensões, sendo a planta o elemento estruturador e utilizando um repertório de formas do passado;
- O Funcionalismo, começando com os racionalistas na década de 20 a 30, para quem a planta é o esquema básico e as formas não são mais influenciadas pelos estilos do passado, mas por formas artísticas consideradas contemporâneas e, como no caso de Le Corbusier, pelas formas que o próprio autor emprega como artista plástico.

Martinez (op. cit.) destacou, ainda, a importância crescente dos estudos de distribuição e da definição das redes de circulação como estrutura básica da forma nos processos de composição até a atualidade, de projetos arquitetônicos ao desenho urbano. O aparecimento do sistema de circulação como conjunto de elementos autônomos foi registrado pela primeira vez em um projeto acadêmico de 1786.

O uso de maquetes de estudo no processo de projeto surgiu como resultado do aprimoramento dos estudos volumétricos e pode ser considerada uma quebra do predomínio da planta como elemento de onde a construção eleva-se. As

possibilidades das maquetes experimentais promoverem uma liberdade criativa e uma maior conexão com a realidade tridimensional da arquitetura foram, também, ressaltadas por Martinez (2000) e por Consalez (2001).

“A utilização de maquetes integradas no processo de projeto pode converter-se em uma importante confirmação da validade das soluções do próprio projetista, ou pode, até mesmo, sugerir-lhe diversas alternativas no estudo dos volumes, dos materiais e das cores. De certa forma, o que desejamos enfatizar é que o hábito da comunicação do projeto torna-se de grande ajuda não só na transmissão da informação, mas também na elaboração das idéias”.

Consalez, 2001.

Se as maquetes de estudo forem utilizadas em conjunto com os recursos das técnicas de computação gráfica explorando desenvolvimentos formais e funcionais em um processo cíclico, onde se percebe os reflexos imediatos de alternativas formais na planta ao mesmo tempo em que alterações na planta são automaticamente visualizadas na forma, pode-se alcançar um processo de projeto mais dinâmico e cujo entendimento está mais próximo das dimensões reais da arquitetura. Esta possibilidade se configura em uma das vantagens do uso de técnicas de computação gráfica na etapa de criação de projetos, ressaltada por Martinez (2000) como uma aceleração do processo de tentativa e erro na invenção arquitetônica. A seguir são apresentadas algumas possibilidades do uso de técnicas de computação gráfica em processos de projeto de arquitetura.

3.2. Possibilidades do Uso de Técnicas de Computação Gráfica no Processo de Projeto

Rovenir B. Duarte (2003), afirmou que o uso de modelos de representação no projeto é veículo tanto no processo como na apresentação de um resultado final ou parcial e que seu modo de uso durante o processo também se relaciona com o método de obtenção de uma forma que exprima a solução encontrada para um projeto. Assim, o autor concluiu que uma ferramenta que sugere novas possibilidades de representação poderá sugerir, também, possibilidades de novos processos.

Com um entendimento sobre o que os programas CAD podem ajudar a criar, quais características estes modelos trazem e como podem ser desenvolvidos, o ambiente digital característico do computador poderá ser entendido como um ambiente

projetual. Estas técnicas poderão ser experimentadas no processo de projeto, e somente aí suas vantagens e desvantagens serão realmente conhecidas.

“(...) os modelos digitais utilizados não são apenas formados por linhas, são volumes, semelhante às maquetes físicas, que podem ser associados a outras propriedades. Não somente se desenha, também se constrói. O computador pode mixar os desenhos convencionais com modelos tridimensionais virtuais, ainda tendo a vantagem de agregar dados de outras naturezas, quando necessário. Simular situações físicas, tais como a insolação. Outro bom exemplo consiste na sua capacidade de incorporar a quarta dimensão à representação, simulando o caminhar por um edifício. A possibilidade de percorrer um edifício percebendo os efeitos causados pelas intervenções, é uma ótima vantagem associada ao ensino. Porém deve-se entender que para isso a capacidade de percepção e discernimento deve acompanhar a evolução da ferramenta (DUARTE, 2000)”.

Duarte, 2003.

O professor de projeto arquitetônico, teoria e CAD, Stephen Paul Jacobs, reforçou as possibilidades do uso de técnicas de computação gráfica no apoio ao processo de projeto de arquitetura. Segundo Jacobs (1991), como o processo de projeto envolve uma grande quantidade de informações que precisam ser absorvidas e alternativas diversas que precisam ser exploradas profundamente, o processamento de dados deve ser assimilado. A computação gráfica pode fornecer um significativo meio de gerenciamento desta complexidade e apesar destes programas continuarem crescendo em poder e facilidade de uso, a estrutura fundamental de trabalho com os modelos CAD tridimensionais permanece inalterada. E o projeto não precisa ficar restrito a somente uma ferramenta gráfica. O modelo CAD pode ser um valioso dispositivo para uma análise sistemática de dados, testar alternativas e examinar resultados em programas suplementares desenvolvidos por especialistas que criam aplicativos de uso específico, como análise estrutural, simulação do desempenho da luz natural e artificial, modelagem e especificação dos projetos de paisagismo, renderização de imagens, entre outros.

Sobre o impacto do uso de modelos CAD no processo de projeto, Jacobs (op. cit.) ressaltou o ganho em exatidão, racionalidade e agilidade, proporcionada pelos processos matemáticos complexos realizados pelos programas computacionais. O modelo CAD aumenta o entendimento do projetista e o controle sobre os elementos do projeto ao permitir identificar a estrutura interna de um problema. Ele fornece ao arquiteto a capacidade de perseguir claramente as idéias em formação ou intuições em qualquer escala. A mudança no projeto pelo método tradicional tem conseqüências muitas vezes não imaginadas, mas com a representação do projeto

em vários pontos de vista, o modelo CAD torna estas mudanças mais aparentes. Através de uma representação tridimensional integrada, Jacobs (1991) defende que o modelo CAD coloca ênfase no projeto em si ao invés do arquiteto se prender a visões fragmentadas que não mostram o projeto como um todo, estabelecendo rapidamente um modo de pensamento e trabalho que se livra inteiramente das desvantagens do desenho tradicional.

Jacobs (op. cit.) argumenta que o uso de modelos CAD é válido em qualquer estágio de desenvolvimento do projeto por apresentar ambas as características visuais e matemáticas. No estágio de estudo volumétrico, sua flexibilidade formal permite a geração rápida de uma vasta gama de possibilidades compositivas. Versões alternativas de idéias anteriores estão disponíveis para revisão e adaptação, resultando em um processo de grande fluidez. Ao se trabalhar com o programa CAD a partir do modelo tridimensional para depois gerar os desenhos ortográficos bidimensionais, o processo de projeto pode se tornar mais dinâmico e flexível.

“Uma vez que o modelo pode gerar plantas, seções (cortes) e elevações (fachadas), seu uso como a ferramenta central de desenho pode aumentar a velocidade e precisão das transições entre modelos de estudo para desenhos de projeto. Para tirar total proveito das possibilidades do CAD, o processo de projeto e o processo gráfico CAD devem estar integrados”.

Jacobs, 1991 (Tradução do autor).

Sobre a criatividade projetual, Jacobs (op. cit.) afirmou que esta característica individual é inspirada pelo desafio único que cada problema de projeto apresenta, pelas possibilidades da expressão arquitetônica e por um senso de aventura. O modelo CAD leva a uma abordagem sistemática, possibilitando técnicas analíticas que podem reforçar a base lógica do projeto e neste sentido, o papel do CAD no encorajamento da invenção arquitetônica e da especulação é menos evidente.

Reforçando a teoria de Martinez (2000) sobre a passagem do geral ao particular no desenvolvimento do processo de projeto, Jacobs (op. cit.) afirmou que no primeiro momento, baseado em sua experiência, o projetista cria combinações alternativas de vários elementos fundamentais e, no segundo momento, uma idéia mais compreensível é sugerida e testada, e isto eventualmente lida com novos conceitos globais ou outros estudos sistemáticos. Em ambas as explorações o CAD pode ser efetivamente usado. Além de gravar e apresentar formas arquitetônicas precisas, o modelo CAD facilita uma gama de operações geométricas que podem transformar

idéias iniciais em possibilidades alternativas e tem a vantagem adicional de ser facilmente modificado em resposta à crítica. Uma vez que o histórico de desenvolvimento do projeto é tão facilmente visualizado, o CAD oferece a oportunidade de uma avaliação cuidadosa de todo o processo de projeto.

O diálogo resultante entre a idéia do arquiteto e a representação objetiva desta idéia, desenvolvida através do computador, expande as técnicas tradicionais de projeto. Os componentes resultantes da combinação de formas podem ser combinados de novas maneiras a partir da forma original ou com componentes de outros elementos, sugerindo novas justaposições e relações. A flexibilidade do modelo digital encoraja experimentações que permitem que novos componentes sejam mais facilmente colocados em contexto, testados e modificados sem o grau de compromisso imposto pelos métodos tradicionais. Jacobs (1991) afirma que, idealmente, o projetista deverá desenvolver métodos híbridos que aproveitem os benefícios de desenhos a lápis, modelos físicos e modelos digitais, organizados para facilitar a experimentação.

“O emprego dos modelos auxilia um pensamento exteriorizado. Este pensamento, auxiliado por suportes materiais, permite a contemplação, o acidente insólito e o nutrimento sensorio com a matéria. Existem diversos tipos de modelos, dependendo da intenção do usuário. Como também existem diferentes momentos no processo projetual, o tipo de modelo empregado deve responder à necessidade do momento deste processo. Duas essências básicas, nos variados tipos de modelo, destacam-se no processo: uma permite a ambigüidade e a simultaneidade, sendo mais indicada para as primeiras etapas do processo projetual, enquanto a outra, exprime exatidão e a clareza do que representa, indicada para as etapas mais próximas da construção (ECHENIQUE, 1975) (SERRA, 1999) (LASEAU, 1982)”.

Duarte, 2003.

As imagens geradas durante a construção do modelo servem para esclarecer tanto suas características geométricas como suas características formais. Estas representações visualizadas na tela do monitor ou impressas remetem a projeções bidimensionais de objetos tridimensionais e, ao contrário dos modelos físicos, não podem se aproximar das qualidades esculturais da forma arquitetônica. Por outro lado, estas imagens podem conter um nível de detalhes e de realismo difícil de ser obtido no modelo físico.

Os programas CAD podem incluir ou ser suplementados por programas de renderização que melhoram perspectivas ou projeções paralelas com simulações acuradas de luz natural e artificial, além de cores, tons e texturas que podem ser

incorporadas na imagem. A combinação de gráficos computacionais e tradicionais reintroduz a qualidade de ênfase e simplificação que é inerente na técnica a lápis.

No entanto, é necessário um cuidado com a ilusão que a geração de imagens digitais de alta qualidade podem provocar, escondendo um projeto vazio em conteúdo, com desenvolvimento superficial ou mesmo equivocado. O uso do computador no processo de projeto de arquitetura não pode ser entendido como fim, mas como meio de se explorar a fundo soluções alternativas de projeto. A qualidade realística da imagem depende de escolhas específicas de hardware. No entanto, programas de modelamento básico podem gerar imagens acuradas que podem ser editadas posteriormente, independentes do modelo (Jacobs, 1991).

Um projeto completo de construção civil pode ser desenvolvido em uma interface CAD, desde os projetos de arquitetura, estrutura, hidráulico e elétrico até os documentos de aprovação na prefeitura, projetos executivos e detalhamentos em grande escala, em um trabalho colaborativo envolvendo vários profissionais, atualmente muito facilitado pelo uso da Internet. Quanto mais o modelo se torna muito detalhado, ou quanto mais o projeto se torna robusto e mais complexo, o modelo CAD fica muito denso para ser entendido, o que pode trazer problemas de comunicação.

Para resolver este problema, os programas CAD permitem organizar o modelo em sub-modelos, que podem ser mostrados separadamente e podem conter sistemas adicionais. A interface CAD possui capacidades de gerenciamento que permitem um suporte poderoso na identificação e ordenação de informações gráficas essenciais, e assim, métodos convenientes e padronizados de organização do modelo podem ser estabelecidos. A habilidade de selecionar combinações de elementos do projeto para visualização simultânea permite um grande controle sobre as informações gráficas em estudo. A associação de elementos em grupos ou blocos permite a modificação de componentes em qualquer escala. Uma vez que o material gráfico de outras fontes pode ser facilmente incorporado no modelo e o material gerado no processo de projeto corrente pode ser útil em um trabalho futuro, um sistema de armazenamento crescente de componentes do modelo em uma biblioteca deve ser desenvolvido e padronizado (Jacobs, op. cit.).

Geralmente, os programas CAD possuem boa compatibilidade, mas são necessários alguns ajustes ao se migrar de um programa a outro de diferentes fabricantes. Outro problema observado no mercado de trabalho é o método variado de uso dos programas CAD pelos profissionais. Segundo Corbioli (2002), o desconhecimento da utilidade de uso dos Layers, da inserção de dados na forma de arquivos referenciados e a grande variedade de denominações usadas para definir cada elemento do projeto trazem dificuldades operacionais quando o projeto passa de um profissional a outro e a integração do trabalho é prejudicada.

Neste sentido, a Asbea (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura) iniciou em 2000 um trabalho que visou criar diretrizes gerais para intercambialidade de projetos em CAD para proporcionar uma integração entre projetistas, construtoras e clientes. Estas diretrizes apontam para a padronização de layers, diretórios, arquivos e nomenclatura, e uma definição dos responsáveis em todas as atividades de projeto.

Algumas vantagens e desvantagens do uso de técnicas de computação gráfica no processo de projeto foram apontadas neste item, mas é importante entender como esta tecnologia foi efetivamente absorvida nos processos de projeto de arquitetura e que características estes projetos apresentam, assuntos que são abordados no próximo item.

3.3. Projetos de Arquitetura com Uso de Técnicas de Computação Gráfica

Desde a invenção e aperfeiçoamento da tecnologia computacional gráfica na década de 50 suas aplicações têm sido testadas e discutidas como instrumento de auxílio ao processo de projeto de arquitetura. Inicialmente, o uso da computação gráfica se restringia a representar o edifício pré-concebido em desenhos ortográficos e perspectivas. O segundo momento é caracterizado pelo uso da computação gráfica na viabilização construtiva de experimentações materializadas em maquetes físicas e digitais. E o terceiro momento caracteriza-se pelo processo de projeto que toma partido das virtudes tecnológicas da computação gráfica e do ciberespaço para a sua concepção.

O Museu Guggenheim de Bilbao (1997), obra do arquiteto norte-americano Frank O. Gehry, pode ser considerado um marco da afirmação do segundo momento da utilização da computação gráfica em arquitetura, juntamente com projetos de arquitetos como Peter Eisenman, Eric Owen Moss, Stephen Holl, Zaha Hadid, Rem Koolhaas, entre outros. Apesar de a tecnologia computacional ter servido somente como um instrumento de resolução das possibilidades criativas surgidas ao longo do processo de projeto e na sua viabilização construtiva, o reconhecimento de suas potencialidades se deu nestas aplicações localizadas e abriu maior espaço para a sua exploração. Philip Jodidio (1996) afirmou que além do talento dos arquitetos contemporâneos e da abertura de espírito dos seus clientes, a tecnologia CAD teve um papel fundamental na realização de suas obras.

“A utilização generalizada do CAD (projeto assistido por computador), que já começou a alterar substancialmente o tipo de construção, é outro elemento significativo da mudança. Esta tecnologia, cada vez mais acessível e cômoda, facilita não só o estabelecimento dos planos nos seus aspectos técnicos, mas também permite aos arquitetos a exploração de possibilidades inéditas de novas formas. Esta revolução tecnológica irá ter uma influência crescente na arquitetura dos próximos anos”.

Jodidio, 1996.

Para Jodidio (op. cit.), estes projetos representam não só uma nova linguagem arquitetônica, mas também uma ruptura com o processo de projeto vigente no passado, que não mais se baseia em uma preocupação extremamente racionalista, modulada e bidimensional, que se beneficia e atende à produção em série industrializada, mas busca uma exploração inédita de possibilidades através de abordagens pluralistas, heterogêneas e tridimensionais, por vezes consideradas individualistas, mas que demarcam o inconformismo e a busca de um caminho próprio.

A utilização dos programas CAD permitiu auxiliar esta busca e direcionamento experimental. A tecnologia computacional gráfica se desenvolveu junto com experimentações como estas, estando hora auxiliando, hora sendo aperfeiçoada em um amplo processo de desenvolvimento. Alguns projetos que fizeram uso desta tecnologia têm sido atualmente caracterizados como portadores de uma estética digital, como ressaltado por García (1998).

“(...)os arquitetos de vanguarda, habitualmente contidos no "deconstrutivismo" como Gehry, Eisenman, Hadid, Portzamparc, Morfose, etc. são evidentemente tributários de uma estética digital [García:1997]. Em alguns casos, eles surgiram longe das tecnologias computacionais,

mas suas geometrias com expressões complexas e agudas os forçaram a usar sistemas avançados de representação. Até mesmo no momento vários deles exibem modelos computacionais iniciais ou pregam uma gestação absoluta do projeto no computador”.

García, 1998 (Tradução do autor).

No processo de concepção do Museu Guggenheim de Bilbao (projeto de 1991 a 97), Frank Gehry reafirmou sua abordagem da arquitetura como expressão artística, sugerindo formas esculturais e magnitude espacial. A aproximação entre arquitetura e arte fica evidente nos projetos de Ghery, que esclareceu como chegou a este processo.

“Os meus amigos artistas, como Jasper Johns, Bob Rauschenberg, Ed Kienholz e Claus Oldenburg, trabalharam com materiais baratos – aparas de madeira e papel – e conseguiram criar beleza. Estes pormenores não eram superficiais, as suas propostas eram diretas, e fizeram-me refletir sobre o que era realmente a beleza. Optei por utilizar técnicas que tinha à mão, trabalhar com os operários, e converter as suas limitações numa virtude. Analisei os novos materiais de construção para tentar conferir-lhes um sentimento e um espírito de forma. Ao tentar encontrar a essência da minha própria expressão, imaginava que era um artista de pé em frente da sua tela branca, a decidir qual seria o meu primeiro movimento”.

Gehry (Jodidio, 1996).

O processo de projeto do Museu de Bilbao foi marcado pelo uso de maquetes experimentais, que permitiu a Gehry explorar diversas possibilidades esculturais da arquitetura, articulando diferentes materiais e formas complexas. A viabilidade construtiva da maquete experimental só foi possível com o apoio do programa computacional gráfico CATIA, concebido pelo construtor de aviões francês Dassault para desenhar as superfícies curvas de aviões de combate.

“Frank Ghery, conjugando a sua própria tendência para a arte – especialmente a escultura – a um instrumento de informática de grande potência, abre novos horizontes. Onde dantes a economia de fabrico impunha aos arquitetos planos geométricos e lineares, o aparecimento da tecnologia da informação e as capacidades de realização daí resultantes fazem com que quase todos os tipos de projetos sejam possíveis”.

Jodidio, 1996.

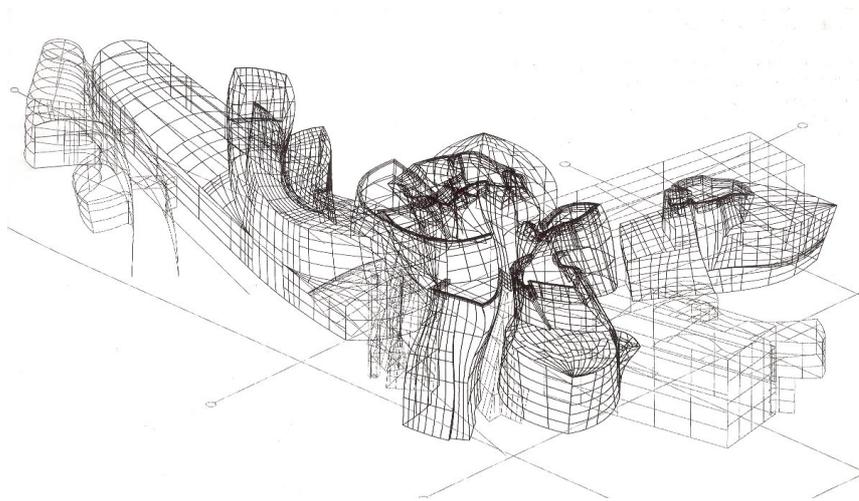


Fig. 07: Modelo tridimensional do Museu Guggenheim de Bilbao no programa Catia.



Fig. 08: Museu Guggenheim de Bilbao na Espanha, arquiteto Frank O. Gehry.



Fig. 09: Interior do Museu Guggenheim de Bilbao.

A arquiteta iraquiana Zaha Hadid ficou famosa com os diversos concursos que ganhou no início de sua carreira, mas não tinha obras concluídas. A partir da construção do seu projeto do Corpo de Bombeiros da Fábrica Vitra na Alemanha em 1993, esta situação mudou bastante com a conclusão de várias obras suas pelo mundo, entre as quais se destacam a Estação Intermodal Estrasburgo na França, a Rampa de Esqui de Innsbruck na Áustria e o Centro Rosenthal de Arte Contemporânea em Cincinnati nos Estados Unidos.

“Em suas obras notamos uma idéia de confronto, colisão, um impulso a partir dos resultados reais e existentes na cidade uma vontade de estabelecer novas relações através de formas instáveis, de uma geometria instigante, a favor de ser, antes de tudo, ‘novo’ (lembramos Baudelaire? Nietzsche?). Um impulso imperativo de estabelecer-se frente a uma sociedade em transformação, mediante as angústias resolutas do ato de construir e transformar cidades e, sobretudo, comunicar o valor de uma arquitetura que desafie convenções preestabelecidas para compartilhar com as transformações do homem uma atitude que busca no ‘novo’ elementos para a resolução concreta de problemas por vezes abstratos mas indiscutivelmente reais”.

Medrano, 2004.

Seus projetos são caracterizados pelo uso de deformações, justaposições e estratificações, que levaram a uma associação à legenda “deconstrutivista”, e respondem a um desejo de traduzir os espaços em uma realidade autônoma, fragmentada, instável e contrastante. O edifício é responsável pela criação de uma nova realidade, repleto de situações internas que devem ser descobertas através de um percurso gradual, onde as experiências isoladas são mais importantes do que a compreensão do todo. A arquiteta associa sua abordagem da arquitetura a uma interpretação da vida contemporânea delineada pelas transformações sociais, tecnológicas e sensitivas, onde os usos estão misturados e o espaço mostra-se em constante mutação. Zaha Hadid mostra a importância de redefinir os programas arquitetônicos e pertence a um grupo de arquitetos que busca novas atitudes em relação ao desenho da arquitetura. Na concepção da arquitetura, ela investiga a situação urbana para criar uma estruturação que organize a proposta (Medrano, 2004).

Os desenhos e pinturas que são desenvolvidos ao longo do processo de projeto, e que fazem parte da sua apresentação, mostram uma especulação abstrata e subjetiva nas relações que a arquitetura definirá e são entendidos como algum tipo de pesquisa. Em entrevista, Hadid afirmou que através de uma variedade de desenhos podem-se descobrir algumas coisas no projeto que de outra maneira não

seria possível e que eles não servem somente como apresentação, mas devem ser usados fundamentalmente como instrumento de investigação. Segundo ela, as cores, por exemplo, não devem ser usadas somente como elemento de decoração, pois elas transmitem também, de alguma maneira, um sentido de temperamento do lugar (Isozaki, 1986). Este posicionamento reforça o entendimento processual do projeto de arquitetura e dos meios de representação como ferramentas de exploração criativa no campo subjetivo e objetivo.

A utilização maciça do desenho no processo de projeto da arquiteta foi mais tarde complementado pelo uso de técnicas de computação gráfica e modelos físicos na mesma abordagem, como pode ser observado no projeto vencedor de concurso do Centro de Ciência em Wolfsburg, Alemanha, em 2000. O prédio, apesar da aparência complexa e estranha, possui um sistema estrutural organizado. Ele finaliza uma seqüência de importantes centros culturais, projetados por Aalto, Scharoun e Schweger, e é também elemento de ligação com o Centro de Automóveis da Volkswagen. O edifício se comunica com o exterior através de múltiplas linhas que descrevem a trajetória de pedestres e veículos, induzindo o visitante a ingressar no seu interior. O térreo tem elevado grau de transparência e porosidade, enquanto o grande volume de exposições elevado é suportado por cones estruturais de concreto. Um elemento vazado que se desenvolve dentro desta área permite vistas diagonais de diferentes níveis, enquanto volumes em destaque acomodam outras funções do centro de ciência (Serapião, 2004).

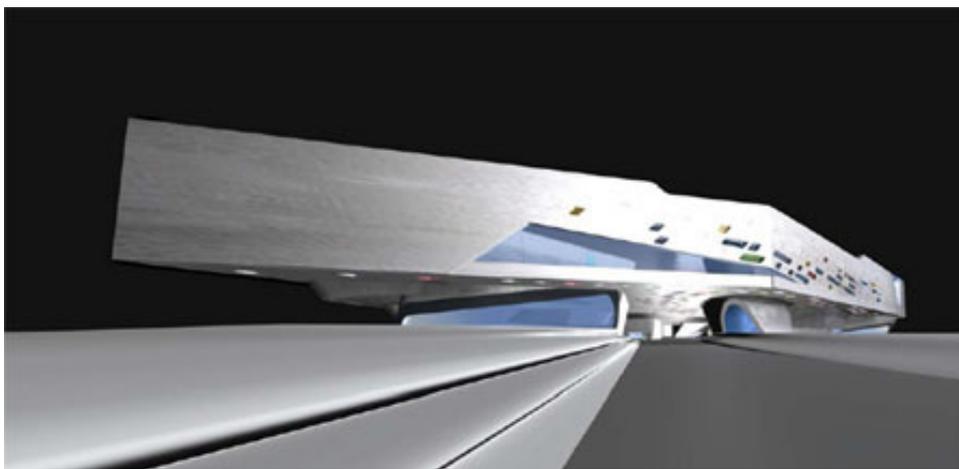


Fig. 10: Modelo tridimensional do Centro de Ciência em Wolfsburg.



Fig. 11: Modelo físico do Centro de Ciência em Wolfsburg.



Fig. 12: Centro de Ciência em Wolfsburg em construção.

Finalmente, no terceiro momento, o processo de projeto que toma partido da computação gráfica e suas características. O resultado desta abordagem pode ser observado em projetos que apresentam geometria computacional, engenharia estrutural avançada, desenvolvimento e uso de novos materiais, novas técnicas construtivas e uma arquitetura dinâmica, não mais reconhecida por formas estáticas. Mas deve-se observar que não é só em inovações formais que a informática tem exercido influência. Mudanças no modo de vida, nas relações de trabalho, na cultura e na sociedade, condicionadas pelas facilidades de comunicação proporcionadas pela Internet são discutidas em todo o mundo. O meio digital, não-material, e a importância da imagem na sociedade vêm ganhando destaque e provocando

questionamentos e reflexões sobre a transformação da materialidade real e o seu significado.

“O presente estado de nossa situação urbana não pode ser somente guiada por sua infraestrutura e orientação física. Nosso ambiente deve ser entendido como um organismo em crescimento, influenciado por cada vetor definindo nossa sociedade. Novas tecnologias, assim como a viabilidade global e instantânea da informação, não somente transformam nossa vida diária e rotina, mas também redefinem a própria noção de cidade. Reconhecendo as estruturas urbanas como orientadas ao processo, não-estáticas, estes ambientes fluidos requerem uma arquitetura experimental e que atenda a todos, que é física, virtual e dinâmica”.

Holleim, 2002 (Tradução do autor).

As demandas impostas pelas diversas formas da tecnologia digital vêm alterando a arquitetura e o urbanismo, desde o surgimento de novas tipologias e configurações dos edifícios que incorporam os espaços destinados ao acesso à Internet, passando por alterações no processo de projeto e modo de produção do espaço, até a descentralização de atividades como o trabalho, que irá trazer, a longo prazo, um impacto maior no ambiente urbano e seu planejamento (Baltazar, 2004). Este novo cenário vem impondo reconhecidamente novas demandas à arquitetura.

“(…)pode-se dizer que existe claramente uma mudança social propiciada pelas tecnologias digitais, porém tal mudança não tem reflexos óbvios e explícitos no espaço arquitetônico tradicional. Faz-se necessário repensar a arquitetura questionando seus princípios espaciais afim de entender novas possibilidades de trabalhar as demandas impostas pela sociedade na era digital. Algumas questões já claramente apontadas como demandas para a arquitetura são a desestabilização da relação espaço/tempo, a dinamização do espaço, o privilégio das dimensões de tempo e comportamento sobre as 3 dimensões do espaço, a projeção do processo e não do produto, a continuidade processual do diagrama além do visual, e a desmaterialização de conectividade e interação social do edifício (considerado uma entidade entre objeto e sujeito, entre evento e substância)”.

Baltazar, 2004.

Os impactos no processo de projeto têm sido notados em iniciativas de escritórios de arquitetura que se destacaram por incorporarem a tecnologia digital em uma abordagem processual, além da ferramenta de representação, admitindo suas características, seus potenciais e projetando a partir deles. Arquitetos como Greg Lynn, Lars Spuybroek, Hani Rashid, Alejandro Zaera Pólo e Marcos Novak, entre outros, assumiram estas novas demandas da arquitetura e apresentaram resultados inovadores em seus projetos.

O arquiteto Lars Spuybroek, diretor do escritório holandês NOX, projetou em 1997 a instalação Fresh Water Pavillion, um exemplo que marcou a descoberta desta nova maneira de pensar a arquitetura. O Pavilhão da Água é um espaço construído na ilha

artificial de Neeltje Jan na Holanda destinado a alojar uma exposição permanente sobre a importância da água no planeta terra, apresentando de maneira não-didática as várias possibilidades de experiência da água e de seus efeitos sensoriais e estéticos. Os profissionais envolvidos no projeto concluíram que o edifício da exposição e a exposição em si deveriam ser um único objeto, uma arquitetura constituída por ambientes ativados sensorialmente, completamente informatizados e interativos, onde a forma e o conteúdo estivessem intimamente relacionados. O planejamento arquitetônico resultou em dois espaços distintos, porém interligados: o Pavilhão da Água Doce, projetado pelo grupo NOX e o Pavilhão da Água Salgada, projetado pelo escritório Oosterhuis (Silva, 2005).

Os arquitetos do grupo NOX conceberam uma arquitetura de volumetria disforme, alongada e fluída, que em conjunto com o outro pavilhão faz lembrar um microorganismo gigante avançando em direção ao mar. Constituído de ambientes informatizados, o espaço envolve completamente os sentidos do visitante e com a sua interação ele é alterado temporalmente, incluindo o fator tempo e comportamento nas dimensões do espaço. Sua geometria não é caracterizada por linhas horizontais ou verticais e está em um constante estado de transformação e variação. A interação com os usuários ocorre através de sensores de presença que ativam elementos móveis como o piso e superfícies curvas e ondulantes, dispositivos de projeção de imagens aquáticas animadas, efeitos luminosos especiais e som eletrônico, simulando o efeito de ondas sempre que as pessoas passam (Silva, op. cit.).

Os integrantes do grupo NOX vêm de uma formação profissional intimamente vinculada ao desenvolvimento das tecnologias de comunicação e informação e do uso de programas computacionais gráficos no planejamento arquitetônico. Com o advento da computação gráfica, eles começaram a utilizar as técnicas de animação infográfica digital, proporcionando mudanças nos procedimentos de representação e de criação do espaço arquitetônico fundamentadas em princípios e procedimentos projetuais que entendem a arquitetura como um espaço animado e interativo. Além de projetos de arquitetura, o grupo produz interiores, objetos, instalações multimidiáticas, vídeos e textos diversos, compondo uma produção híbrida que

explora diversas possibilidades de criação no campo da arquitetura e em seu cruzamento com outras linguagens (Silva, 2005).

“NOX tem uma das abordagens mais inovadoras e bem sucedidas de processo de projeto. Já com uma grande experiência de uso do software MAYA, eles trabalham com a animação do programa arquitetônico, o que Spuybroek chama de "machine diagram", considerando que o arquiteto toma decisões com base visual, porém se ele experiencia o diagrama de movimento, essa decisão visual vai ser seguramente influenciada pela experiência "corporal" dinâmica, e não apenas pela experiência tridimensional estática. Spuybroek enfatiza a necessidade de se considerar no processo tanto extensividades quanto intensividades”.

Baltazar, 2004.



Fig. 13: Fresh Water Pavillion, do grupo NOX.

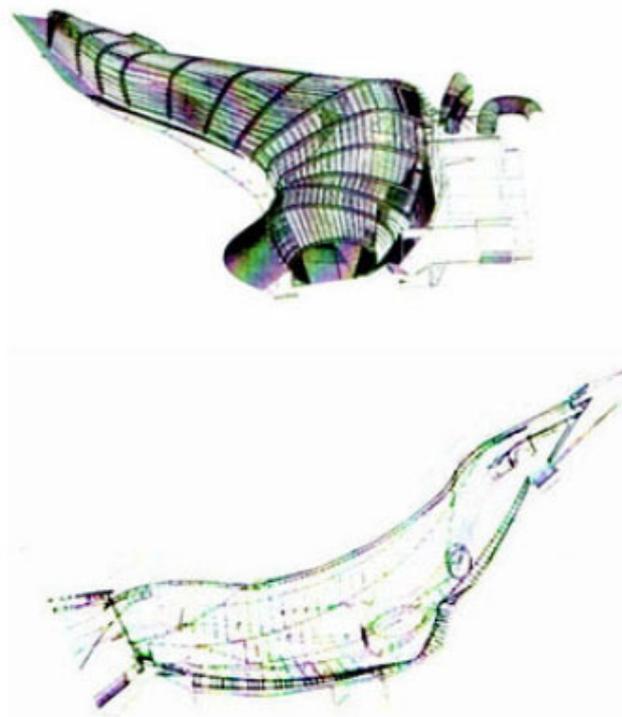


Fig. 14: Perspectiva e planta do Fresh Water Pavillion.

A proposta da Casa Embriológica de Greg Lynn, bacharel em arte, filosofia e design com especialização em arquitetura, tem se destacado na discussão contemporânea sobre arquitetura com uso de computação gráfica. A concepção de Lynn procurou inverter o conceito da casa genérica concebida como uma montagem de kit de partes padronizadas e pré-definidas produzidas em massa pela indústria da construção civil. Segundo Lynn (2002), a saturação progressiva do uso destes modelos e o avanço tecnológico geraram buscas por temas como identidade e variação, personalização e continuidade, fabricação e montagem flexível, presentes no pensamento contemporâneo. A Casa Embriológica é uma estratégia para responder a estas necessidades com uma grande ênfase na beleza contemporânea e estética voluptuosa de superfícies onduladas (Lynn, 2002).

Greg Lynn utilizou técnicas de computação gráfica no processo de projeto da Casa Embriológica para definir as variações de forma e tamanho das superfícies. Ela é composta por mais de 2048 painéis que estão interligados, de maneira que as mudanças em um dos painéis são transmitidas para todos os outros. Assim, cada painel possui uma forma e tamanho único com possibilidades de variações infinitas, mas mantém uma relação direta com os painéis vizinhos. Através deste sistema rigoroso de limites geométricos é possível explorar variações infinitas, proporcionando uma sensibilidade genérica comum a qualquer Casa Embriológica, enquanto ao mesmo tempo nunca duas casas são idênticas (Lynn, op. cit.).

Esta característica permitiu criar um objeto que responderá formalmente às informações particulares das situações que envolvem o projeto, se adaptando ao local, ao clima, às funções, aos materiais e métodos construtivos, efeitos espaciais, efeitos estéticos especiais e estilo de vida de seus habitantes. O resultado é um volume definido por superfícies curvas de geometria suave. As aberturas de portas e janelas respeitam a curvatura dos painéis e cada protuberância ou concavidade é discretamente integrada na superfície. A fabricação das peças é possível através de computação robótica que coordena máquinas que geram alumínio martelado por pistão, corte com esguicho de água de alta pressão, elevador de molde de fibra de vidro flexível e painéis de resina, plástico roto-moldado, plástico PETG formado por vácuo, entre outros (Lynn, op. cit.).

Apesar de uma abordagem excessivamente formalista, Lynn inaugura uma nova atitude frente ao processo criativo, marcado pela utilização das inovações tecnológicas da representação do projeto às técnicas construtivas, explorando a possibilidade de controlar variações dentro de um mesmo sistema gráfico e espacial, e põe em discussão importantes temas contemporâneos, como a busca por uma identidade marcante em oposição ao processo de massificação beneficiado pela indústria.

Além de ser considerado vanguarda na prática de projeto, o magistério começou desde o início na carreira de Lynn, como parte integral do seu processo criativo, o que contribuiu para o desenvolvimento de um processo pedagógico inovador que envolve o trabalho dos estudantes em um processo colaborativo com o seu próprio trabalho, assim como os estudantes abordam a inovação tecnológica em suas realizações (Lynn, 2002).

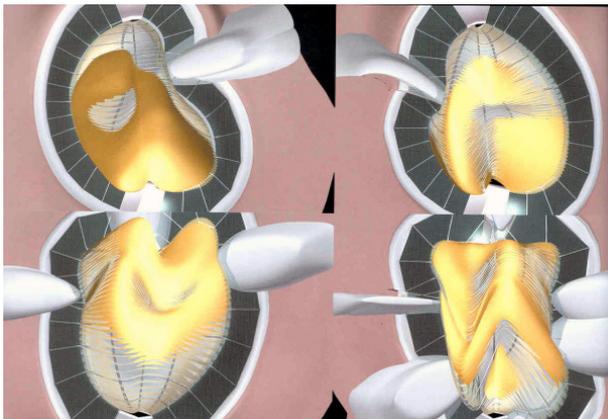


Fig. 15: Variações do modelo digital da Casa Embrionológica.

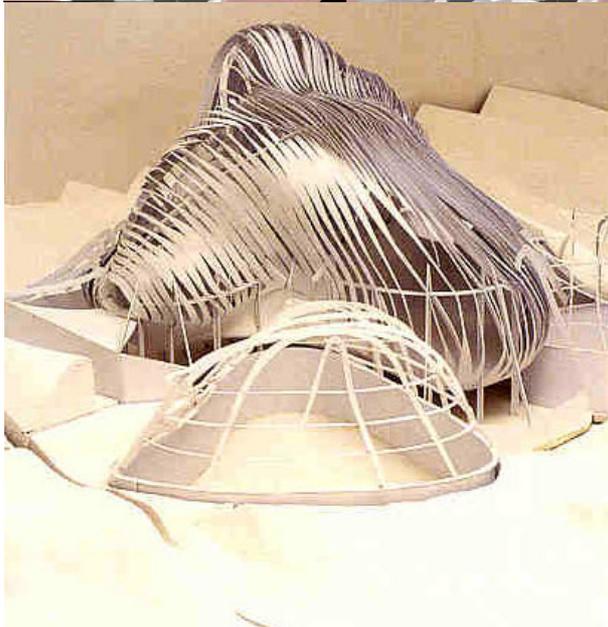


Fig. 16: Protótipo da Casa Embrionológica.

3.4. A Experiência do Projeto do Museu da Tolerância da USP

Durante o período desta pesquisa, surgiu no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC a oportunidade de participar de dois concursos de projeto de arquitetura com o professor Américo Ishida e experimentar em ambos um processo de projeto que utilizasse amplamente croquis, maquetes físicas de estudo e técnicas de computação gráfica como instrumentos de apoio ao processo criativo de projeto. O primeiro deles, o projeto do Museu da Tolerância da USP, é descrito a seguir, juntamente com uma análise da contribuição do seu processo de projeto a esta pesquisa.

O Concurso Público Nacional de Projeto de Arquitetura para a sede do Museu da Tolerância da Universidade de São Paulo promovido pela Universidade de São Paulo e organizado pelo Instituto de Arquitetos do Brasil – Departamento de São Paulo, teve por objetivo selecionar a solução arquitetônica mais adequada, com total liberdade de proposição, desde que obedecesse às indicações e determinações dos documentos de referência. O Museu da Tolerância deveria ser um espaço agregado ao Laboratório de Estudos sobre a Intolerância da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (LEI), com o objetivo de dar a conhecer os resultados das pesquisas desenvolvidas no Laboratório e nos centros de pesquisa congêneres nacionais e internacionais à sociedade brasileira, em especial aos estudantes e professores dos diferentes níveis de ensino.

A área destinada ao projeto está situada na Avenida Professor Lineu Prestes, na altura do n. 338 na Cidade Universitária de São Paulo. O programa de necessidades previa uma área construída total de 5200m² em no máximo 4 pavimentos mais subsolos, composta pelos seguintes ambientes: exposições, biblioteca e laboratórios, auditório, salas de cinema e salas de aula, administração, serviços, ambientes de apoio e complementares.

O partido se fundamentou na percepção de um eixo que surge da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, atravessa os edifícios da Faculdade de História e Geografia, da Faculdade de Filosofia e Ciências Sociais e atravessa o terreno. Mesmo que não seja claramente percebido, este eixo tornou-se um elemento

estruturador da proposta, baseado em um entendimento da arquitetura não somente como objeto, mas como relações que motiva.

O eixo principal, de caráter lúdico e simbólico, foi cortado por um segundo eixo ortogonal, responsável por definir e articular as diferentes atividades do museu em diferentes níveis. Deste modo, este segundo eixo separou e organizou as atividades, colocando de um lado os espaços de exposições, palestras, filmes e café-restaurante, que acolhem um público mais amplo e ocasional, e de outro lado os espaços para aulas, laboratórios, biblioteca, atividades administrativas e de desenvolvimento de projetos, abrigando um público contínuo, em atividade de pesquisa e trabalho.

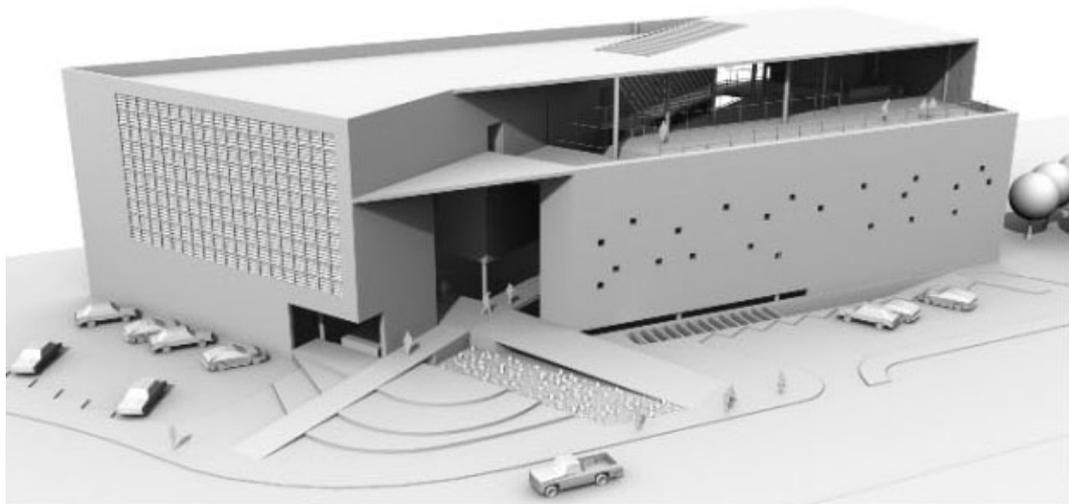


Fig. 17: Perspectiva geral do Museu da Tolerância.

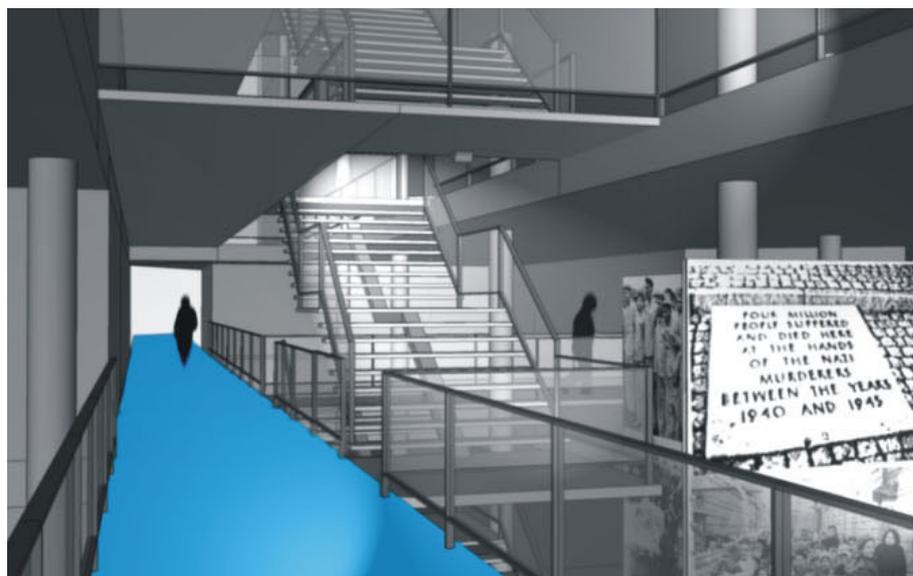


Fig. 18: Perspectiva interna eixo de distribuição horizontal e vertical.

A equipe de projeto, composta pelo professor Américo Ishida, arquiteto Bruno Ribeiro Fernandes e três alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, buscou trabalhar em conjunto através do diálogo na busca de soluções em um processo marcado por diferentes percepções até a convergência das idéias, de onde resultou o projeto, um processo do geral ao particular. A mistura de diferentes modos de trabalho e meios de expressão, marcadamente os croquis, os desenhos projetivos esquemáticos e as maquetes de estudo física e digital, trouxeram uma riqueza de idéias, uma amplitude de simulações e a possibilidade de diferentes análises das diversas soluções propostas.

Os diferentes instrumentos de representação da arquitetura foram utilizados como agentes de suporte ao processo criativo e permitiram um processo de projeto caracterizado pela experimentação, ora apoiado nas maquetes físicas, ora nas maquetes digitais, ora nos desenhos, absorvendo as qualidades de cada um no momento da expressão das idéias. As relações entre as diferentes linguagens e a ênfase dada à expressão tridimensional das soluções trouxeram uma nova abordagem ao processo de projeto, marcado pelo diálogo dos projetistas com as idéias e destas entre si, o que permitiu uma compreensão das facilidades que cada instrumento proporcionou.

Os croquis de perspectivas e desenhos projetivos esquemáticos como plantas baixas, cortes, fachadas e detalhes construtivos participaram ativamente do processo, sendo correntemente utilizados na apresentação das idéias, criando uma ponte com o discurso que permitia um diálogo imediato da idéia com a representação, em um processo contínuo de criação. A característica de facilidade de representação e visualização imediata que este recurso proporciona torna-o indispensável a qualquer processo de projeto, no entanto, sua característica bidimensional pode limitar a expressão e o entendimento correto de idéias em formação e deve ser complementado pelas maquetes de estudo.

As maquetes físicas de estudo foram feitas de isopor e papelão, e permitiram um fácil manuseio e composição rápida de formas e espaços na escala 1/100. Seu desempenho como instrumento de projeto foi verificado na prática, tendo sido considerado fundamental ao processo de projeto do museu. Este instrumento provou

ser um meio através do qual se pode pensar o projeto e compreender melhor o impacto e as relações que o volume arquitetônico assume no terreno e entorno. Suas limitações se mostraram na questão da escala, que impede o manuseio de elementos muito pequenos e detalhados, um trabalho mais apurado no interior do projeto e também a observação de perspectivas do ponto de vista do usuário, externa e internamente.

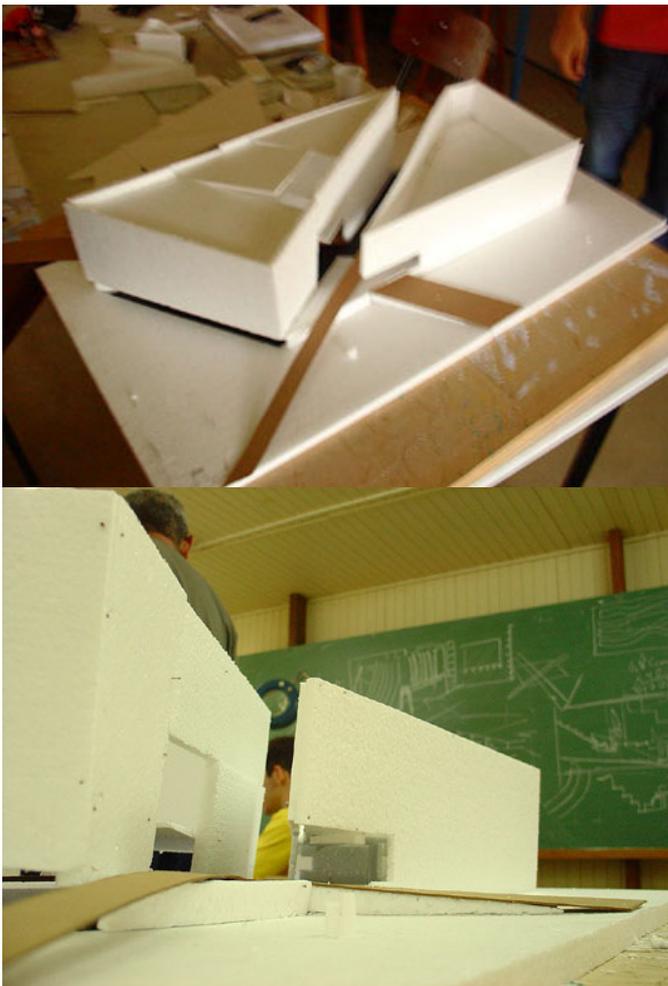


Fig. 19 e 20: Maquete de estudo de isopor e croquis no quadro-negro ao fundo.

As maquetes digitais de estudo permitiram explorar aspectos do projeto que de outra maneira não seria possível. O processo de construção destas maquetes permitiu testar diversas alternativas compositivas e simular situações que podiam ser visualizadas de qualquer ângulo, em transparência, com os revestimentos aplicados nas superfícies, criar animações de fruição do espaço, entre diversos outros recursos disponíveis.

Com a confirmação da viabilidade destas possibilidades de simulação, foi verificada a eficiência do uso destes modelos, que se tornaram um diferencial em relação aos

outros instrumentos, pois permitia construir tridimensionalmente todo o modelo, o que trouxe um entendimento e busca de soluções do projeto como um todo, podendo a qualquer momento analisar também os desenhos em projeção. Suas desvantagens foram apontadas no maior tempo de criação dos modelos tridimensionais, uma menor aproximação imediata com o projeto e em uma limitação no seu entendimento, já que os modelos são sempre visualizados na tela bidimensional do monitor. No entanto, a integração dos instrumentos de representação no processo de projeto permitiu que a lacuna que cada instrumento deixava, cada limitação observada, fosse preenchida pelos recursos do outro, o que demonstrou a importância do domínio dos vários instrumentos pelos integrantes da equipe de projeto.



Fig. 21: Maquete digital de estudo do Museu no programa SketchUp.

Os programas computacionais gráficos utilizados durante o processo de projeto do museu foram o SketchUp 5 para a criação dos modelos tridimensionais e o AutoCAD 2004 na confecção dos desenhos bidimensionais. Para as etapas de refinamento do modelo tridimensional, aplicação de texturas, iluminação, geração de perspectivas e renderização das imagens foi utilizado o 3DStudio Max 6. Para o melhoramento e refinamento das imagens foi utilizado o Photoshop 7 e para a confecção final das pranchas de apresentação do projeto foi utilizado o Corel Draw 11.



Fig. 22: Perspectiva frontal do Museu da Tolerância – imagem final.



Fig. 23: Prancha do Museu da Tolerância apresentada no concurso.

O projeto de arquitetura do Museu da Tolerância da USP trouxe grandes contribuições a esta pesquisa e reafirmou as possibilidades de apoio que a utilização dos instrumentos de representação tridimensional digital e física apresenta ao processo de projeto. A experimentação proporcionada no concurso esclareceu pontos cruciais do processo de projeto, que foram refletidos na definição da pedagogia do uso de técnicas de computação gráfica em projetos de arquitetura, assunto que será abordado no próximo capítulo.

CAP. 4 – EXPERIÊNCIAS PEDAGÓGICAS EM PROJETO E TÉCNICAS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA

O quarto capítulo identifica experiências pedagógicas no relacionamento das disciplinas de projeto de arquitetura e de técnicas de computação gráfica. Apresenta, também, um estudo mais detalhado do processo de ensino/aprendizagem e uso das técnicas de computação gráfica em projetos no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC.

4.1. A Pedagogia de Projeto e do Uso de Técnicas de Computação Gráfica

As origens do Ensino de Arquitetura remetem à École de Beaux-Arts de Paris no século XIX, que utilizava um processo de aprendizagem centrado no que era entendido por Arquitetura naquela época. Este modelo, que ficou conhecido como academicista, foi usado em todo o mundo por mais de um século e meio. A abordagem do ensino de projeto tinha um caráter dedutivo, era avaliado como um objeto estético sem um terreno real, o projeto seguia regras de composição rígidas de organização dos espaços e volumes, a planta tinha primazia sobre o volume tridimensional por razões de praticidade no domínio do objeto e seu desenvolvimento deveria seguir o rigor dos estilos ou do ecletismo, entre outras características (Martinez, 2000).

A necessidade de libertação da imposição dos estilos trouxe uma revolução na arquitetura no século XX, gerando um novo modelo de ensino submetido pela Bauhaus, conhecido como racionalista. A base deste modelo é a prioridade na configuração funcional do projeto, levando a um processo que conduzia da função à forma. Dos novos padrões esquemáticos recorria-se ao uso de tipologias que traziam novas possibilidades formais, desta vez buscando inspiração nas formas artísticas consideradas contemporâneas, como o cubismo, neoplasticismo, construtivismo etc (De Fusco *apud* Martinez, *op. cit.*). No entanto, o método de projeto não sofreu uma revolução, trocando a importância formal pela funcional, ele permanecia semelhante na maneira de projetar.

No atual modelo didático seguido pelas Escolas de Arquitetura, observa-se a predominância de uma abordagem híbrida entre os dois enfoques, buscando articular as duas formas de projetar (Martinez, 2000). Como espinha dorsal do curso as disciplinas de projeto oferecem o ensino da prática de projeto, a atividade essencial do arquiteto. O ensino destas disciplinas é caracterizado pela simulação de uma situação real, onde os estudantes irão desenvolver estudo preliminar e anteprojeto para um cliente fictício em terrenos reais da cidade, sob orientação e avaliação docente considerando as inúmeras variantes e particularidades de cada situação. A disciplina de projeto é um espaço de treinamento onde se exercitam habilidades adquiridas nas outras disciplinas, mas também um espaço de aquisição de outros conhecimentos e habilidades (Silva, 1996).

O arquiteto e professor Alfonso Corona Martinez (2000), relatando sua experiência docente desde 1958 na Argentina, afirmou a importância da utilização das maquetes de estudo na expressão tridimensional das idéias no processo de projeto. As maquetes experimentais ou maquetes de estudo, são modelos físicos feitos de materiais como massa, argila, isopor e papelão que permitem flexibilidade e facilidade de criação tridimensional, análise e modificação de soluções projetuais que os desenhos não permitem. Esta busca pode ser entendida como uma tentativa de libertação das convenções bidimensionais que aprisionam a criatividade (Martinez, 2000). Atualmente, este esforço pode ser também observado em algumas correntes do meio acadêmico e no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, onde estas maquetes são chamadas de Mock Up (Ishida e Pousadela, 2003). Desta maneira, o processo criativo de projeto é fruto de um modelo tridimensional explícito e transmissível, e, neste sentido, o uso de técnicas de computação gráfica pode servir como um importante aliado.

No entanto, a entrada do uso das técnicas de computação gráfica na disciplina de projeto não ocorreu de maneira simples devido a diversas dificuldades encontradas no ambiente de ateliê e pela própria complexidade característica da disciplina.

“O projetar é um processo de integração, organiza-se e busca incorporar conhecimentos práticos e teóricos. Parte do processo é experimental, mas também procura a síntese e a conclusão, assim o meio onde este se realiza busca a amplitude, tanto do espaço físico destinado para o ato projetual, quanto do ambiente gráfico de trabalho (entende-se ferramentas, suportes e modelos), não devem ser restritos. Aprender projeto é uma atividade complexa, que

trabalha com dificuldades anteriores à inserção dos computadores nas escolas, e que não está vinculada apenas às disciplinas específicas de projeto, mas a união de muitos conteúdos”.

Duarte, 2003.

O processo de estabelecimento do uso das técnicas de computação gráfica na disciplina de projeto ocorreu através da representação gráfica para apresentação dos projetos, do mesmo modo e com os mesmos problemas que ocorreram no mercado de trabalho. Este processo trouxe grandes dificuldades aos professores de projeto, pois não houve uma preparação do ambiente do ateliê que buscasse uma integração e tampouco uma correta abordagem da disciplina de informática que situasse as reais possibilidades e limitações do seu uso no processo de projeto.

No currículo mínimo do Curso de Arquitetura e Urbanismo implantado em 1996 pelo MEC a disciplina Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo era indicada como matéria profissionalizante e obrigatória, cujo estudo “abrange os sistemas de tratamento da informação e representação do objeto aplicado à arquitetura e urbanismo, implementando a utilização do instrumental da informática no cotidiano do aprendizado”.

Esta definição resumida determinou a base de um método de ensino voltado somente para a questão da representação. A isto se somou a imposição da disciplina, que forçou muitas escolas a implantar soluções imediatistas sem maiores cuidados e reflexões, causando equívocos no processo de formação do arquiteto (Menezes, 1999).

“O ambiente resultante caracteriza-se por proibições e desconfianças, por experimentações pouco reflexivas e, o mais perigoso, pelo não acompanhamento, permitindo que o computador entre pela ‘porta dos fundos’ nos cursos de projeto. Assim, cabe ao aluno relacionar dois corpos de conhecimento: um no manuseio do conhecimento incorporado dentro do software, que é uma ferramenta menos neutra que as tradicionais; e pelo outro lado, o aprendizado de meios de obter formas e concretizar idéias arquitetônicas. Cruzam-se os aprendizados: a informática como conhecimento objetivo, ações lógicas, de fácil sistematização; e o ensino de projeto onde a objetividade e a subjetividade são necessárias para seu desenvolvimento”.

Duarte, 2003.

Outro fator preponderante nesta análise é a resistência de professores de projeto ao uso da tecnologia na disciplina de projeto. A pesquisa de mestrado de Regiane T. Pupo levantou em 2002 um panorama do uso do computador em 26 escolas de arquitetura espalhadas pelo país e entrevistou 36 professores de projeto e 30

professores de informática. Os resultados, embora não possam ser generalizados em termos estatísticos devido ao pequeno número de entrevistados, apontaram que 75% dos professores de projeto não permitem o uso de programas CAD no desenvolvimento do projeto, exigindo o uso dos instrumentos tradicionais. Os restantes 25% permitem o uso, mas enfatizam que os alunos não o utilizam como instrumento de projeto, mas como ferramenta de representação gráfica.

A metade dos professores entrevistados se mostrou insatisfeito com as aplicações do computador como instrumento de projeto, relatando que os alunos não conseguem ter uma visão crítica e mostram um entendimento superficial e simplista do processo. No entanto, para 77% destes professores o computador não é limitador da criatividade na concepção do projeto. Com relação à disciplina informática aplicada à arquitetura, a autora apontou que em 61% dos casos existe uma integração da disciplina com outras do curso e enfatiza que à medida que os alunos vão aprendendo a trabalhar no computador, vão transferindo seus trabalhos de projeto para o meio digital (Pupo, 2002).

4.2. Experiências Pedagógicas em Projeto com Uso de Técnicas de Computação Gráfica

O professor Rovenir Duarte descreveu os resultados da sua pesquisa de mestrado em artigo publicado no I Seminário Nacional sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura – Projotar 2003, que apontou as diversas aproximações entre o computador e o processo de ensino/aprendizagem do projeto arquitetônico em quatro cursos de arquitetura brasileiros selecionados, que se destacaram no cenário nacional por aspectos como: o momento de inserção, o tipo de aproximação entre esta inserção e os conteúdos projetuais, o emprego híbrido de instrumentos digitais e tradicionais, as transformações dos modelos e relações com o emprego das novas ferramentas e as mudanças dos ambientes físicos e seus conceitos. Os quatro casos são descritos a seguir.

Segundo o autor, o computador pode ajudar no processo de aprendizado de projeto, na inserção de informações e na visualização e edição das propostas, mas também necessita de treino para o seu manuseio. O processo de projeto com o computador é

diferente do tradicional e ele deve ser usado onde é melhor que os sistemas convencionais, complementando-os, o que exige uma maior consciência dos objetivos de cada tarefa do processo. Em sua pesquisa, Duarte (2003) destacou quatro tipos diferentes de aproximações:

1. Informática projeto – a disciplina de informática unida com a de projeto. Consiste na interação entre disciplinas, sendo uma voltada para informática e outra aplicada ao aprendizado de projeto.
2. Informática conteúdo projetual – a disciplina de informática contém conteúdo projetual. É uma disciplina de informática que aborda alguns aspectos do processo ou conteúdo projetual.
3. Projeto conteúdo informático – a disciplina de projeto contém conteúdo informático. Identificada como uma disciplina de projeto na qual os docentes estão preocupados em trabalhar os conteúdos relacionados ao emprego do computador e do projeto integrados.
4. Projeto + computador conteúdo informatizado – os alunos utilizam computador na disciplina de projeto, mas não contém seu conteúdo. Esta opção trata de disciplinas de projeto onde os alunos fazem trabalhos com computadores, sendo que seus professores não estão preocupados com a inserção destes.

No primeiro caso, na Escola de Belas Artes de São Paulo, foi proposto que as disciplinas de Projeto de Edificações e de Informática Aplicada à Arquitetura assumissem o mesmo tema, desenvolvendo no Laboratório de Computação Gráfica o que se tinha discutido em sala de aula de projeto. A disciplina de informática avaliaria as questões técnicas da construção e o desenvolvimento de material digital, enquanto a disciplina de projeto iria avaliar as questões de projeto. Com os alunos desenvolvendo apenas um trabalho, era esperada uma maior dedicação e elaboração dos projetos, um enfoque no programa CAD não como finalidade, mas como meio, que o aprendizado partisse do tridimensional rumo à representação bidimensional, que os alunos superassem limitações formais no desenvolvimento de seus projetos, trabalhando além da circulação e da disposição dos ambientes, e finalmente um aumento das possibilidades dos alunos com menor capacidade de representação e de visualização de suas propostas. No entanto, o laboratório não tinha grande liberdade de horários para os alunos trabalharem fora das aulas e

quando eles estavam na aula de informática não contavam com um professor de projeto.

O segundo caso trata da disciplina 'Computação Gráfica para Arquitetos' da FAU-USP, uma disciplina semestral optativa com 10 anos de existência. A disciplina busca o ensino de computador não como atividade fim, mas como atividade meio, passível de ser preenchido com conteúdos e significados trazidos de outras áreas do conhecimento. Destaca-se nesta disciplina a importância que a computação gráfica tem na visualização tridimensional do espaço criado, seu papel na experimentação de múltiplas possibilidades e na ampliação do leque de opções. Mostra-se como pensar com o novo instrumento de trabalho além de sua simples operação, conjugando as capacidades criativas do projetista à grande rapidez e memória da ferramenta. Nas aulas, o aluno explora a criatividade, o desenho técnico e, finalmente, a representação tridimensional do projeto. Os exercícios abordam operações para criação, tais como: rebatimento, rotação, cópia e construção de blocos. No último exercício, uma residência unifamiliar, são modelados elementos partindo da idéia de que o edifício seja construído em um sistema de partes pré-fabricadas em argamassa armada. É construído o repertório de peças, formado por pilares, vigas, lajes, oitões, coberturas, divisórias, painéis, portas e caixilhos. O projeto é desenvolvido sobre condicionantes, tais como as operações geométricas do computador e as modulações de sistemas construtivos.

O terceiro caso trata da inserção de conteúdos relacionados com o emprego do computador na disciplina Projeto IV no sexto semestre do curso de arquitetura da UNISINOS, em São Leopoldo (RS), com início em 1996. Existem outras disciplinas no curso que tratam da informática e que visam mais a habilidade do instrumento do que o seu significado. Na disciplina, dois conceitos são destacados: a interatividade e a simulação tridimensional. A informática já é inserida no primeiro dia, junto com outros conteúdos. Na fase de preparação destaca-se a pesquisa do sítio e estudos preliminares, onde começam a surgir algumas possibilidades e diretrizes de projeto. Em três aulas no laboratório de informática, os alunos fazem a chamada 'pesquisa digital' utilizando uma série de bases de dados em plataforma GIS, banco de dados formado por fotos de edifícios existentes na área, imagens renderizadas e mapas temáticos. Os alunos começam a formular uma idéia, fazem uma análise tipológica

do entorno, e ao mesmo tempo constroem tipologias específicas do tema que vão estudar, imprimindo somente quando necessário. Quando começam a delinear as primeiras idéias, eles passam a desenvolver individualmente. Neste momento é enfatizada a importância do desenho, começando a intensificar o trabalho feito à mão. Os alunos desenhavam por cima das imagens anteriores, pintam e comparam com as cores que viram no computador e com a textura do local. Aos poucos, começam a usar o computador e são orientados cada um de uma maneira. Quando pretendem modelar uma volumetria são estimulados a inserir no contexto modelado, trabalhando em conjunto com o método tradicional.

O quarto caso não relata uma experiência em particular, aborda a utilização de computadores nas disciplinas de projeto de arquitetura quando a iniciativa parte dos alunos e os professores não levam em consideração este aspecto em sua abordagem. A análise é auxiliada pelo depoimento do professor de projeto do 3º ano da FAU-USP, Marcos Acayaba. Segundo ele, não existe neutralidade nos comandos usados, os objetos que os projetistas criam possuem grandes possibilidades de serem iniciados a partir do repertório dado pelo programa. Assim, é necessária a consciência do valor da idéia condutora e de sua transcendência sobre a ferramenta, exigindo o acompanhamento do professor no desenvolvimento do aprendizado. Subestimar, como supervalorizar o significado da mudança de uma ferramenta é perigoso. Acayaba observou que os alunos freqüentemente usam computadores, com mais de 4/5 dos alunos entregando os resultados finais desenhados em computação gráfica.

Segundo relato do professor Acayaba, a grande maioria dos alunos usa o computador apenas para passar o produto final para o AutoCAD, talvez porque este programa não é o mais indicado ao processo de projeto. É aproveitada sua grande capacidade de edição, facilidade para desenhar, rebatimento, cotas, edições, mas apenas isto. Outras vezes os alunos se perdem nas rotações, como os alunos se perdiam usando esquadros de 45º, nos rebatimentos e outros comandos. Ressalta que o emprego de modelos tridimensionais pode ser um processo útil para a verificação das propostas, criando perspectivas e controlando as proporções. Acayaba afirmou que seria interessante poder trabalhar com o aluno utilizando o computador, onde o professor poderia, com sua experiência e com o auxílio da

ferramenta, mostrar situações e variáveis no projeto. No entanto, ressalta que as coisas não se excluem, o desenho à mão é imprescindível.

Duarte concluiu o artigo com uma análise de cada caso. No caso 1, concluiu-se que os alunos tinham pouca compreensão do universo digital e limitavam-se a reproduzir uma idéia concebida no papel. Os projetos ficavam muito restritos a extrusão de plantas, havendo pouca experimentação com novas alternativas. Seria necessário um projeto pedagógico amplo, onde os professores de projeto devem estabelecer um tema e uma seqüência muito cuidadosa e em harmonia com os da disciplina de informática. Os professores devem conhecer os conteúdos de ambas as disciplinas. Ele ressaltou que com a introdução da computação no início do curso, existe uma maior necessidade de um trabalho consciente do uso de modelos e fases de projeto, sempre propondo a pluralidade e o treinamento. Assim, outras direções foram tomadas no curso a partir desta experiência.

No caso 2, assim como no caso 1, na disciplina de informática existe uma necessidade de enfatizar o instrumento digital, mas é interessante que os alunos não sejam proibidos de trabalhar com outros meios, podendo surgir algum exercício que considere os dois tipos de ferramentas, propondo a complementaridade. O caso 2 poderia envolver um maior número de programas, buscando experimentar as potencialidades dos mesmos e estimulando croquis digitais em programas 3D puros ou desenhos técnicos com programas 3D+2D.

No caso 3 o computador deve ser inserido a partir do aprendizado prévio de conhecimentos de informática aplicada, quando os alunos já possuem certa habilidade com a ferramenta e capacidade de relacionar este conhecimento com certas aplicações, permitindo um aprendizado de projeto utilizando computadores. Deve ser ressaltado que o aluno desta disciplina busca aprender a projetar e o emprego do computador auxiliando o projeto implica que a máquina não deve ser utilizada onde esta não é a mais eficiente. Em relação às transformações no processo projetual, o caso 3 pode explorar o potencial de transmissão de dados do computador, envolvendo trabalhos em grupos e a distância. Processos metodológicos também podem ser abordados nos casos 1, 2 e 3; pois, em trabalhos orientados, a introdução de um novo instrumento como o computador pode levar a

reflexão sobre um processo que se fazia mecanicamente. Entendendo que cada programa de computador induz a métodos e processos, é interessante compreender qual programa deve ser usado e em qual momento. Esta escolha depende muito do objetivo da disciplina e é importante que não haja uma incompatibilidade entre o objetivo desejado e o programa escolhido, pois causará frustração.

No caso 4, assim como no caso 3, é sugerido que as ferramentas sejam usadas de forma híbrida, onde cada uma é explorada da melhor maneira. O espaço de projeto (sala de projeto) é um espaço que incorpora a experimentação e a capacidade perceptiva, mas também é um espaço de reflexão, de reunião de conteúdos (síntese), incorporando outros ambientes. Assim, muitas vezes, o aluno utiliza a sala de projeto como um espaço de atendimento e não de trabalho ativo, feito distante do professor orientador. O ambiente de trabalho dos computadores é baseado em elementos imateriais, os bits, ficando a lacuna da manipulação de materiais diversos e restringindo a questão sensorial, mais uma justificativa para que as salas de projeto sejam reorganizadas levando em consideração a presença dos computadores e para os alunos trabalharem com sistemas híbridos. Outro problema associado ao uso dos computadores está na definição de objetivos. Muitas vezes os alunos estão mais preocupados com o uso dos computadores do que com o projeto desenvolvido. Assim, utilizam demasiadamente comandos de cópia, rebatimento, inserção de equipamentos de bibliotecas, geometrias pouco adequadas; essas capacidades deslumbram alunos e muitos professores.

Por fim, Duarte (2003) ressaltou que é necessário que os alunos sejam conscientizados do processo, mas também é importante estimulá-los e deixá-los experimentar as diversas ferramentas. É necessário que eles conheçam criticamente os dois tipos de instrumentos, e dentro deste aprendizado, que eles possam entender as intenções no emprego dos variados tipos de modelos e as muitas etapas do projeto.

Rovenir Duarte também relatou a sua experiência na disciplina Informática aplicada à Arquitetura visando o ensino do uso de técnicas de computação gráfica com ênfase no processo de projeto arquitetônico na Universidade Estadual de Londrina. Segundo o autor, a intenção era estimular as ações dos alunos na exploração de alternativas

num ambiente digital e projetual através de um entendimento não linear, fugindo de um aprendizado seqüencial de comandos e buscando uma integração do que ele chama de sistemas analógicos (maquetes físicas) e digitais (maquetes eletrônicas). Na descrição das estratégias de ensino empregadas, Duarte (2003) destacou que os alunos são estimulados a discutir suas idéias antes de começar a manipular os modelos arquitetônicos (analógicos ou digitais) e isto quebra a expectativa em trabalhar com o programa, chamando a atenção deles para outros aspectos que não os da informática. Não existe a preocupação em ensinar os comandos, os alunos devem procurar seus caminhos com apenas um conhecimento geral do programa CAD. Discute-se sistematicamente a etapa inicial do projeto e o apoio em desenhos planimétricos e tridimensionais.

“A visualização interna e externa das formas é estimulada, trabalhando a compreensão espacial, o entendimento de uma concepção de escala dentro de um ambiente virtual. São agregados conceitos relacionados ao espaço tais como: espaço público e privado, apropriação do espaço (HETZBERGER, 1985); ocos e sólidos, impressões de dureza e maciez, de peso e de leveza (RASMUSSEN, 1998); interior e exterior, efeito espacial, relação tempo e espaço (QUARONI, 1980); espaço pessoal, territorialidade (SOMMER, 1973). Também são comentadas possíveis questões entre os pontos teóricos, o instrumento informatizado e o espaço digital, salientando limitações e recursos”.

Duarte, 2003.

Duarte ressaltou que os alunos tentam gerar objetos através das composições com planos que contemplem alguns destes conceitos teóricos, são estimulados a usar variados tipos de elementos possíveis, buscando sensações diversas de fechamento, privado, interior etc, comparando também os resultados alcançados com a sua própria experiência.

“O processo e o emprego de modelos intenta estimular a consciência do processo projetual e as maneiras de obter os espaços. Aos poucos vão sendo utilizados outros elementos, como caixas, colunas e superfícies mais complexas. Também são induzidos a usar perspectivas na altura de um observador fictício e compreenderem o espaço em visões internas e externas dinâmicas. As animações são utilizadas buscando uma apreensão do espaço em pequenos movimentos, é necessário enfatizar aos alunos que devem ser lentas, como um caminhar humano. São construídos entornos para os diversos objetos projetados, permitindo contextualizar a proposta e fundamentando os desejos presentes no raciocínio projetual”.

Duarte, 2003.

Dentre os principais resultados observados pelo autor, foi constatado que os exercícios com formas fluem com rapidez e quando os alunos sentem-se limitados pelo uso do programa pedem ajuda para viabilizar suas idéias. Ele afirmou que como os alunos necessitam de tempo para construírem uma idéia de escala e proporção

no ambiente digital, eles não são estimulados a trabalhar com medidas, mas com o estudo das relações entre as partes. Segundo o autor, os alunos apresentam dificuldades iniciais em entender o espaço digital e exercitar os conceitos trabalhados e quando são questionados se estão mais preocupados com as imagens criadas ou com os espaços criados as respostas são confusas e eles parecem não ter uma imagem mental deste espaço.

O autor destacou também outras experiências que obtiveram resultados semelhantes apresentadas nas últimas edições do SIGRADI (Congresso da Sociedade Ibero-Americana de Gráfica Digital):

“Os alunos necessitam de um tempo para compreenderem o espaço digital, construir uma idéia de escala, profundidade e parâmetros de proporção. (JIMÉNEZ, 2000) (BESSONE e MANTOVANI, 2000).

Os computadores ajudam na manipulação de formas, no jogo compositivo e na construção de um número variado de alternativas. (PAYSSÉ, 2000) (MARTÍNEZ et al., 2000) (CORAL, 2001) (VIGGIANO, 2001).

A utilização de simulações é um ganho importante no processo de ensino/ aprendizagem do projeto auxiliado por computador. (PAYSSÉ, 2000) (NARDELLI, 2000) (JIMÉNEZ, 2000) (VIGIANNI, 2001).

A tecnologia digital permite um reaproveitamento e uma multiplicação de elementos projetuais. (PAYSSÉ, 2000) (MARTÍNEZ et al., 2000) (MARTÍNEZ & VIGO, 2001) (BARKI, 2000) (CORAL, 2001).

A visualização e compreensão da forma e do espaço, através de perspectivas e animações gráficas são facilitadas pelo computador. (JIMÉNEZ, 2000) (MARTÍNEZ et al., 2000) (NARDELLI, 2000) (BESSONE & MANTOVANI, 2000) (VIGIANNI, 2001)”.

Duarte, 2003.

Por fim, Duarte (2003) afirmou que muitas das possibilidades oferecidas devem ser exploradas com cuidado e crítica, em busca de novas descobertas, e que os exercícios com os programas CAD devem enfatizar o raciocínio espacial e seus possíveis vínculos com conceitos e pensamentos teóricos.

A pesquisa, a metodologia e o relato da experiência de Duarte são de grande validade para o estudo da disciplina Informática aplicada à Arquitetura. As discussões em torno das idéias antes de sua efetiva representação colocam o processo de projeto em primeiro plano, reforçando o uso do programa CAD como instrumento de trabalho, como meio de expressão. Sua opção em somente passar um conhecimento geral do programa CAD e de não ensinar os comandos de maneira linear pode despertar nos alunos uma vontade de explorar o ambiente digital na procura por caminhos próprios, fazendo um uso mais subjetivo da ferramenta.

No entanto, conforme relatado pelo autor, são criados trabalhos com temas como uma praça para shows ou um pátio de escola, ou seja, são colocadas na disciplina apenas questões superficiais da geração e análise da forma, sem o vínculo necessário com um programa funcional mais apurado no qual o processo de projeto de arquitetura se baseia. Assim, percebe-se a necessidade de se promover uma experiência do uso de técnicas de computação gráfica em um verdadeiro processo de projeto para uma avaliação mais concreta, que só será possível em uma disciplina de projeto. Para se alcançar este objetivo é necessário, antes, realizar uma análise do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, onde será feita a aplicação das estratégias pedagógicas.

4.3. Análise do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC

4.3.1. Caracterização do Curso

O Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina foi criado em Florianópolis em 1977, tendo sido reconhecido por portaria do MEC em 1983. O curso possui duração mínima de 5 anos, oferecendo 80 vagas anuais, 40 por semestre, totalizando uma média de 400 alunos. A estruturação do currículo mínimo do curso é regulamentada pela Portaria n°. 1770/94 do MEC, e está atualmente em vigor o currículo 96/1. Segundo a coordenadora, professora Maria Inês Sugai, existe atualmente uma discussão e avaliação do curso pelos professores e alunos para a definição de um novo projeto pedagógico adaptado ao novo currículo mínimo aprovado em 2005 pelo MEC, que determina o seu cumprimento até 2007.

O conteúdo mínimo do curso divide-se em três partes interdependentes:

1. **Matérias de Fundamentação:** constituem-se em conhecimentos fundamentais e integrativos de áreas correlatas. São matérias de fundamentação:
 - Estética, História das Artes.
 - Estudos Sociais e Ambientais.
 - Desenho.
2. **Matérias Profissionais:** constituem-se em conhecimentos que caracterizam as atribuições e responsabilidades profissionais. São matérias profissionais:

- História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo.
 - Técnicas Retrospectivas.
 - Projeto de Arquitetura e Urbanismo e do Paisagismo.
 - Tecnologia da Construção.
 - Sistemas Estruturais.
 - Conforto Ambiental.
 - Topografia.
 - Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo.
 - Planejamento Urbano e Regional.
3. Trabalho de Conclusão de Curso: objetiva avaliar as condições de qualificação do formando para acesso ao exercício profissional.

As disciplinas do curso são distribuídas por departamento:

- Disciplinas do Departamento de Arquitetura e Urbanismo:
- Disciplinas do Departamento de Engenharia Civil;
- Disciplinas do Departamento de Expressão Gráfica;
- Disciplinas do Departamento de Física;
- Disciplinas Optativas do Departamento de Arquitetura;
- Disciplinas Optativas do Departamento de Expressão Gráfica.

4.3.2. As Disciplinas de Projeto de Arquitetura

A análise do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC nos anos de 2004 e 2005 permitiram uma breve verificação do seu atual processo de ensino/aprendizagem de projeto de arquitetura. A base do ensino de arquitetura no curso é formada pelo conjunto das disciplinas de projeto e urbanismo, cuja complexidade de tema e programa de necessidades vai aumentando até o Trabalho de Conclusão de Curso. As disciplinas de Projeto permeiam o curso desde a 1^a. fase, ausente somente na 6^a. fase. Foram feitas entrevistas com 7 professores de projeto (Apêndice A) de um total de 20, assim como observação do andamento de algumas disciplinas, que são apresentadas a seguir.

A disciplina Projeto 2 é ministrada na 3ª. fase, no mesmo período em que os alunos passam pela disciplina Introdução ao CAAD. No entanto, foi observado que os alunos não aplicam na disciplina de projeto as técnicas de computação gráfica que eles aprendem na disciplina de CAD. Os métodos de representação utilizados pelos alunos são croquis, perspectivas, desenhos de plantas, cortes e fachadas, e modelos físicos de estudo, chamados de Mock Up. O uso do Mock Up foi enfatizado como instrumento do processo de elaboração do projeto, introduzido ao longo dos últimos dez anos em alguns ateliês (Ishida e Pousadela, 2003). O Mock Up é uma maquete de estudo na qual o aluno deve desenvolver suas idéias tridimensionalmente desde o início do processo de criação. Os desenhos ortogonais são conseqüências destes modelos. O professor da disciplina ressaltou o empobrecimento e equívoco do projeto de arquitetura baseado na planta baixa.

Uma professora desta disciplina relatou que teve o primeiro contato com programas CAD na faculdade utilizando programas extremamente complexos em relação aos de hoje, com dezenas de comandos para realizar pequenas tarefas. Mas atualmente não exercita, repassando o trabalho para desenhistas ou bolsistas. Considera quase impossível desenvolver projetos arquitetônicos e enfrentar o mercado de trabalho sem ter domínio de algum programa CAD devido à rapidez nas alterações durante o desenvolvimento do projeto, à finalização do projeto, ao detalhamento, à apresentação das diversas etapas do projeto, à qualidade das maquetes eletrônicas etc.

Em relação ao seu aprendizado e uso durante o Curso de Arquitetura, ela afirmou que o aprendizado de um programa CAD pode ser feito logo nas primeiras fases, mas não deve substituir de forma alguma as noções necessárias de geometria descritiva, de desenho arquitetônico, de desenho de observação, dos estudos de perspectivas, de croquis, etc. Além disso, a maquete eletrônica não deve substituir a maquete física. O uso do programa CAD deve ser entendido como uma das ferramentas importantes do arquiteto, mas o aluno deve antes de tudo aprender a desenhar a mão, a construir o seu partido e a projetar com a maquete.

A professora relatou que durante a disciplina os alunos trabalham sempre em maquete física e croquis, e não desenvolvem os primeiros estudos espaciais e de

concepção do projeto no computador. Somente quando o projeto está definido com solução madura nas últimas semanas de aula alguns alunos que dominam a ferramenta começam a trabalhar com programas CAD, mas com um uso sempre restrito à finalização do projeto, detalhamento e apresentação.

O professor da disciplina Projeto 3 na 4ª. fase, vê o CAD como um instrumento que serve de base para uma maior agilidade no processo de representação gráfica do projeto através do armazenamento de dados e da possibilidade de variações em um mesmo projeto. Ele afirmou que de maneira alguma o computador deve substituir ou servir como instrumento inicial para o processo criativo, mas possibilitar a resolução de problemas vinculados à geometria. Ele acredita ser salutar a sua inserção tanto no meio acadêmico quanto no mercado de trabalho. Em sua disciplina, a idéia inicial é discutida em sala de aula através de croquis e maquetes feitos à mão. Num segundo momento, os trabalhos podem ser passados para o computador, mas as primeiras entregas são feitas à mão para efeito de desenvolvimento das aptidões dos alunos e para um maior acompanhamento do processo em sala de aula. Por fim, ele afirmou que o uso dos programas CAD deveria ser ensinado através de uma maior integração entre o atelier e os laboratórios de computação. Assim, essa ferramenta seria aplicada de maneira prática em projetos feitos pelos próprios alunos, sendo assessorados ora pelos professores de computação ora pelos professores de projeto para que os comandos sejam fixados e aprendidos durante o processo de resolução projetual.

A professora da disciplina Projeto 4 na 5ª. fase afirmou que a sua geração não aprendeu os programas CAD e acha que o CAD atrapalhou o processo de criação dos alunos, pois antes tinha-se uma visão de fora para dentro do projeto, que o computador não permite. Segundo ela, somente o aluno “muito craque” consegue ter essa visão usando o programa, os alunos que estão na média não conseguem desvincular o detalhe do projeto, ficando presos em detalhes ao invés de desenvolver a idéia global. Para ela, a disciplina Introdução ao CAAD não está acrescentando em nada e se mostra preocupada com a utilização errada da ferramenta. Ela ressaltou que os alunos apresentam falta de visão espacial, apesar de já terem feito as disciplinas de representação do espaço arquitetônico, e os problemas que o uso de blocos prontos dos programas CAD causam ao projeto. Por

fim, ela disse que os alunos não conseguem desenvolver uma crítica sobre o que está atrapalhando e o que está ajudando no desenvolvimento do projeto.

Um professor da disciplina Projeto 6 na 8ª. fase, afirmou que o computador tanto na representação como no processo de projeto trouxe várias facilidades, mas concluiu que ele tem atrapalhado o ensino de projeto de arquitetura. Ele ressaltou o uso da maquete física de estudo como uma ferramenta muito antiga e fundamental para o projeto, servindo como meio para se chegar a uma proposta que permite a sensação tátil. Sobre o uso do computador ele acha que os alunos apresentam uma dificuldade em termos do geral e do particular. Segundo ele, o processo normal de construção do projeto implica em uma série de aproximações gradativas, mas o AutoCAD, por exemplo, pede que se coloque a informação exata e precisa. O aluno coloca tanto esforço para aprender a ferramenta que se esquece do principal que é gerar o projeto, entre outros problemas. Nas primeiras fases do curso tem-se centrado a questão principalmente em não perder as questões de ensino gráfico, de domínio do croqui como representação e principalmente a libertação tridimensional dada pela maquete, para o aluno já lançar suas idéias tridimensionalmente, o que não é a mesma coisa em uma maquete eletrônica.

Ele afirmou que isto não é possível porque os programas de computador disponíveis são criados para desenhar, não para conceber arquitetura, e é mais importante que os alunos do início do curso aprendam este processo gradual que leva do croqui e do modelo ao projeto concreto. No entanto, ele se mostrou empolgado com as possibilidades que alguns programas mostram para a área de arquitetura, e acha que vai chegar o momento em que a arquitetura vai se modificar por causa do processo de concepção, como foi no Renascimento. Ele acha que é dos processos híbridos de concepção, que aliam a computação gráfica com modelos físicos feitos de materiais como a argila que devem sair os novos processos.

Sobre o uso dos programas CAD pelos alunos na disciplina o professor afirmou que junto com a etapa de apresentação os alunos fazem uma análise do próprio projeto com uso de croquis, seja do sistema de circulação, a questão da linguagem, a volumetria. Para isso os alunos têm usado um tipo de croqui informatizado fazendo volumes rapidamente. A maquete é fotografada, e, com uso de programas como

Corel e Photoshop, a fotografia é trabalhada graficamente. Os alunos fazem e entregam o estudo preliminar e depois analisam o projeto, por exemplo, com relação à inserção urbana, à distribuição de circulações horizontais e verticais, à estruturação do espaço aberto criado, à questão bioclimática, fazendo análises virtuais com uso destes programas. Por fim, o professor afirmou que o ensino de programas CAD deveria ser incorporado dentro do projeto, mas acha que não seria através de softwares como o Vector Works ou AutoCAD, pois o mouse não permite a sensibilidade para “croquisar em 3D”.

Outro professor da disciplina Projeto 6 na 8ª. fase afirmou que já possuía experiência com o uso de programas CAD em arquitetura desde o início dos anos 90, trabalhando com o AutoCAD e, mais especificamente, na área do desenho industrial com o Alias, da Silicon Graphics. Para ele, os programas CAD são fundamentais no desenvolvimento dos projetos, e o que se torna importante no caso específico do trabalho do estudante ou profissional da arquitetura, é a natureza e a finalidade do trabalho a ser realizado.

Em entrevista, ele afirmou que na sua experiência docente ao longo dos últimos dez anos no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, foi constatado que quanto mais interativo o programa e adaptado ao modo de pensar do arquiteto, mais facilmente pode ser construído o diálogo no ateliê de projeto ou no escritório de arquitetura. Mesmo com a evolução dos programas, constatada na capacidade de modelagem e representação do espaço em tempo real, ou seja, no momento da sua concepção, incorporando muitos dados simultaneamente, não é dispensada a modelagem concreta, real. Esta tem uma distinção singular: através dos modelos volumétricos rústicos opera-se com leituras mais intuitivas e dinâmicas, que não passam necessariamente pelo filtro racional.

Por fim, o professor ressaltou que procura sempre estimular o uso simultâneo das duas formas de modelagem, onde uma valoriza especialmente a intuição e a percepção do todo, enquanto a outra potencializa o acúmulo e síntese nas decisões de projeto em direção ao projeto executivo, além do domínio do espaço ao simular a visão de um observador que frui pelos ambientes.

Na disciplina Projeto 7 na 9ª. fase, foi observado que depois das etapas de pesquisa, visita ao local e discussões em torno do tema, os alunos já começam a desenvolver sua proposta com o uso das maquetes de estudo. Primeiramente eles modelaram uma maquete física em isopor e papel tipo paraná de todo o terreno, o entorno com as edificações delimitantes e suas fachadas desenhadas. Depois, os alunos começaram a desenvolver os estudos volumétricos da proposta e desenhos na própria maquete, juntamente com os croquis iniciais sem nenhuma utilização de programas de computador. De acordo com um professor da disciplina, é mais importante que os alunos aprendam a exteriorizar, analisar e modificar suas idéias nas maquetes experimentais para depois transformá-las em desenhos e projetos, antes de começarem a utilizar programas CAD na etapa de criação.

4.3.3. A Disciplina de Introdução ao CAAD

A disciplina Introdução ao CAAD do Departamento de Expressão Gráfica, situada na 3ª. fase do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, é a única disciplina que ensina informática aplicada à arquitetura. Em uma análise realizada no primeiro semestre letivo de 2004, foi constatado que a disciplina se detém no ensino técnico do programa Vector Works, e não existe uma preocupação em abordar o uso das técnicas de computação gráfica ao processo de projeto e isto não motiva os alunos a levarem este conteúdo à disciplina de projeto ou levar o projeto à disciplina de informática, tornando o entendimento e uso da computação gráfica como ferramenta de representação de um projeto pronto. Em análise do andamento da disciplina e coleta de opinião de alunos foi constatado o seguinte:

- O ensino do uso do programa Vector Works se distancia do processo de projeto, utilizando desenhos e projetos já prontos na aplicação e exemplificação de seu conteúdo;
- O ensino segue um método linear de explicação dos comandos, dos mais simples e gerais aos mais complexos e integrados, até chegar à representação de um projeto inteiro de uma casa de dois andares;
- A apostila utilizada na disciplina fundamenta-se neste método linear e é de característica técnica, sem uma abordagem do processo de projeto de arquitetura;

- O programa CAD utilizado, o Vector Works em versão desatualizada, possui vantagens e desvantagens em relação ao processo de projeto e a sua seleção deveria ter sido realizada levando-se em conta outros programas oferecidos no mercado para tal tarefa;
- Os computadores do laboratório são defeituosos e possuem problemas que comprometem a sua utilização;
- O número de computadores em condições de funcionamento é inferior ao número de alunos, chegando em situações onde três alunos utilizavam o mesmo computador, o que compromete o desempenho e motivação dos alunos.

Como consequência desse quadro, os alunos se mostraram no geral satisfeitos com o aprendizado técnico do programa, mas insatisfeitos com o aprendizado do seu uso no processo de projeto de arquitetura e não tentam utilizar este programa em seus projetos. Os alunos fazem cursinhos fora da universidade de programas como o AutoCAD, correntemente utilizado no mercado de trabalho, e utilizam este programa nos projetos como ferramenta de desenho técnico. Eles não conhecem a vasta gama de programas CAD atualmente disponíveis, suas características e possibilidades de apoiar o processo de projeto em suas várias etapas, e acabam saindo do curso sem uma visão crítica e sem utilizar adequadamente estes programas.

4.3.4. O Uso de Técnicas de Computação Gráfica pelos Alunos

Em observação do processo de projeto dos alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, foi constatado que a grande maioria utiliza os programas CAD somente na etapa final do processo, para “passar a limpo” o projeto e imprimir as pranchas de apresentação final, em desenhos de plantas baixas, cortes, fachadas e perspectivas em maquete eletrônica, que algumas vezes não é feita pelos próprios alunos.

Os alunos, de uma maneira geral, se mostram interessados em aprender a utilizar os programas CAD não só por uma imposição do mercado de trabalho, mas também para melhorar seu processo de projeto. Insatisfeitos com o ensino que é dado no curso eles procuram cursinhos fora da universidade e muitas vezes procuram aprender por conta própria. Depois que aprendem o básico destes programas, sem

uma pedagogia ligada ao processo de projeto de arquitetura, eles começam a utilizá-los em seus projetos e os problemas começam a ser sentidos. Alguns alunos se mostram desmotivados em criar maquetes eletrônicas na etapa de criação do projeto porque reclamam que daria muito trabalho para refazer o modelo tridimensional no programa CAD, já que muitas mudanças ainda serão feitas. Eles reclamam que o computador não permite uma flexibilidade nesta etapa, pois seriam necessárias medidas exatas e que se perde a noção do entorno, fixando-se somente no terreno. Alguns afirmam também que se perde a visão tridimensional do projeto.

Poucos alunos do curso se aprofundam no estudo e uso de técnicas de computação gráfica no processo de projeto e de cada turma que se forma no curso, um ou dois alunos chegaram a utilizar técnicas de computação gráfica efetivamente na etapa de criação do projeto de arquitetura no seu trabalho de conclusão de curso, criando modelos tridimensionais para resolver questões do projeto que de outra maneira não seria possível. O projeto e as opiniões de três destes alunos (roteiro de entrevista no Apêndice B) são apresentados a seguir.

A arquiteta Louise Riedtmann formou-se em 2004 com o projeto do Complexo de Eventos para Jaraguá do Sul. O programa de necessidades previa um espaço de exposições, convenções, negócios, praças, parque e áreas de apoio, serviços e comércios. Seu conceito era criar uma arquitetura ícone que representasse o contexto atual (pelas tecnologias atuais – non standart) e a identidade local (desdobrando a arquitetura italiana e enxaimel – parallax). Segundo Louise, no contexto non standart, as tecnologias permitem a generalização do diferenciado.

O Complexo deveria ser integrado aos equipamentos existentes no local e à cidade. Para isto, ela desenvolveu uma arquitetura em madeira laminada que envolvesse os edifícios existentes e mantivesse a centralidade linear do bairro, mas que fosse permeável. Sua proposta previa uma silhueta revolucionada que abraça as atividades internas com diferentes alturas, inclinações e formas de acordo com a escala local e a função desempenhada ao longo da edificação. Grandes planos inclinados de vidro, tijolos maciços e madeira marcam o grande hall de acesso que se conecta por circulações horizontais e verticais.

Em seu processo de projeto foi necessário recorrer a técnicas de computação gráfica para resolver diversas questões que apresentavam grandes dificuldades pelo método tradicional de croquis e modelos físicos. Em entrevista, a arquiteta descreveu seu processo de projeto:

“Após croquis fez-se maquetes manuais para modelar a silhueta. Porém logo se percebeu que devido à complexidade da forma, citada acima, só seria possível projetá-la com o auxílio de programas CAD. Com a maquete 3D, feita em AutoCAD 2004, modelou-se até encontrar a inclinação e alturas aproximadas para cada parte da edificação. Para se ter a verdadeira grandeza da relação da edificação e seu entorno efetuou-se cortes e fachadas a partir da maquete 3D pelo programa Autodesk Architectural Desktop 3. Erros de proporção foram percebidos, então corrigidos na maquete 3D, novos cortes e fachadas foram feitas até atingir a perfeita relação de alturas, inclinações e formas. Pode-se afirmar também que só foi possível ter precisão de medidas e ângulos do projeto com o uso dos programas CAD”.

Riedtmann, 2005.

Sobre o uso dos programas CAD em projetos arquitetônicos, ela afirmou que ao longo da história o homem se deslocou e evoluiu no tempo criando novos princípios, nova cultura e nova velocidade.

“Assim, a forma de fazer arquitetura também, pois a ‘arquitetura expressa o bem estar fisiológico, a arte e a cultura de cada época’. (...) as tendências da arquitetura acompanham o domínio da técnica, a disponibilidade do material, método de desenho e o modo de produção. ‘As novas tecnologias e processos de manufatura dentro de entornos digitais estão fazendo surgir uma nova indústria, em que a estandarização deixa de ter relevância’. Isto possibilita uma verdadeira revolução no processo criativo e produtivo. O novo meio de vida e as novas ferramentas de concepção e produção identificam a necessidade de acompanhar a evolução, de enfrentar uma nova linguagem para a arquitetura que irá representar esta época”.

Riedtmann, 2005.

Riedtmann acredita que atualmente a utilização dos programas CAD ainda é rejeitada pela maioria dos professores do Curso de Arquitetura da UFSC por serem vistos apenas como ferramenta de desenho e não como meio de projeto.

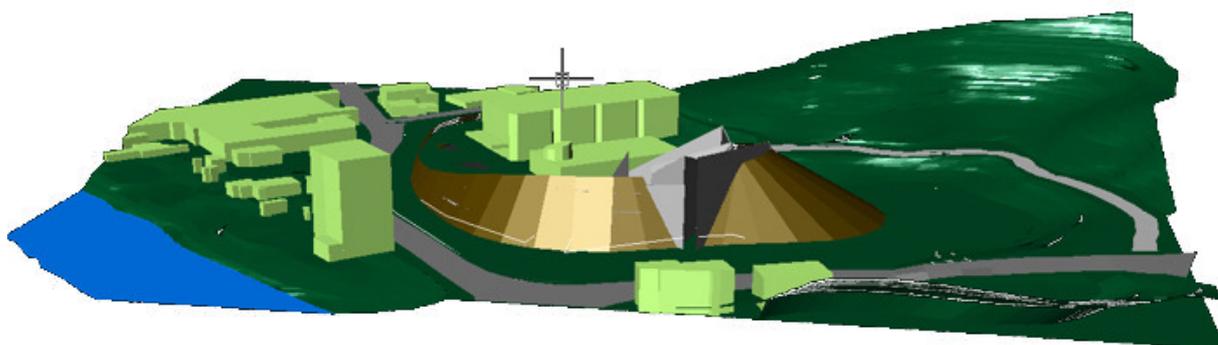


Fig. 24: Maquete digital do Complexo de Eventos. Fonte: Louise Riedtmann.

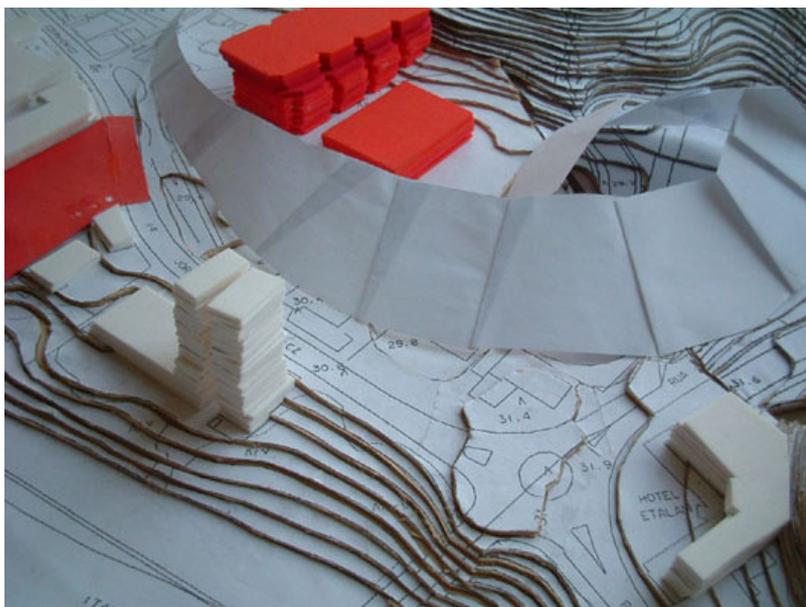


Fig. 25: Maquete física do Complexo de Eventos. Fonte: Louise Riedtmann.

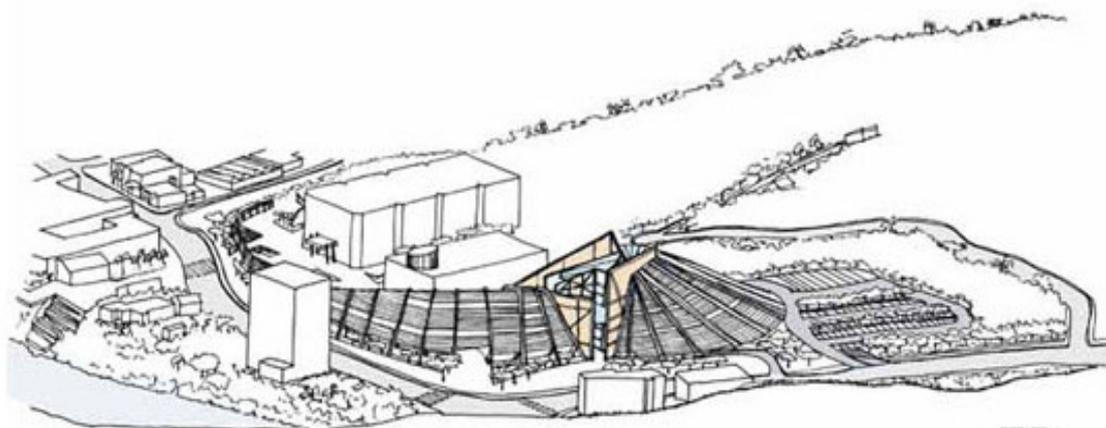


Fig. 26: Imagem final do Complexo de Eventos para Jaraguá do Sul. Fonte: Louise Riedtmann.

O arquiteto Eduardo Faust formou-se também em 2004 com o Projeto do Centro de Pesquisas Lunar. Sua proposta era criar uma estrutura situada na região polar sul da lua (bacia Aitken), que possui regiões permanentemente iluminadas e outras permanentemente sombreadas, o que tornou este sítio um ponto estratégico para comunicação, coleta de energia solar, além da possibilidade da existência de 6600000t de gelo no interior das crateras. Além disso, a região é pouco acidentada (variação de altitude de 1400m) e com grande variação de formações rochosas.

O conceito principal do seu projeto foi a sustentabilidade, que o levou a uma analogia com um organismo vivo que precisasse sobreviver de forma sustentável em um ambiente inóspito. Deste modo, o resultado final nunca será conhecido por completo

antes que o organismo se desenvolva, sendo, portanto uma incógnita para seus projetistas. Buscando princípios da arquitetura genética, parte da arquitetura implementada foi desenvolvida por cálculos elaborados por programas de computador onde o arquiteto não possui total domínio do processo, ele o manipula transformando a resolução das várias fases em arquitetura.

“Esta ‘arquitetura viva’, que se alimenta da crosta lunar e do sol, tem como resultado de seu metabolismo o seu próprio desenvolvimento e o suporte à vida humana. Em seu desenvolvimento enraíza e esparrama como um fluido os seus vários canais e órgãos vitais pela gleba lunar. Estes mesmos canais são os responsáveis pelos fluxos de quase todos os sistemas, desde o digestivo ao respiratório. Assim como na arquitetura dos metabolistas, o centro de pesquisa é dotado de uma estrutura única onde as conexões e circulações são partes integrantes do desenho”.

Faust, 2005.

Assim, a implantação foi dividida em 3 eixos, ligando os CAPs (centro avançado de pesquisa) das crateras Shackleton, de Gerlache e Sverdrup, à região central do centro de pesquisa, passando por sítios de coleta de minérios, formando então as zonas industriais e de pesquisa. Pelo fato da lua não possuir uma atmosfera e seus fenômenos meteorológicos, foram criadas estruturas esbeltas com menos variantes para o seu cálculo. A falta de condições propícias para a vida no exterior fez com que fossem projetados espaços herméticos, onde todas as circulações e ambientes serão interligados por estruturas físicas.

Sobre o uso dos programas CAD em projetos arquitetônicos, o arquiteto ressaltou que seu uso bidimensional leva a um grande desempenho na produção de desenhos técnicos ou executivos em geral, alcançando uma maior otimização na etapa final do planejamento do espaço. No entanto, a utilização exclusiva da bidimensionalidade possui um caráter “destrutivo” ao processo criativo, acentuado pela sua rigidez de ferramentas, onde o elemento “acaso” desaparece e em geral empobrece e limita o arquiteto ao seu universo ou programação. Mas quando se utiliza toda a potencialidade de modelamento tridimensional do programa CAD, dá-se alguns passos em busca de uma alternativa real e virtual para o auxílio do computador na concepção de um projeto arquitetônico.

Segundo Faust, o modelo 3D permite explorar o projeto ainda em sua concepção e buscar alternativas novas dentro do estudo. Além da visualização do projeto em seu

entorno, com texturas e luzes, fazendo uma simulação do ambiente construído. Para alcançar níveis mais elevados de aproveitamento das potencialidades destes programas, o arquiteto deve, ainda, contar com sistemas periféricos como máquinas de prototipagem e CNC, que darão o elemento real tridimensional e não o digital que na verdade não passa de uma simulação, pois é visualizado através de uma superfície plana (o monitor).

Faust conta que utilizou o programa VectorWorks porque permite o trabalho com ferramentas avançadas para 3D como superfícies NURBS e é diretamente otimizado para arquitetos. Ele afirmou que o AutoCAD foi feito para engenheiros mecânicos, o 3Dstudio Max para artistas gráficos e que o VectorWorks tenta ser uma alternativa para os arquitetos. Sobre seu método de trabalho ele afirmou em entrevista:

“O projeto teve como base a geração de formas envolvendo o CAM, mais especificamente NURBS no processo de criação das mesmas sendo manipuladas por mim, e sem um projeto executivo final. A grosso modo, o processo é iniciado sendo desenhadas linhas espaciais delimitando o espaço, o computador intercala as linhas gerando a forma, esta forma é manipulada pelo arquiteto buscando adequação estrutural e espacial ou até extraíndo novas formas a partir dela”.

Faust, 2005.

Segundo Faust, o programa VectorWorks supriu suas necessidades em grande parte, porém, ao se envolver com ferramentas mais avançadas, as mesmas ainda estão engatinhando dentro do mundo dos programas computacionais para arquitetura.

Sobre o ensino de técnicas de computação gráfica no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC ele afirmou que o curso possui uma disciplina Introdução ao CAAD que ensina VectorWorks de uma forma completamente equivocada e limitante em relação ao conceito do software com professores despreparados, que em seus trabalhos utilizam basicamente o AutoCAD. A grande maioria dos alunos deixa a disciplina pensando em usar qualquer programa menos o VectorWorks, mas eles deveriam, no mínimo, saber o que é possível fazer neste programa. Outro ponto também salientado é que os professores que não entraram neste novo método criam seus próprios conceitos mesmo desconhecendo a ferramenta.

Segundo Faust, o ideal é, antes de meramente ensinar a manipular os programas, mostrar aos alunos até onde o computador é saudável para o processo projetual e onde ele deve ser encaixado. Além disso, os ateliers devem possuir computadores para evitar o êxodo que está ocorrendo nas disciplinas de projeto, trazendo grandes problemas para o aprendizado.

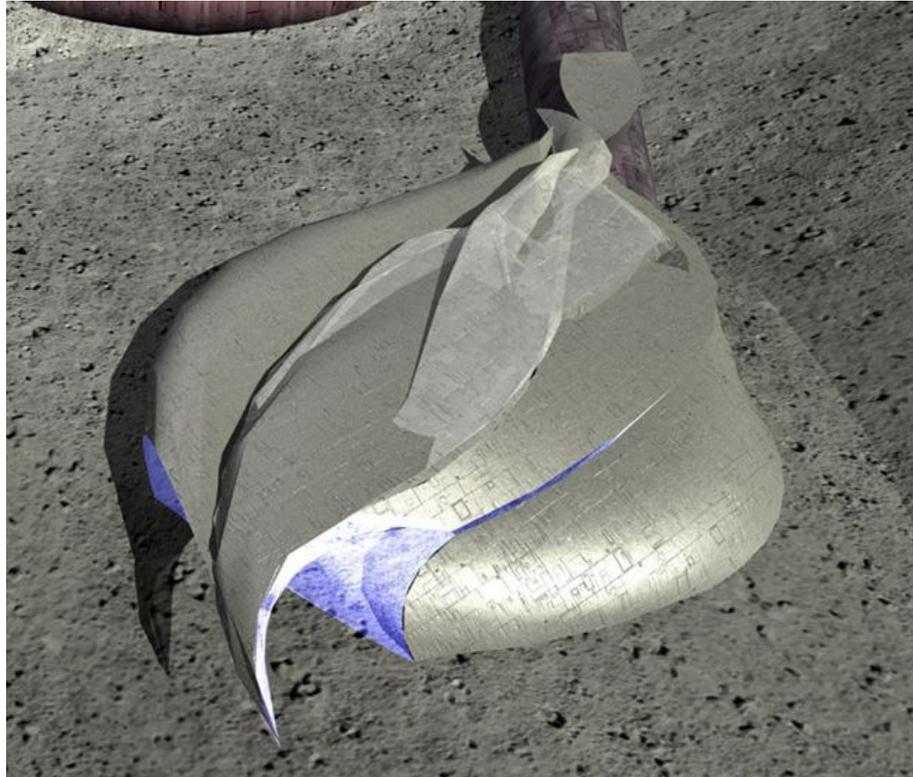


Fig. 27: ART do Centro de Pesquisas Lunar. Fonte: Eduardo Faust.

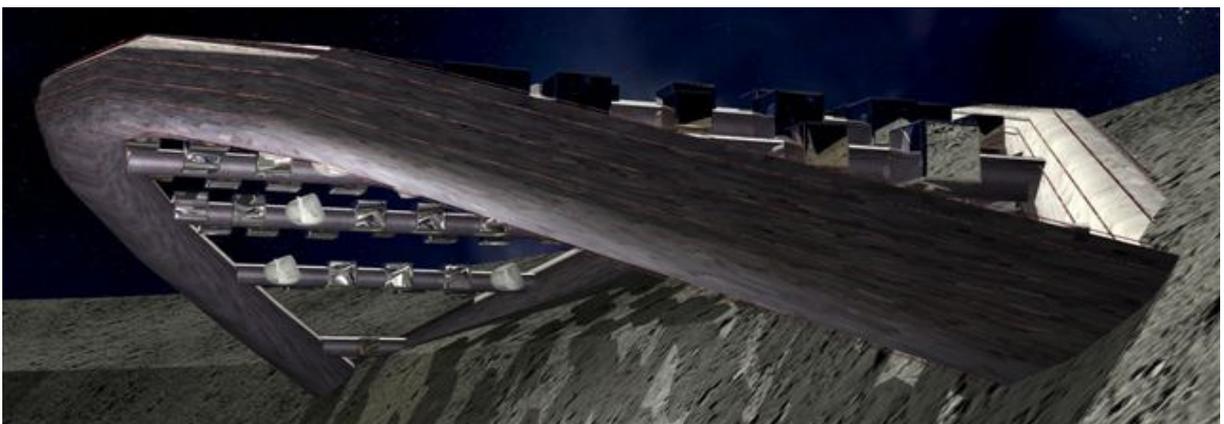


Fig. 28: Unidade de Habitações do Centro de Pesquisas Lunar. Fonte: Eduardo Faust.

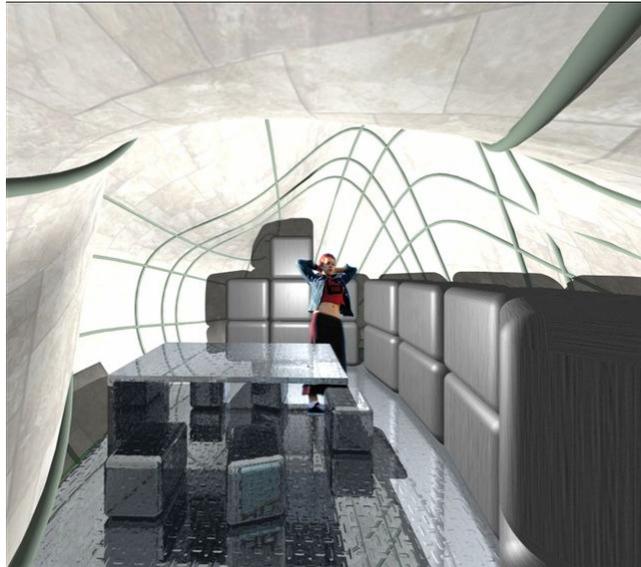


Fig. 29: Vista interna da Unidade de Habitações. Fonte: Eduardo Faust.

O arquiteto Márcio Bartilotti graduou-se em 2005 com o projeto Cronóptica – Desejos Revelados, que não se trata de um projeto convencional, reconhecido pelo seu memorial descritivo, situação, implantação, desenhos de plantas baixas, cortes, fachadas e perspectivas, mas um projeto que extrapola as dimensões do próprio projeto, habitando e explorando as dimensões possíveis e impossíveis criadas pela mente humana onde as regras de tempo e espaço, ou qualquer regra, podem ser quebradas.

Partindo deste entendimento da arquitetura como fenômeno, evento ou acontecimento marcado pelas relações humanas motivadas pelo arquiteto em algum lugar, ele questionou a (in)capacidade do projeto arquitetônico em retratar realmente as vontades, ou desejos, do arquiteto para com a situação em que ele se encontra e que necessita de mudança. Afinal, porque apresentar um projeto ou uma idéia utilizando um corte paralelo ao solo em vista superior ortogonal que não mostra as reais dimensões da arquitetura e que só serve para proporcionar ao construtor um dos inúmeros dados de que ele necessita?

Para materializar esta idéia, Márcio fez uso de um eficiente meio de comunicação, a história em quadrinhos. Com o argumento de que a história em quadrinhos sugere mais informações ao leitor do que somente a imagem, entre um quadrinho e outro é possível entender uma história sendo contada linearmente ou fragmentada e

perceber eventos possíveis no passado, presente e futuro daquele local e de muitos outros. Esta justificativa foi reforçada pela apresentação de um epílogo em vídeo antes do projeto, que questionou o tempo e as diversas expressões culturais da humanidade.

Neste caso, a história em quadrinhos é a própria angústia do Márcio frente ao desafio de projetar, mostrando um mergulho em sua própria mente na tentativa de abri-la ao outro. Escolhido o local – Fortaleza de São José da Ponta Grossa em Florianópolis, a história começa com o despertar do personagem Márcio em uma praia. Na história em quadrinhos ele utilizou recursos de filtros nas imagens para identificar os três tempos: passado, presente e futuro.

Assim, na praia onde ele desperta a imagem tem uma cor pálida indicando o presente, e logo em seguida, ao atravessar uma densa mata, a imagem ganha cores vivas, indicando o futuro e a confrontação com seu próprio desejo, de dar um novo uso e uma nova forma para aquela antiga edificação. Ao longo deste caminhar, o personagem Márcio, está sempre refletindo sobre o real significado da arquitetura e sobre as coisas com que ele se depara, como a forma organóide vermelha que brota do chão e vai conformando espaços entre as árvores. De repente nasce violentamente um muro do chão e carros invadem o espaço das árvores, indicando a invasão do homem no seu sonho com todo o seu poder destrutivo – este é o presente – e Márcio entristece reflexivo. Logo após, uma viagem ao passado, mostrando um matagal em tons de cinza e um segundo despertar no calabouço da fortaleza. Na parede é projetada uma imagem que mostra ele próprio acorrentado, uma crítica às convenções. Neste momento ele é cercado por um labirinto de espelhos, que não mostra outra saída a não ser seu próprio reflexo, ou seja, ele precisa vencer a si mesmo.

Na página seguinte, Márcio entra em um elevador futurístico colocado no lugar de uma antiga vigia da fortaleza e sai no pátio externo, onde se depara novamente com a forma organóide vermelha. Neste trecho sua reflexão explica seu entendimento do uso de técnicas de computação gráfica em arquitetura: “Os avanços tecnológicos têm permitido subverter sem agressões, entretanto, o uso consciente das ferramentas é crucial. O elo dos mundos interno e externo, a conexão do

pensamento, do desejo com o factível. Computadores gerando formas que, através de robôs, dão 'vida' a criações subjetivas: ajudando a transformar sonhos em realidade”.

Neste momento, uma guerra toma lugar, com explosões, soldados armados e em combate. Novamente o choque com a realidade, mostrando a utopia e fragilidade dos sonhos de “arrumar” o mundo em projetos milagrosos. Após, uma pausa e uma sucinta descrição do local, com novas formas ganhando vida como líquidos semi-transparentes em interferências criativas. Segundo ele, “por uma arquitetura plástica, líquida, ‘viva’”. Novamente uma crítica às convenções: “Os desejos vão por água abaixo quando o determinismo, a rigidez paleolítica das intenções toma conta, se apodera de espíritos bem-intencionados”. E o personagem adormece com estas reflexões. Ele acorda se deparando com a realidade: uma lojinha de rendeiras em meio ao Forte transformado em museu atualmente. Por fim, novas imagens do Forte com suas malhas organóides conformando espaços e novas reflexões sobre o aprisionamento das convenções e o real significado da arquitetura. A seguir são reproduzidos alguns trechos desta reflexão:

“Novamente o reducionismo das idéias, dos objetivos, aplica golpes relapsos na criatividade. Os rótulos, legendas que simplificam as intenções a meros nomes são uma necessidade ilusória. O arquiteto deve saber que ele não tem domínio do espaço, pois este tem ‘vida própria’!”

“Os eventos fazem a arquitetura. A simples conformação de pessoas numa determinada área já a qualifica como um ambiente. A construção nesse ambiente deve ser responsável, uma vez que pode alterar qualquer evento que já exista ou possa vir a existir no local”.

“Quando o movimento se torna matéria, quando o que fazemos se torna o que somos, o que construímos, então a manipulação da matéria se torna a manipulação do tempo. Do tempo experienciado, que se torna vivido para cada pessoa que se aventura a viver”.

“A sugestão, muito mais do que a imposição permite que os ambientes sejam criados e constantemente modificados na sua dinâmica, por uma coletividade que ao usar o espaço, no seu tempo, introduz o imprevisível”.

“Como ciência técnica, a arquitetura busca uma precisão que não é possível de ser alcançada, o abandono da intuição, afim de seguir regras e construtibilidade, impossibilita a evolução criativa em qualquer campo de atuação”.

“Não que devemos viver de insensatez, sem nenhum fundamento de ordenação, mas que haja espaço para os delírios... pois é na destituição da razão que habita a criação. E é na razão que a imaginação se efetiva e nos faz viver dos nossos sonhos”.

Bartilotti, 2005.

Sobre o uso dos programas CAD em projetos arquitetônicos, Márcio Bartilotti afirmou em entrevista que nenhum programa de computador foi feito para arquiteto, os atuais vieram de programas feitos para engenharia mecânica e foram adaptados para o uso dos arquitetos, e estão sendo usados para fazer cidades e casas, coisas de outra

proporção. Segundo ele, no computador não se tem a mesma apreensão que se tem ao ver o objeto físico, daí umas das grandes dificuldades em trabalhar com computadores em arquitetura. Mas as grandes vantagens do uso dos programas de computador é que eles anulam uma questão que ele chama de “impossibilitismo”, ou seja, ele permite se desvencilhar de uma série de convenções e limites que outros instrumentos impõem, resultando em grande liberdade de criação. No entanto, para criar um projeto de qualidade e conseguir desenvolver em computação gráfica, é necessário ter o domínio pleno das ferramentas. Mas mesmo assim, isso ainda não assegura ninguém a fazer um bom projeto, só a fazer uma boa apresentação. Exemplificando o escritório do arquiteto Greg Lynn, que trabalha com maquete física e maquete eletrônica através de prototipagem, ele afirmou que este trabalho integrado é uma das melhores soluções em termos de projeto. Com relação ao futuro da computação gráfica em arquitetura, ele ressaltou os avanços esperados dos programas de animação, onde se consegue animar objetos, trabalhar com o tempo, com a utilização, consegue criar um fluxo de pessoas e estudar como o ambiente reage, estudar os melhores materiais e criar objetos não-estáticos, entre outras coisas.

No processo de projeto de seu TCC, Márcio utilizou o programa AutoCAD, que permitiu-lhe modelar aquilo que ele imaginava, criando formas orgânicas que faziam uma alusão ao processo temporal. Ele ressaltou que neste caso seria ideal trabalhar com programas de animação, mas que ele ainda não tinha o domínio de tais programas. No AutoCAD, ele trabalhou com pontos cardeais que serviam como base e com linhas mestras para construir as malhas orgânicas e ensaiar as formas até o ponto ideal, que representassem bem alguns acontecimentos que ele observou no local, como fluxo de pessoas. Depois ele trabalhou a apresentação gráfica com renderização e fez a fotomontagem.

Sobre o ensino do uso dos programas CAD no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC ele acha muito deficiente e que nem o desenho técnico básico os alunos conseguem fazer. Quando os alunos que não entendem o desenho técnico vão partir para as representações rebatidas para projetar um objeto, eles usam os comando do AutoCAD de maneira automática, sem mostrar nenhum entendimento da lógica do processo.



Fig. 30: Cronóptica, págs. 4 e 5. Fonte: Márcio Bartilotti.

Concluindo, os diferentes métodos de uso, de ensino/aprendizagem e as diferentes situações onde são empregadas mostram que a tecnologia CAD, assim como os desenhos feitos à mão e a maquete física experimental, não podem se fixar a um método fechado de utilização no processo de projeto. É necessária a experimentação, a definição e demonstração de um caminho possível a ser trilhado em uma disciplina de projeto, o que se tornou o objetivo da elaboração das Estratégias Pedagógicas de Uso de Técnicas de Computação Gráfica como Instrumento de Apoio ao Processo Criativo de Projeto de Arquitetura, assunto tratado no próximo capítulo.

CAP. 5 – ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS DE USO DE TÉCNICAS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA EM PROJETOS DE ARQUITETURA

Este capítulo apresenta as estratégias pedagógicas de uso de técnicas de computação gráfica como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto de arquitetura, a justificativa e os objetivos a serem alcançados, a escolha das técnicas de computação gráfica, a definição do conteúdo das estratégias, a escolha da disciplina de projeto para aplicação experimental, a elaboração do plano de ensino, a metodologia de aplicação das estratégias e os resultados obtidos no experimento.

5.1. Introdução

A partir da fundamentação teórica das etapas anteriores, prosseguiu-se à elaboração das estratégias pedagógicas de uso de técnicas de computação gráfica para aplicação no processo criativo dos projetos de arquitetura dos alunos da disciplina Projeto Arquitetônico 2 no segundo semestre letivo de 2005 do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC.

A elaboração das estratégias partiu primeiramente da definição dos objetivos a serem alcançados com a sua aplicação e tornou-se necessário selecionar as técnicas de computação gráfica mais adequadas para o ensino/aprendizagem e uso no auxílio aos projetos, que resultou na seleção do programa CAD mais vantajoso para tal tarefa. Depois, foi necessário escolher a disciplina de Projeto do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC mais favorável à aplicação das estratégias considerando as várias características necessárias. Com a escolha da disciplina de Projeto, foi elaborado o conteúdo que seria disponibilizado aos alunos juntamente com a definição do plano de ensino e de uma metodologia de aplicação das estratégias. Esta metodologia deveria proporcionar o ensino dentro do cronograma da disciplina Projeto 2 de forma que não interferisse no ensino de projeto, mas contextualizando-se nele. Na seqüência são mostrados os resultados da aplicação das estratégias e a opinião dos alunos e do professor de projeto sobre a experiência.

5.2. Justificativa e Objetivos

Com a análise de algumas situações referentes ao ensino de projeto e computação gráfica no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, chegou-se à conclusão de que a disciplina Introdução ao CAAD não é direcionada a uma aplicação das técnicas de computação gráfica do programa Vector Works ao processo de projeto arquitetônico, levando os alunos a não experimentar este conhecimento nas disciplinas de projeto. Esta disciplina deveria ser seguida por uma segunda etapa para fazer com que o aluno experimente as técnicas de computação gráfica no processo criativo de projeto de arquitetura através de estratégias pedagógicas pré-estabelecidas.

Ao ensinar a computação gráfica utilizando seus recursos para resolver questões do projeto de arquitetura juntamente com o aluno, pode-se promover o entendimento do vínculo fundamental que envolve o projeto e suas partes, motivando um posicionamento crítico do aluno perante os instrumentos gráficos disponíveis. Somente dentro de uma disciplina de projeto é que se pode considerar as particularidades e necessidades do projeto de arquitetura, utilizando as técnicas de computação gráfica em conjunto com o método tradicional para averiguar a aplicação destas ferramentas e seu efetivo desempenho como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto. Assim, tornou-se objetivo principal da elaboração das estratégias pedagógicas promover o uso das técnicas de computação gráfica como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto para proporcionar aos alunos conhecimento, treinamento e oportunidade de experimentação.

Seguindo este objetivo principal, a elaboração das estratégias pedagógicas teve como objetivos específicos:

- Trabalhar criativamente no computador, como ferramenta de expressão tridimensional de idéias;
- Utilizar o computador como mais um instrumento de projeto que se agrega ao processo, além dos tradicionais croquis e modelos físicos;
- Identificar em que medida o computador contribui e em que medida ele limita o processo criativo;

- Despertar nos alunos o uso livre das ferramentas de um programa CAD, trabalhando com precisão (investigação objetiva) e com representação de idéias em formação (investigação subjetiva);
- Introduzir novas possibilidades criativas ao processo de projeto;
- Utilizar o computador como um instrumento de apoio que deve se adaptar ao processo de desenvolvimento do projeto.

5.3. A Escolha das Técnicas de Computação Gráfica

Para selecionar o programa CAD mais favorável à aplicação das estratégias, foi realizada uma pesquisa que teve como base referências bibliográficas, consultas com arquitetos e a própria experiência do autor. Esta pesquisa foi apresentada no capítulo 2 e as justificativas da seleção do programa CAD são apresentadas aqui. Os programas CAD para uso no processo criativo de projetos de arquitetura estudados e testados no processo de seleção foram os seguintes:

- AutoCAD 2004, da AutoDesk, Inc.
- Architectural Desktop 3.3, da AutoDesk, Inc (aplicativo do AutoCAD).
- Arqui_3D 2000, da Grapho LTDA (aplicativo do AutoCAD).
- 3D Studio Max 6, da AutoDesk, Inc.
- Vector Works 10, da Diehl Graphsoft, Inc.
- Sketch Up 4, da @Last Software, Inc.

O programa Sketch Up 4 (fig. 05, pág. 30), fabricado pela empresa @Last Software, Inc. foi selecionado porque melhor obedeceu aos seguintes critérios:

- Interface simples e intuitiva, sem grande quantidade de comandos a executar, facilitando o seu uso e agilizando o seu aprendizado;
- Programa AEC, que permite trabalhar com objetos tridimensionais e linguagem de Arquitetura, Engenharia e Construção Civil;
- Facilidade de execução de comandos como criar, visualizar e editar objetos bi e tridimensionais, permitindo explorar idéias em geometrias diversificadas, inclusive orgânicas;

- Facilidade e rapidez de visualização dos objetos em imagens gráficas de fácil identificação de volumes e bordas para análise;
- Boa biblioteca de objetos e recursos de visualização com possibilidade de efetuar cortes.
- Permite inserção de imagens, textos e criar animações facilmente;
- Execução simplificada de comandos que permitem simular a iluminação natural, com sombreamento dos objetos por ação do sol;
- Boa compatibilidade com outros programas CAD, principalmente com o AutoCAD.

5.4. A Escolha da Disciplina de Projeto

Com as técnicas de computação gráfica pesquisadas, testadas e definidas, era necessário definir qual das disciplinas de projeto oferecidas no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC seria ideal para a aplicação das estratégias. Para isto, foram necessários um estudo e acompanhamento do andamento e resultados obtidos em cada disciplina de projeto, uma verificação da complexidade e nível de exigência dos projetos e entrevistas com os professores e alunos das disciplinas.

A disciplina ARQ 5634 - Projeto Arquitetônico e Programação Visual II, da 3ª. Fase do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC lecionada pelo Professor Américo Ishida com carga horária de 150 horas/aula foi selecionada devido a vários fatores. A ementa da disciplina é a seguinte:

“Projeto de edificação no contexto urbano. Relação com a paisagem (clima, vegetação, sítio natural e histórico) e a infra-estrutura urbana. Adequação do processo construtivo ao local. Sistema e linguagem visual: das organizações estruturais às significações no processo comunicativo. Noção de sistemas complexos e sua interpretação pelo design ambiental. O espaço como meio de informação visual. Metodologia de projeto: programa e análise. Conceituação e proposição a nível de anteprojeto”.

Na disciplina Projeto 2 encontrou-se um ambiente favorável para a experimentação do uso de técnicas de computação gráfica no processo de projeto de arquitetura. A sua seleção deveu-se aos seguintes critérios:

- Abertura e interesse do professor da disciplina em cooperar na pesquisa desde o seu início, proporcionando grandes contribuições ao seu desenvolvimento;

- O programa da disciplina, com o tema do projeto de Albergues da Juventude, permite grande flexibilidade de propostas;
- O terreno selecionado para o projeto não possui dimensões muito grandes e nem topografia muito complexa;
- O contexto urbano no qual o projeto se insere permite uma reflexão e um diálogo com a cidade.
- A disciplina aborda o uso das maquetes experimentais físicas (mock up) no processo de projeto, que servirá de aliado ao entendimento do trabalho tridimensional no computador;
- A disciplina ocorre juntamente com a disciplina Introdução ao CAAD e os alunos poderão comparar o aprendizado e uso dos dois programas;
- Os alunos do início do curso se mostram mais abertos à experimentação e, portanto, possuem maior facilidade de aceitar idéias e metodologias novas.

5.5. As Estratégias Pedagógicas

O conteúdo das estratégias pedagógicas de uso do programa Sketch Up 4 foi dividido em 4 etapas para o melhor aprendizado e aproveitamento do programa durante a disciplina Projeto 2:

1. Exercícios Tutoriais
2. Maquete digital do terreno e entorno
3. Exercícios de Modelagem
4. Exercícios de Projeto

Para a primeira etapa, foi desenvolvida uma apostila com exercícios tutoriais que explicam o funcionamento básico do programa através da experimentação simples, direta e totalmente ilustrada, para servir também como guia de referência. Estes exercícios foram criados para ensinar de uma maneira clara o funcionamento do programa e foi dividida em 3 níveis: iniciante, intermediário e avançado.

Na segunda etapa, já com um entendimento básico do programa, os alunos deveriam criar a maquete digital do terreno e entorno no Sketch Up 4. Além da modelagem tridimensional, os alunos iriam aplicar texturas (imagens em formato jpg)

nos edifícios a partir das fotos que eles tirariam no local. Fariam também uma simulação da iluminação natural por ação do sol no modelo, que o programa permite através da inserção dos dados de localização geográfica do terreno e orientação solar. Esta etapa serviria também para que eles praticassem e tirassem suas dúvidas sobre o uso do programa.

Os Exercícios de Modelagem da terceira etapa foram desenvolvidos com o objetivo de exercitar a prática da modelagem tridimensional através da criação de formas na escala arquitetônica. Para a elaboração destes exercícios, várias bibliografias foram consultadas e chegou-se à conclusão de que os exercícios de modelagem CAD propostos nos capítulos 1 e 2 da bibliografia “The CAD Design Studio. 3D Modeling as a Fundamental Design Skill” do professor Stephen Paul Jacobs seriam os mais indicados para realizar esta tarefa pela sua base teórica que aborda questões presentes no processo de projeto arquitetônico com estímulo da criatividade, liberdade de criação e motivação de um raciocínio tridimensional.

A idéia principal na criação destes exercícios foi lançar desafios de modelagem na escala da arquitetura sem indicar uma solução passo a passo, mas mostrando uma ou duas soluções possíveis para cada situação, enfatizando as relações de proporção, escala, processos de adição e subtração, circulação vertical, estruturas de vários níveis e variações formais. Assim, os alunos foram motivados a chegar a soluções tridimensionais através do seu próprio raciocínio utilizando as ferramentas disponíveis no programa. A estrutura definida nos Exercícios de Modelagem foi a seguinte:

1. Modelagem Básica de Objetos e Visualização
2. Modelagem pelo Processo de Adição
3. Modelagem pelo Processo de Subtração
4. Modelagem de Circulação Vertical
5. Modelagem Livre

Na quarta etapa os alunos passariam ao estudo preliminar do projeto com uma boa prática de uso e entendimento do funcionamento do programa SketchUp 4 e suas possibilidades de apoio ao processo de projeto. Para um melhor aproveitamento das

ferramentas do programa na etapa de criação do projeto, o estudo preliminar foi dividido nas seguintes etapas:

1. Definição do programa de necessidades.
2. Pré-dimensionamento dos espaços criando blocos no Sketch Up.
3. Desenvolvimento formal do projeto criando um estudo volumétrico digital considerando o pré-dimensionamento.
4. Desenvolvimento funcional do projeto atendendo a legislação pertinente, com ênfase no desenho técnico arquitetônico.
5. Desenvolvimento do projeto – estudo preliminar baseado no estudo formal e funcional;
6. Finalização do estudo preliminar do projeto no modelo digital.

A aplicação das estratégias buscou adaptar-se à estrutura do plano de ensino corrente na disciplina definida pelo professor. Neste processo houve a preocupação em não interferir na seqüência de aulas e aplicar as estratégias nos momentos mais oportunos.

5.6. A Aplicação das Estratégias na disciplina Projeto 2

A aplicação das estratégias pedagógicas acompanhou todo o decorrer da disciplina Projeto 2 no segundo semestre letivo de 2005, em um total de 150 horas/aula. O grande imprevisto ocorrido neste período foi a decisão do Departamento de Arquitetura em aderir à greve dos professores da Universidade Federal de Santa Catarina. A paralisação total das aulas ocorreu no início do segundo mês letivo e houve um aproveitamento deste período para o ensino e prática do uso do programa Sketch Up 4 através da disponibilidade junto ao Departamento de Expressão Gráfica de um laboratório de informática. A seguir são descritos o andamento da disciplina e a aplicação das estratégias, mostrando os resultados encontrados pelos alunos.

No início das atividades houve a apresentação da disciplina, exposição de imagens e debate sobre conceitos de arquitetura e projeto de arquitetura. Foram introduzidos os conceitos do uso da informática em arquitetura e apresentado o programa Sketch Up 4, demonstrando suas possibilidades de uso, juntamente com a entrega da apostila

de Exercícios Tutoriais, a primeira etapa das estratégias. Os alunos foram motivados a realizar estes exercícios como meio de aprendizado básico do programa, com o esclarecimento de dúvidas durante as aulas de projeto.

O tema Albergues da Juventude foi selecionado pelas características de ser um lugar de convívio e abrigo de diferentes culturas, com o objetivo de estimular o diálogo e a troca de idéias e atender a vocação turística de Florianópolis. O terreno selecionado para o projeto do Albergue está situado no centro da cidade, à Rua Vidal Ramos, próximo à praça XV de Novembro. Sua seleção se deveu à localização central, seu acesso fácil e seu contexto, proximidade com a rodoviária, o terminal urbano, parques, comércio, serviços, espaços culturais e patrimônio histórico, e na possibilidade de responder a estas demandas no projeto.

Na visita ao terreno foi realizado um debate sobre a cidade, características e contextualização do terreno no local e do local na cidade. Os alunos foram divididos em 3 grupos de 5 membros com as seguintes tarefas:

Grupo 1: Registro fotográfico e desenho dos edifícios, do entorno e do movimento da cidade.

Grupo 2: Registro métrico dos edifícios vizinhos.

Grupo 3: Registro métrico do terreno, rua, passeio, equipamentos urbanos etc.

Os registros do terreno e entorno foram reunidos e acertados para que as maquetes física e digital se baseassem nos mesmos dados. A seguir são apresentados os registros fotográficos do terreno feitos pelos alunos e uma planta cadastral da malha urbana cedido pelo IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis.



Fig. 31: O terreno com muro frontal.



Fig. 32: O edifício eclético tombado, vizinho ao terreno.



Fig. 33: Planta cadastral com o terreno marcado de vermelho.

Após a visita ao terreno foi realizada uma viagem e estadia com os alunos no Albergue da Luz, localizado no bairro do Santinho em Florianópolis. Esta experiência teve como objetivo motivar uma opinião crítica dos alunos sobre o albergue, sua forma, funcionamento, o programa de necessidades, suas relações com o entorno, sua essência como local de encontro de jovens de diversas origens, culturas e necessidades. Após a viagem, os alunos concluíram a maquete física em isopor e papel paraná do terreno e entorno na escala 1/200, conforme a imagem apresentada abaixo.

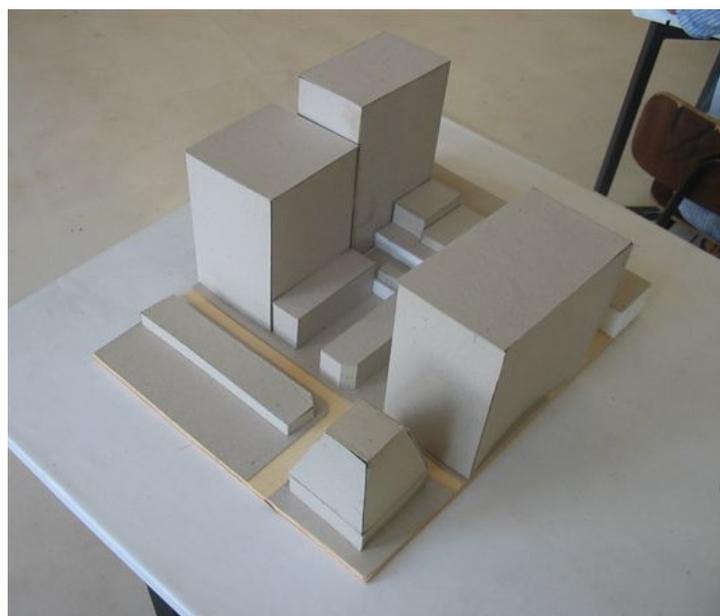


Fig. 34: O modelo físico do terreno em escala 1/200.

Com a finalização da maquete física, foi iniciada a modelagem da maquete digital do terreno e entorno com uso do programa Sketch Up 4 no laboratório de informática. Esta modelagem envolveu a criação dos modelos tridimensionais do terreno, rua, passeios, edifícios do entorno, aplicação das texturas e simulação da iluminação natural de acordo com os dados da localização geográfica do terreno. A seguir são apresentadas imagens dos modelos digitais feitos por alguns alunos.



Fig. 35: Modelagem do terreno das alunas Letícia e Anielle.



Fig. 36: Modelagem do terreno dos alunos André e Jeque.

Com o fim da maquete digital do terreno e entorno foi iniciada a etapa de Exercícios de Modelagem com o programa Sketch Up 4. Estes exercícios tiveram por objetivo

exercitar a prática de modelagem tridimensional dos alunos na escala da arquitetura, permitindo liberdade de criação e experimentação. A seguir são apresentadas as imagens de alguns modelos criados pelos alunos nesta etapa.

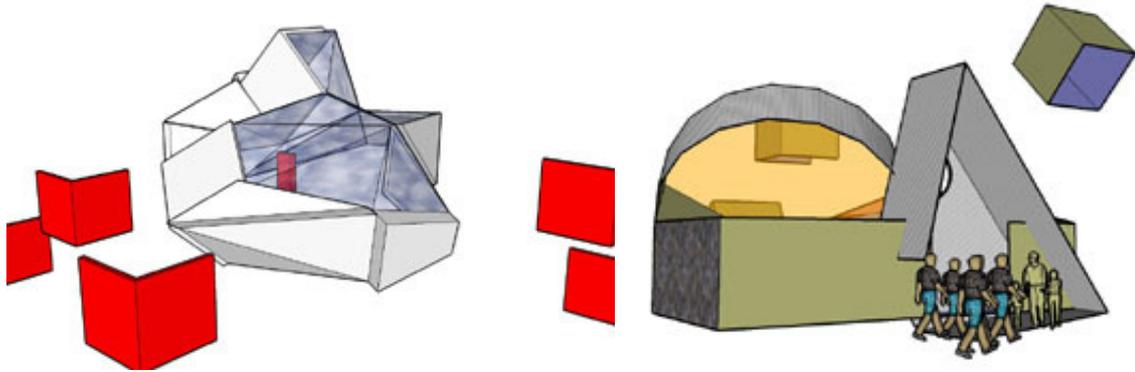


Fig. 37: Modelagem pelo processo de adição, aluno Vinicius.
Fig. 38: Modelagem pelo processo de adição, alunos Silvia e Marco.

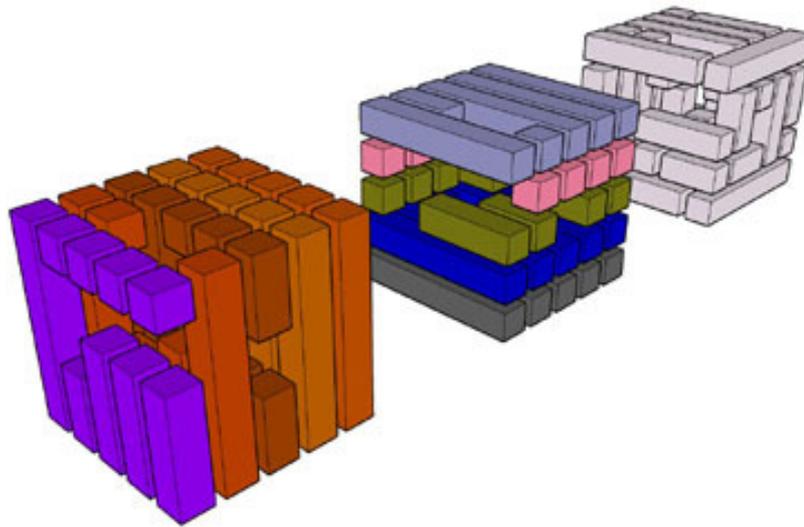


Fig. 39: Modelagem pelo processo de subtração, aluno André.

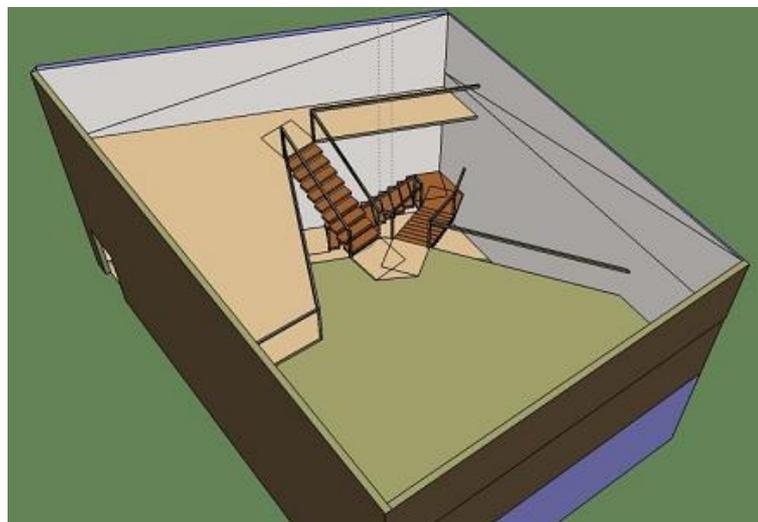


Fig. 40: Modelagem de Circulação Vertical, aluno André.

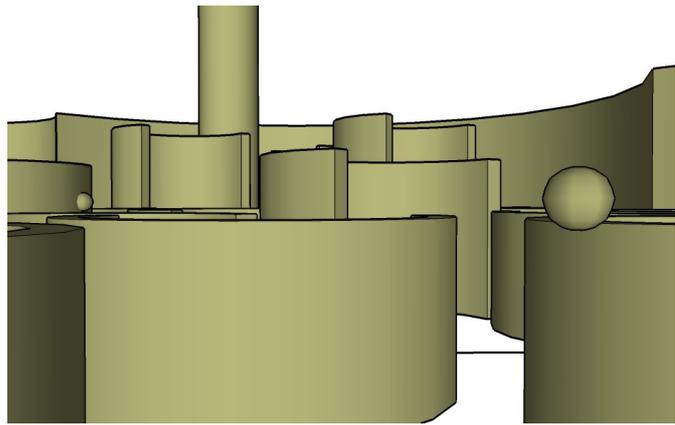
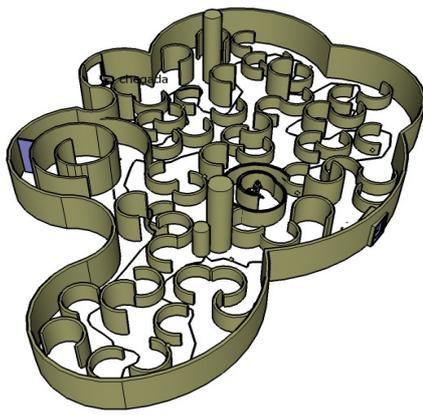


Fig. 41 e 42: Modelagem Livre: Labirinto das alunas Letícia e Anielle.

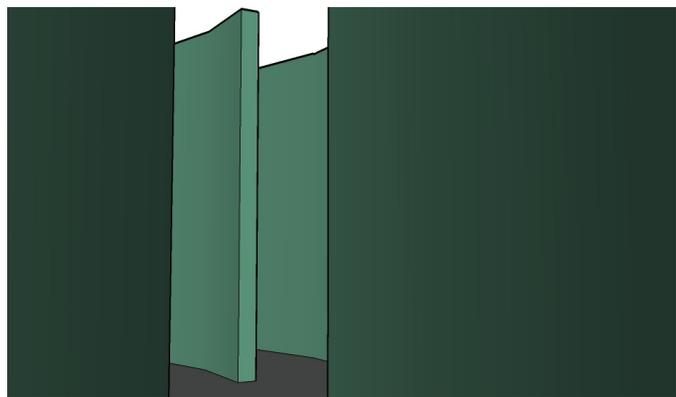
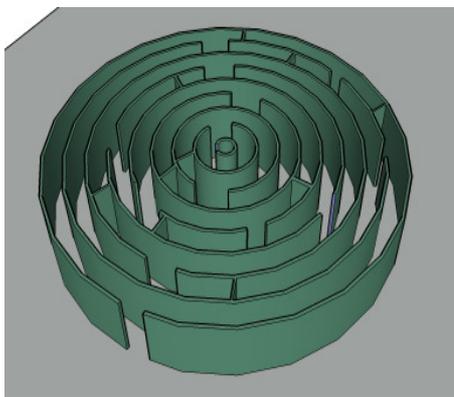


Fig. 43 e 44: Labirinto das alunas Silvia e Marco.

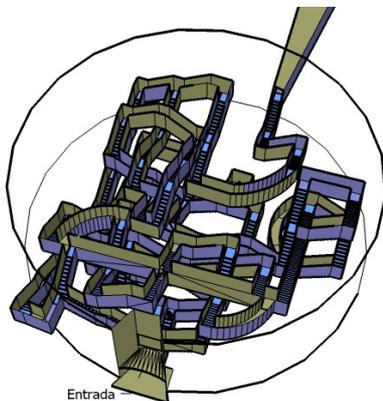


Fig. 45 e 46: Labirinto do aluno André.

Com o fim da etapa de Exercícios de Modelagem, iniciaram as atividades de estudo preliminar nos Exercícios de Projeto. Foi realizada uma exposição das maquetes física e digital, debate sobre os conceitos do projeto, contextualização do terreno e entorno e exposição dos dados da legislação vigente ao terreno. Após este debate inicial, foi desenvolvido o Programa de Necessidades para o Albergue com a relação de atividades previstas:

- Dormir
- Conviver / Estar
- Higiene Pessoal
- Cozinhar / Comer
- Beber / Bar
- Recepcionar
- Pais Alberguistas
- Serviço
- Lazer
- Estacionar

Com o programa definido, desenvolveu-se o fluxograma de distribuição e relação dos ambientes que agregam as atividades e chegou-se ao seguinte diagrama esquemático:

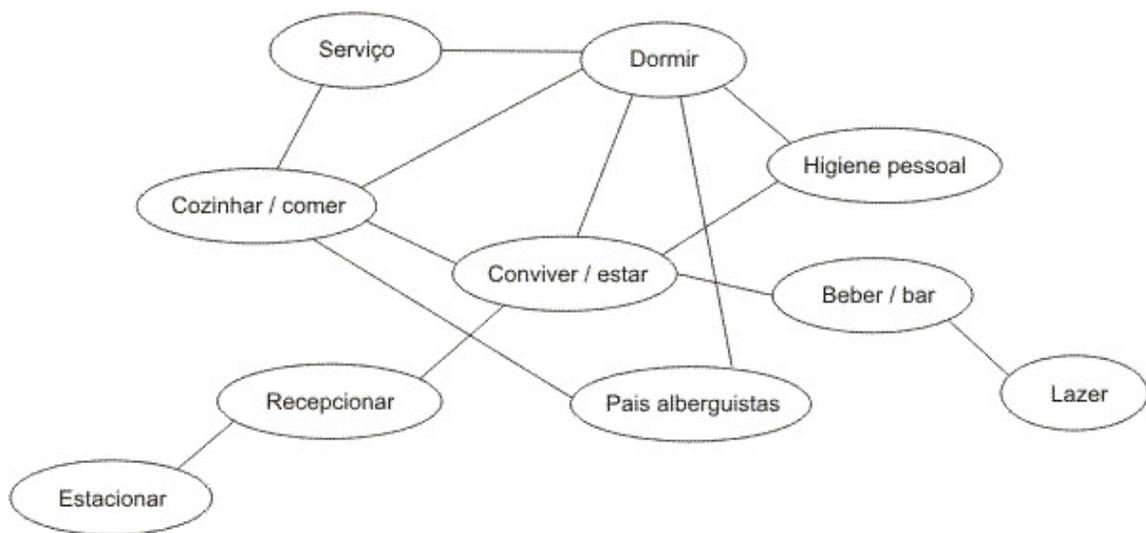


Fig. 47: Fluxograma do Albergue.

Após o fluxograma foi desenvolvido o pré-dimensionamento dos espaços juntamente com os alunos, de modo a fornecer o espaço mínimo adequado para cada ambiente dentro das limitações do terreno. A partir desta definição métrica, os alunos começaram a fazer o estudo volumétrico criando blocos para cada espaço/ambiente no Sketch Up, posicionando e organizando cada bloco para atender o programa de necessidades. Três alunos tiveram dificuldade em fazer uma proposta de distribuição espacial dos blocos direto no computador e fizeram esboços no papel com as primeiras idéias para depois passar ao computador. Os outros alunos fizeram os

estudos volumétricos no programa sem maiores dificuldades. Não houve restrição na escolha do instrumento para projetar, os alunos foram motivados a usar o computador juntamente com os desenhos à mão livre e modelos físicos. A seguir são apresentados alguns estudos desenvolvidos pelos alunos.

A aluna Letícia dividiu as atividades em 2 pavimentos, deixando no térreo as atividades de recepção, bar, pais alberguistas, serviços e sanitários. No 2º pavimento foram concentrados os dormitórios e sanitários. A aluna mostrou desenvoltura com o uso do Sketch Up e conseguiu desenvolver um esquema de distribuição espacial, apesar de não ter considerado a totalidade do número de dormitórios necessários.

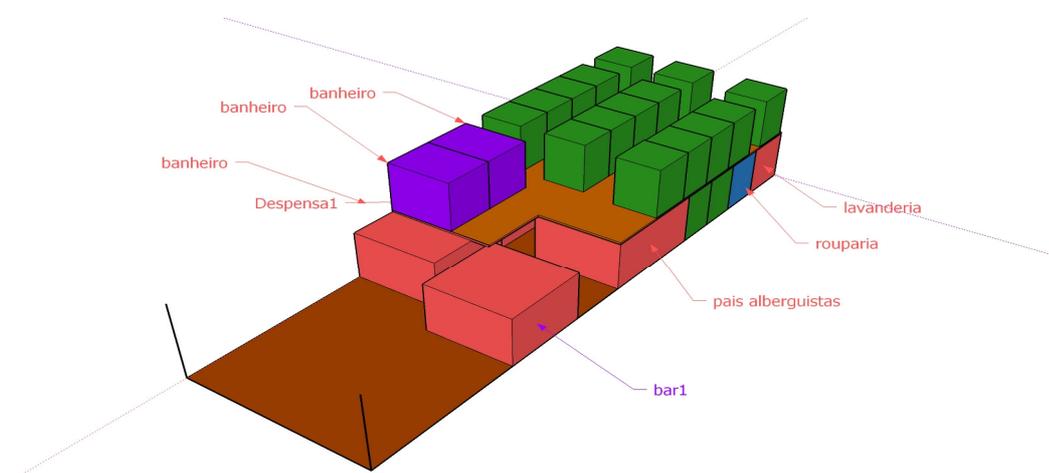


Fig. 48: Estudo Volumétrico da aluna Letícia.

O aluno Filipe também dividiu as atividades em 2 pavimentos, separando os dormitórios no pavimento superior das outras atividades no térreo. O aluno fez uso de modelos da biblioteca do Sketch Up, mostrando uma preocupação com a escala humana e as possibilidades de abrigar uma garagem, espaço para colocação de bicicletas e a escada na parte de trás do terreno, em uma tentativa de resolver a circulação vertical. Ele mostrou desenvoltura com o Sketch Up e bom raciocínio espacial.

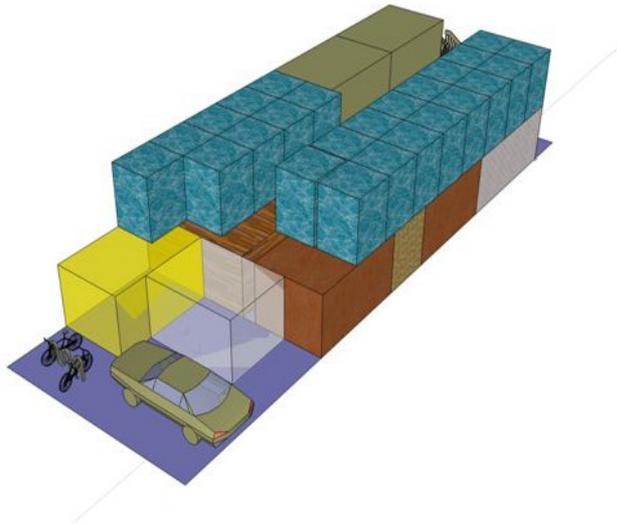


Fig. 49: Estudo Volumétrico do aluno Filipe.

O aluno Marco dividiu as atividades da mesma forma, separando os dormitórios no andar superior. Como o aluno Filipe, ele fez uso dos modelos do Sketch Up em uma tentativa de “humanizar” o estudo, utilizando carros, bancos na área de estar, mesa na área de jantar, uma escada, tentando resolver a circulação vertical e uma árvore na área de convivência. Mostrando um estudo mais desenvolvido, o aluno resolveu muito bem o estudo volumétrico, dando indícios de que desenvolveu raciocínio espacial.

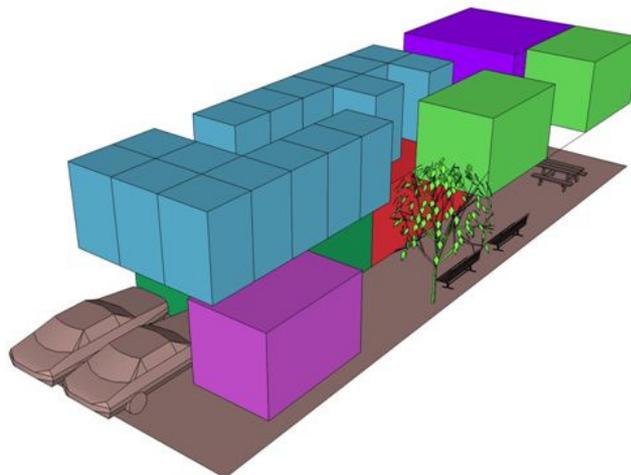


Fig. 50: Estudo Volumétrico do aluno Marco.

Após o estudo volumétrico, foram passados aos alunos os desenhos bidimensionais em vista superior dos móveis e equipamentos que poderiam compor cada ambiente.

Com estas referências os alunos sentiram maior facilidade em fazer o estudo volumétrico do projeto, pois eles podiam manipular os espaços vendo o que estes espaços comportavam, o que não era permitido anteriormente com os espaços definidos somente como blocos cúbicos. A seguir é apresentado o desenvolvimento de alguns projetos.

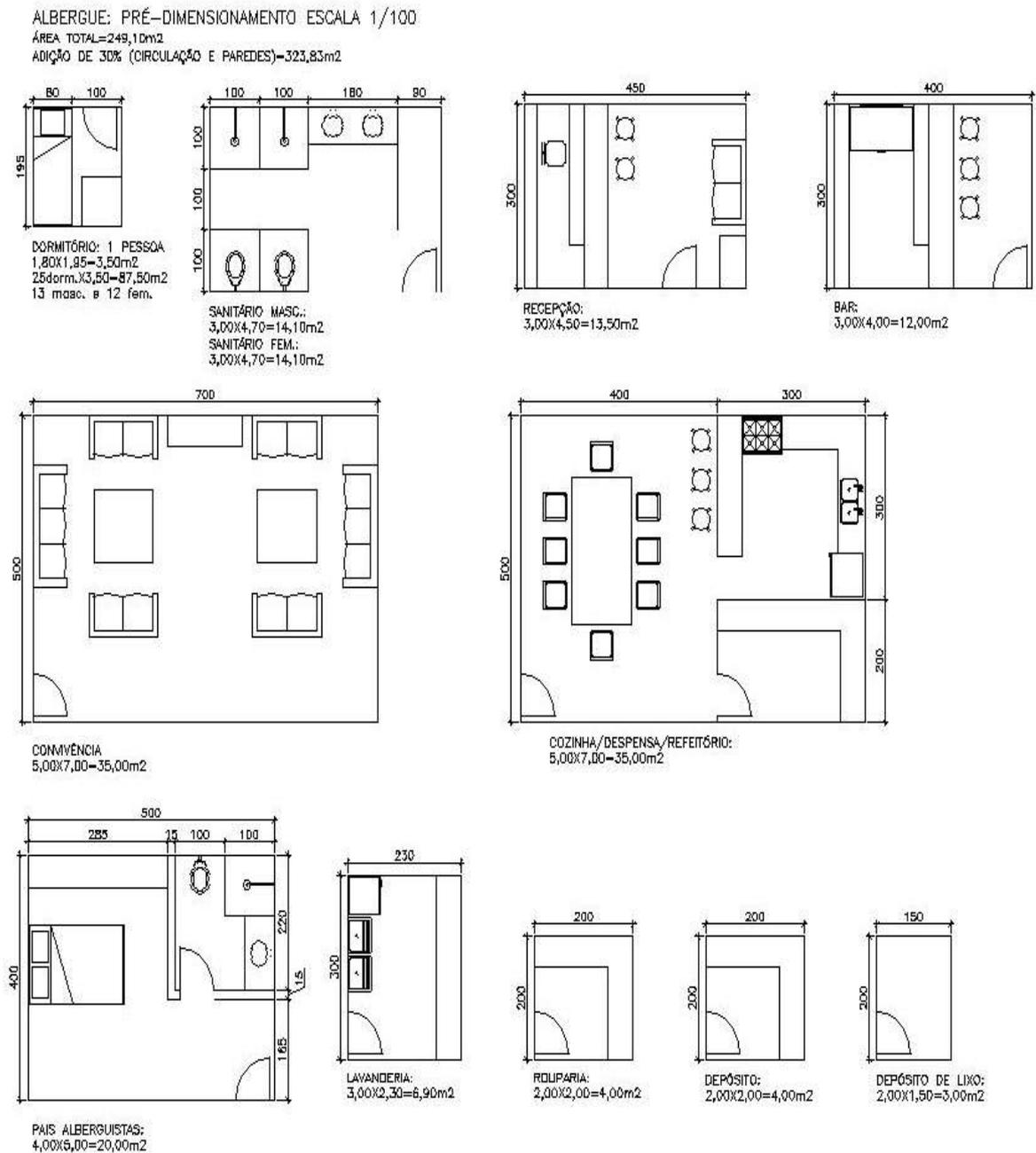


Fig. 51: Pré-dimensionamento dos espaços do Albergue.

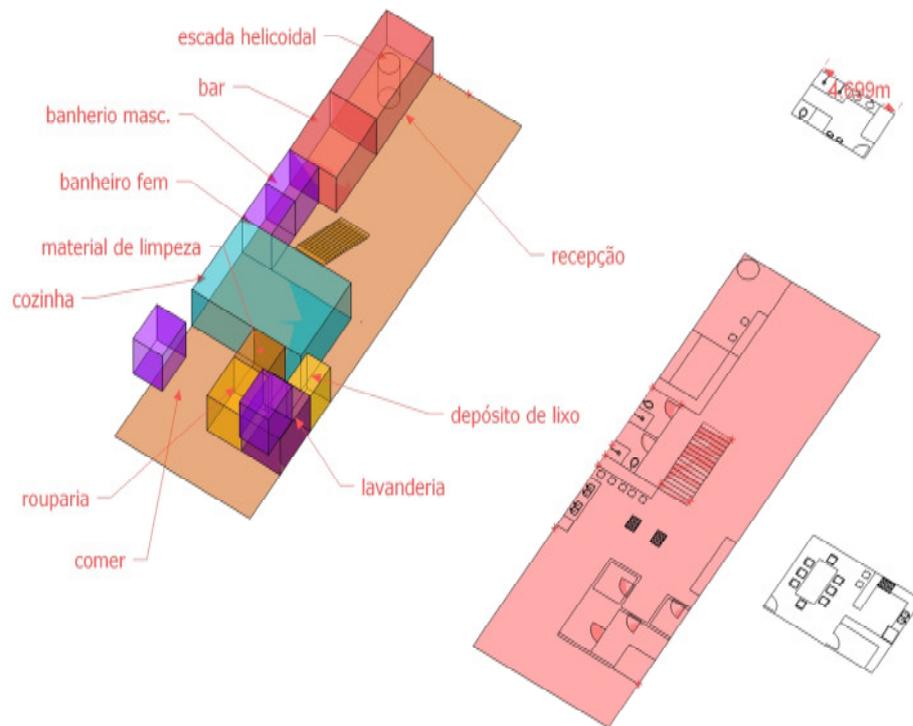


Fig. 52: Estudos iniciais de projeto das alunas Letícia e Silvia – 1º. pavto.

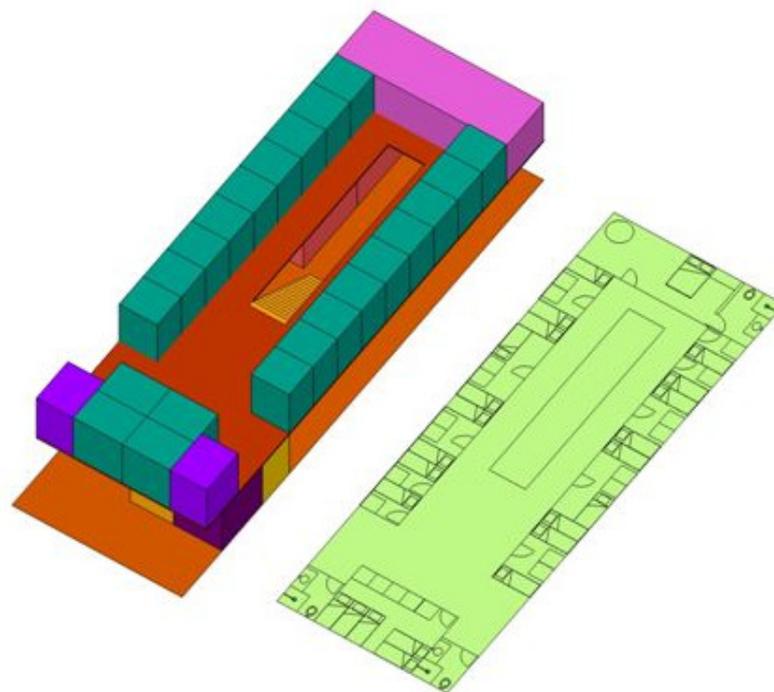


Fig. 53: Estudos iniciais de projeto das alunas Letícia e Silvia – 2º. pavto.

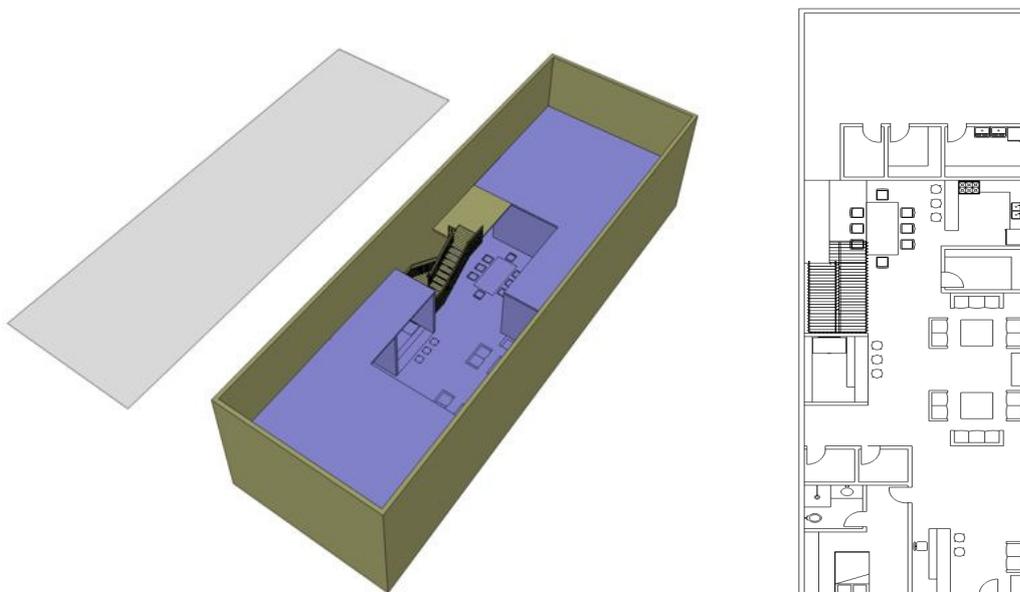


Fig. 54: Estudos iniciais de projeto do aluno Vinicius com planta do 1º pavto.

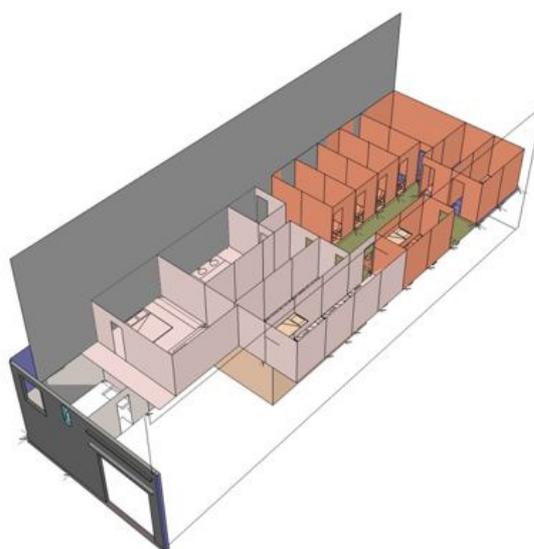


Fig. 55: Estudos iniciais de projeto do aluno André.

Os alunos continuaram desenvolvendo o estudo preliminar, trabalhando com o pré-dimensionamento bidimensional e com a modelagem tridimensional das paredes e suas aberturas. O estudo preliminar foi caracterizado como uma investigação por tentativa e erro, onde os alunos adotavam as soluções que consideravam de maior viabilidade. Os projetos foram ganhando forma com a criação e posicionamento do mobiliário e equipamentos, estudo da circulação vertical, relação entre os ambientes, preocupação com o conforto e atendimento ao programa de necessidades. É interessante notar que a aluna Letícia não abandonou o estudo volumétrico com os cubos e manteve sempre uma correspondência deste com o estudo preliminar mais desenvolvido. O aluno André colocou o projeto no terreno e isto deu uma outra interpretação da proposta. Os desenvolvimentos são mostrados a seguir.

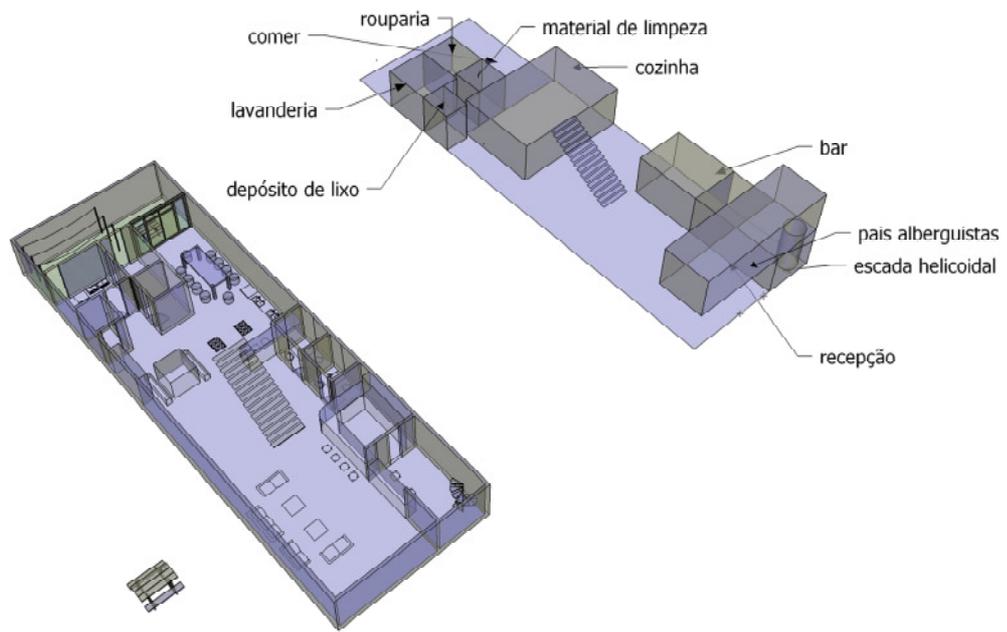


Fig. 56: Desenvolvimento do projeto das alunas Letícia e Silvia – 1º. pavto.

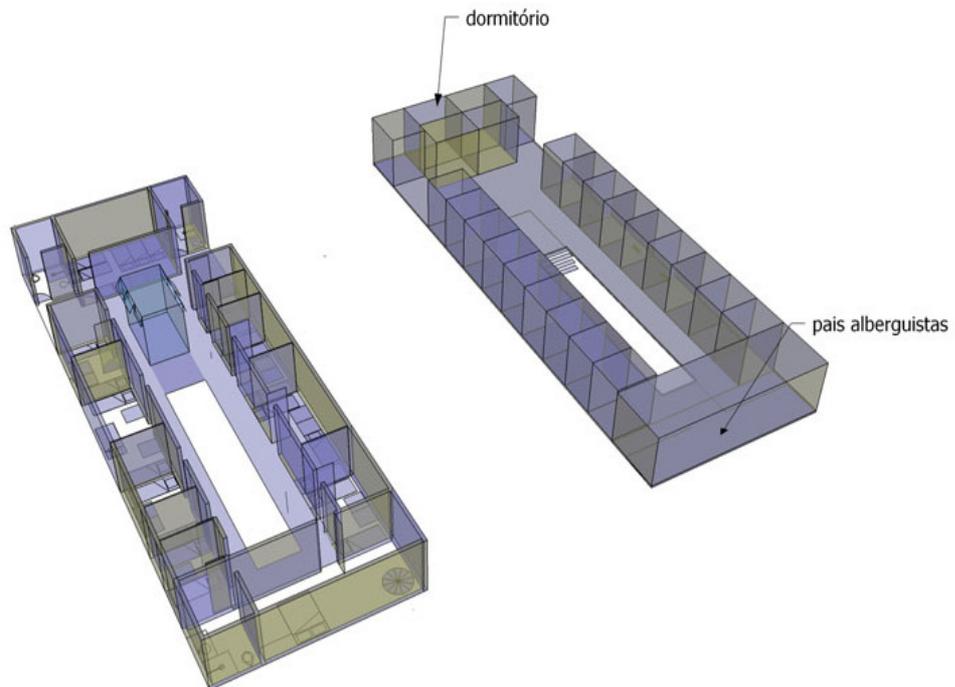


Fig. 57: Desenvolvimento do projeto das alunas Letícia e Silvia – 2º. pavto.

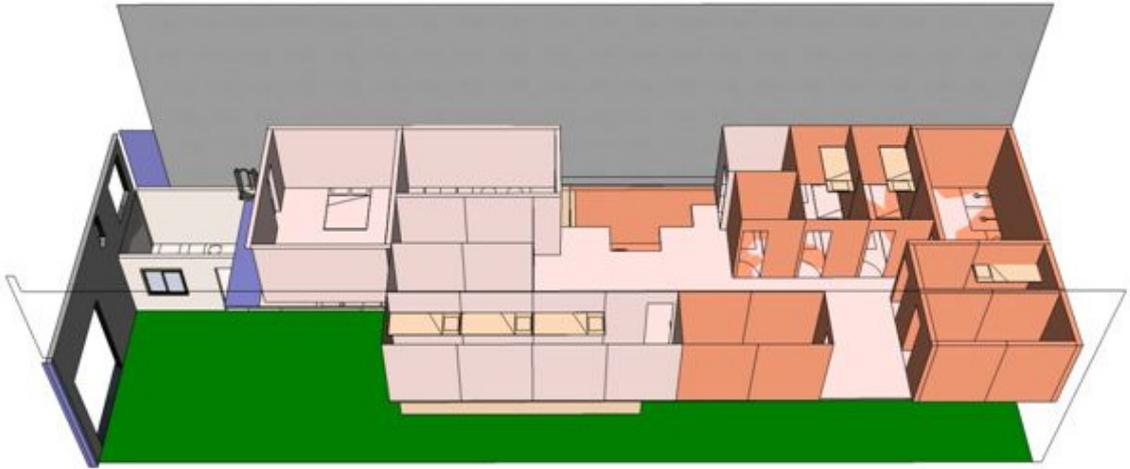


Fig. 58: Desenvolvimento do projeto do aluno André – vista lateral.



Fig. 59: Desenvolvimento do projeto do aluno André – entorno.



Fig. 60: Desenvolvimento do projeto do aluno André – vista interna.



Fig. 61: Desenvolvimento do Estudo Preliminar do aluno Jeque.

Encerrando esta primeira aproximação, a etapa de Desenvolvimento Formal do Projeto, os alunos finalizaram o que foi um exercício de entendimento tridimensional e posicionamento dos espaços no terreno, que necessitava ainda de um maior desenvolvimento nas próximas etapas para resolver o encontro e a relação entre os ambientes, mas que já se mostrava suficiente para avaliação. A seguir um projeto apresentado é descrito e analisado sucintamente.

O projeto apresentado pelo aluno André separou os dormitórios no andar superior das atividades sociais e de serviço no andar inferior, que ele já vinha trabalhando desde o estudo volumétrico. Na entrada do albergue, foi definida uma área livre que serve como área de acesso e recepção e área do bar, com mesas, cadeiras e vegetação. Esta área livre continua pela lateral do terreno e faz ligação com outra área livre no final do terreno, que serve de espaço para churrasqueira, depósito e área de serviço. Foi criado um fechamento para a área de estar logo após o bar para dar privacidade a esta área. Logo após, a sala de jantar, cozinha, despensa e a escada de acesso ao pavimento superior. No 2º. pavimento os dormitórios foram concentrados na parte de fundos e no meio do terreno, com o dormitório dos pais alberguistas na parte frontal, fazendo conexão com a recepção. Na área central, espaço para circulação e um mezanino que dá vista para a sala de jantar.

O projeto constituiu uma boa proposta inicial, necessitando de um maior desenvolvimento da área dos dormitórios, da estrutura, do conforto ambiental,

estudos de iluminação e ventilação, contextualização e relações com o exterior e outros fatores a serem abordados nas próximas etapas da disciplina. O aluno mostrou uma boa desenvoltura no uso do Sketch Up, demonstrando seu entendimento e capacidade de concepção, análise e modificação dos espaços tridimensionais no ambiente digital.



Fig. 62: Perspectiva do projeto do aluno André.



Fig. 63: Vista lateral do projeto do aluno André.



Fig. 64: Vista interior do projeto do aluno André – sala de estar com vista para a entrada.



Fig. 65: Plantas baixas do 1º. e 2º. pvto. em perspectiva do projeto do aluno André.

Na etapa de Desenvolvimento Funcional do Projeto, os alunos foram envolvidos em uma segunda aproximação, considerando novos fatores no projeto como o atendimento à legislação da prefeitura, o maior desenvolvimento da relação dos ambientes, as necessidades em torno do conforto ambiental, a resolução da estrutura, circulação vertical adequada e o atendimento às normas dos desenhos técnicos arquitetônicos. A grande maioria dos alunos apresentou o projeto desta etapa em desenhos à mão, com exceção do aluno Guilherme que utilizou o

programa Vector Works, que é ensinado na disciplina Introdução ao CAAD, para criar os desenhos técnicos projetivos.

Na entrada do albergue do Guilherme foi criada uma rampa que conduz ao subsolo com estacionamento, área de serviços, lavanderia, bicicletário e depósitos. Ao lado da rampa há um espaço de recepção e uso de internet, seguido de um corredor que leva à escada de acesso ao segundo pavimento e na parte de trás o espaço da cozinha, sala de jantar e bancada. No segundo pavimento foi criado um mezanino com um amplo ambiente de estar. Nos pavimentos superiores foram distribuídos os dormitórios, sanitários e quarto dos pais alberguistas. Para resolver o problema de pouco espaço nos dormitórios, Guilherme criou um desenho de móvel que abriga três camas conjugadas, economizando espaço e permitindo, ainda, guardar malas e objetos. Para permitir a entrada de iluminação e ventilação natural foi criada uma abertura no telhado que atravessa todos os pavimentos do edifício até o subsolo.

No processo de concepção do projeto, o aluno Guilherme trabalhou no modelo do programa Sketch Up até o detalhamento dos móveis, o que lhe permitiu explorar tridimensionalmente as idéias e testar soluções, observando o resultado do geral ao particular. Este modelo foi, também, trabalhado no programa Vector Works para a criação dos desenhos técnicos arquitetônicos. As imagens do projeto são apresentadas a seguir.

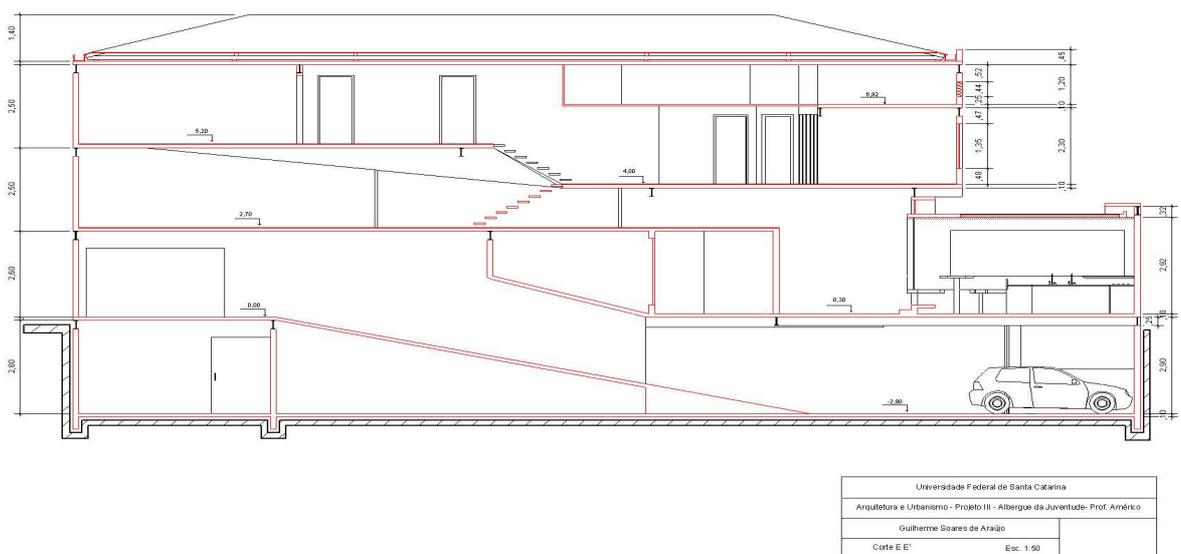


Fig. 66: Corte do projeto do aluno Guilherme.

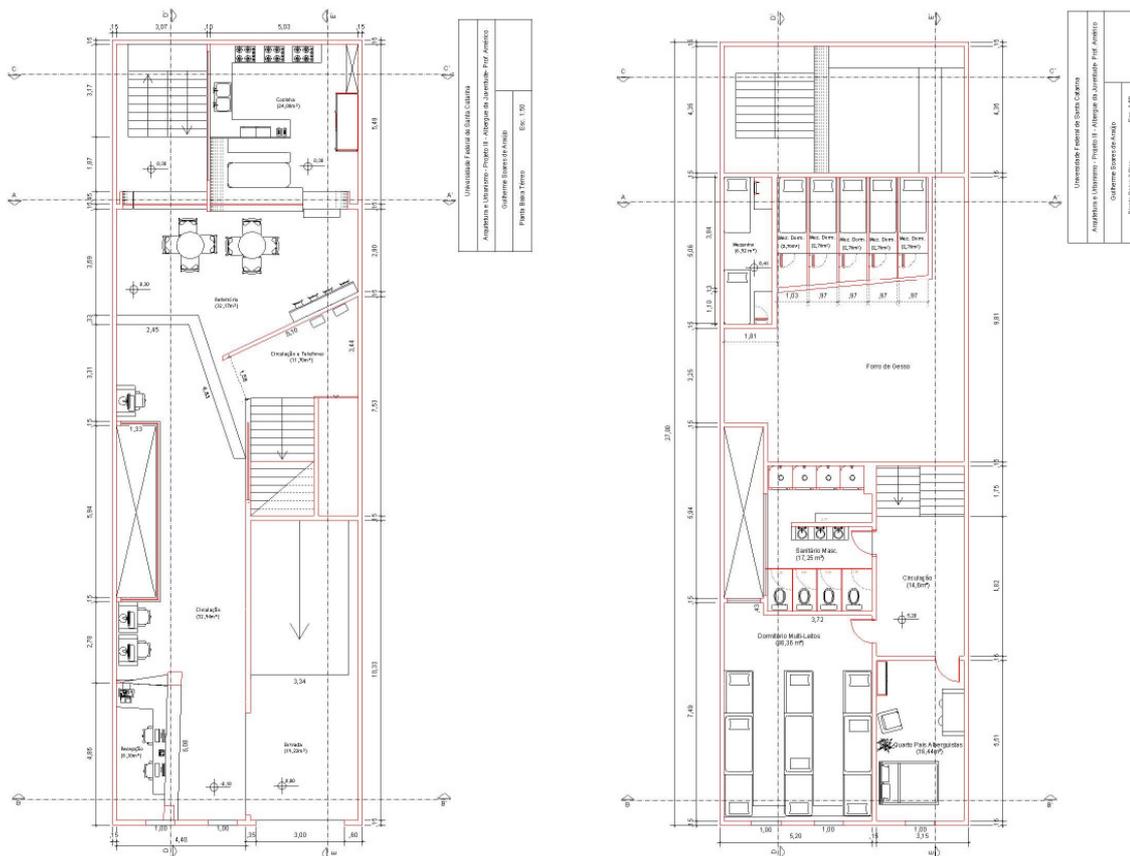


Fig. 67: Plantas baixas do pvtto. térreo e do 3^o pvtto. do aluno Guilherme.



Fig. 68: Corte em perspectiva do projeto do aluno Guilherme.

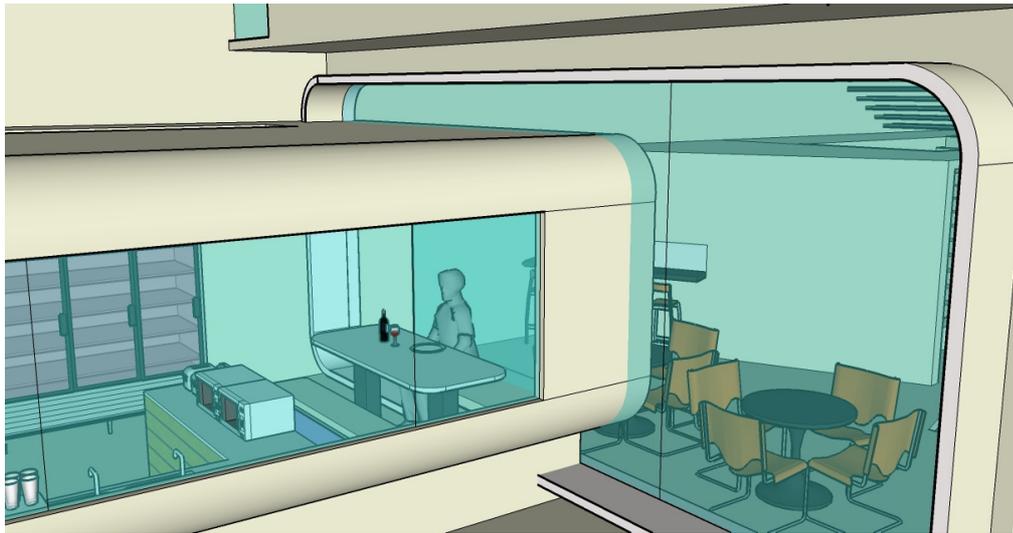


Fig. 69: Sala de jantar e cozinha do projeto do aluno Guilherme.

Com o fim da etapa de desenvolvimento funcional, os alunos estavam aptos a começar a última etapa da disciplina, o estudo preliminar unindo o conhecimento e a prática adquirida no estudo formal e funcional em uma nova proposta. Nesta terceira aproximação os alunos foram envolvidos em um processo de projeto que buscou tanto proporcionar liberdade criativa quanto um rigor na definição e viabilidade construtiva dos projetos de arquitetura.

A aluna Letícia desenvolveu um projeto de quatro pavimentos e um subsolo, onde as atividades foram distribuídas em espaços estruturalmente definidos, ligados pela circulação vertical e horizontal. No subsolo foi criado o estacionamento de veículos, depósitos e sala de jogos, com acesso direto pela rampa que nasce do antigo muro frontal preservado. No térreo, tem-se acesso à recepção, bar, escadas, cozinha, sala de jantar e na área externa mesas do bar, jogos, elevador e lavanderia. No primeiro pavimento foram localizadas a área de estar, sanitários e varanda. Nos terceiro e quarto pavimentos foram definidas as áreas de dormitórios e sanitários em uma estrutura independente do restante do edifício, reforçando o caráter de recolhimento destes espaços. A aluna demonstrou grande desenvoltura no uso das técnicas de computação gráfica e desenvolveu um processo criativo com uso intensivo de maquetes de estudo de isopor e no programa Sketch Up. Este processo permitiu que a aluna explorasse suas idéias do geral ao particular através de diversas aproximações.

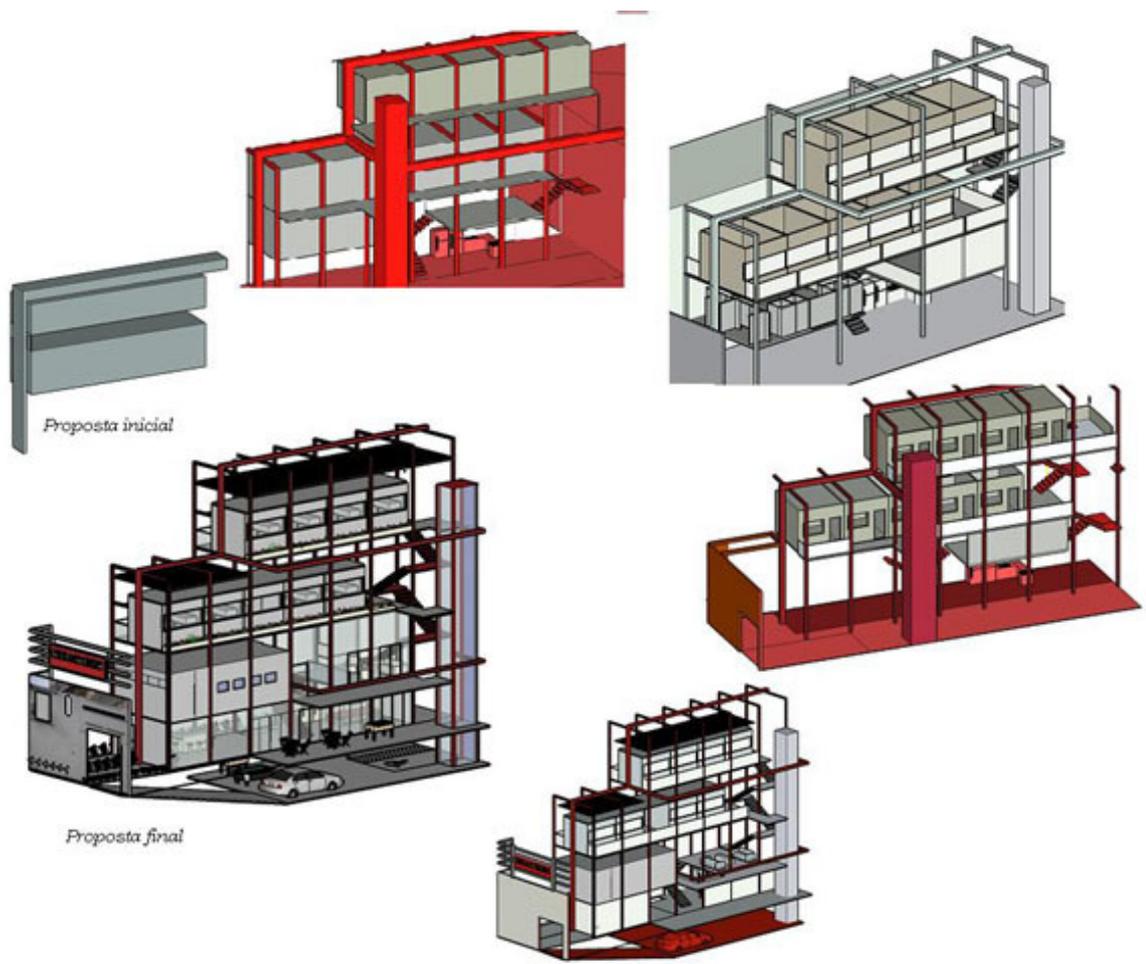


Fig. 70: O processo do projeto da aluna Letícia.

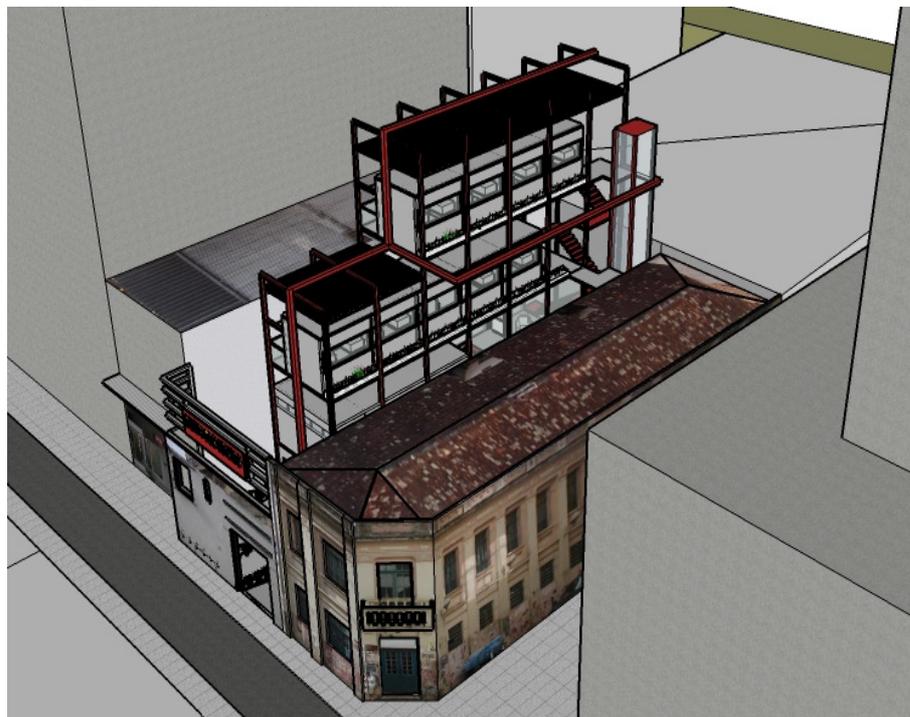


Fig. 71: Albergue da aluna Letícia.



Fig. 72: Ambiente de estar do Albergue da aluna Leticia.

O aluno Guilherme desenvolveu um projeto que buscou a distribuição das atividades em toda a área do terreno em quatro pavimentos e subsolo, e em uma tentativa de contextualizar o edifício, criou um desenho que dialoga com os edifícios vizinhos. No acesso, o muro frontal foi demolido e foi criada uma rampa que leva ao subsolo com o estacionamento e atividades de lavanderia e depósitos. No térreo, as atividades de recepção, bar, cozinha, jantar, área de estar e jogos, dando acesso a uma área verde criada nos fundos do terreno. No primeiro pavimento, um estar íntimo e quarto dos pais alberguistas. No terceiro e quarto pavimentos, os dormitórios, sanitários, mezanino e varanda, aproveitando a iluminação natural que incide neste local.

Mostrando uma grande desenvoltura e facilidade no uso do SketchUp durante o processo criativo, conquistados através da prática, o aluno explorou sua proposta na definição tridimensional completa do edifício, dos materiais de revestimento à locação dos móveis e equipamentos.



Fig. 73: Fachada frontal do Albergue do aluno Guilherme.



Fig. 74: Corte em perspectiva do Albergue do aluno Guilherme.



Fig. 75: Ambiente de bar do Albergue do aluno Guilherme.

O aluno André apresentou um projeto que também buscou uma contextualização do edifício com o entorno, criando elementos na fachada que dialogam com os edifícios vizinhos. As atividades foram distribuídas em blocos separados, buscando uma idéia de independência e privacidade em cada espaço. Na parte frontal do projeto, foram distribuídas as atividades de recepção, estar, bar e estacionamento. Na parte intermediária do terreno, foram criados os dormitórios em quatro blocos verticais ligados por escadas e passarelas, com espaços residuais definindo pátios no térreo. Na parte de trás do terreno foram localizados os sanitários, cozinha e refeitório.

O aluno desenvolveu um processo de projeto baseado principalmente no uso das ferramentas do programa Sketch Up, explorando sua resolução tridimensional. Este procedimento permitiu-lhe resolver o projeto em uma trama de circulações e blocos que de outra maneira seriam difíceis de serem concebidos e apresentados.



Fig. 76: Fachada frontal do Albergue do aluno André.



Fig. 77: Corte em perspectiva do Albergue do aluno André.



Fig. 78: Vista de um dos pátios do Albergue do aluno André.

5.7. A Opinião dos Alunos e do Professor de Projeto

A opinião dos alunos com relação ao aprendizado do programa Sketch Up 4 e ao desenvolvimento do projeto com o uso de suas ferramentas é de extrema importância na busca do melhoramento das estratégias como procedimento pedagógico adequado ao processo de projeto. Dos 9 alunos que participaram das atividades, 6 responderam aos questionários ao final da aplicação. O questionário padrão está localizado no Apêndice C. A seguir as respostas são apresentadas divididas nas 4 etapas das estratégias.

Etapa 1 – Exercícios Tutoriais

Os exercícios tutoriais tinham por objetivo ensinar de uma maneira bastante clara o funcionamento básico do programa Sketch Up 4, servindo, também, como guia de referência. Sobre o aprendizado do programa que a apostila proporcionou, em uma escala de 1 a 5 que expressa do baixo ao alto aproveitamento, 3 alunos deram nota 5 e 2 alunos nota 3. Sobre a possibilidade dos exercícios terem estimulado a criatividade no processo de projeto, 3 alunos deram nota 4, um aluno nota 3 e um aluno nota 2. Quando perguntados se os exercícios tutoriais estimulavam a criatividade, as respostas foram diversificadas, como mostrado a seguir:

“Sim, porque com eles pude aprender tecnicamente como colocar em prática idéias que antes estavam só na imaginação, ou até ter idéias ao acaso durante a exploração dos exercícios”.

“Ajudaram, porque fizeram com que eu tivesse idéia de como começar a fazer algo de forma simples. Com o próprio projeto em sim mesmo”.

“Não muito. Os exercícios foram interessantes para aprender a mexer com o programa. Para mim eles serviram como uma ferramenta para conseguir aprender a usar o programa”.

“Não vi o programa como uma força de estimulação para a criação, apenas uma estimulação para o desenvolvimento de um pré-projeto já elaborado. O Sketchup4 possibilita a visualização da idéia de forma simples e clara, atuando como programa de APOIO ao desenvolvimento”.

Etapa 2 – Maquete eletrônica do terreno e entorno

A criação da maquete digital do terreno e entorno tinha por objetivo que os alunos modelassem um ambiente arquitetônico real e que servisse, também, para que eles praticassem e tirassem suas dúvidas sobre o uso do programa. Sobre o aprendizado do programa, que a criação da maquete proporcionou, 4 alunos deram nota 5, 1

aluno nota 4 e 1 aluno nota 3. Sobre a possibilidade dos exercícios terem estimulado a criatividade no processo de projeto, 2 alunos deram nota 5, 3 alunos nota 3 e um aluno nota 2. Quando perguntados se a maquete estimulou a criatividade, as respostas foram:

“Estimularam, porque facilitou na compreensão do próprio terreno, como incentivou na criação de várias idéias para o projeto”.

“Não tanto a criatividade, pois foi mais passar dados para o sketchup, construir com base no real que propriamente criar, mas me mostrou como pode ser rica a forma de apresentar um trabalho”.

“Mais ou menos. Achei muito difícil desenvolver um projeto só usando o computador, sem desenhar à mão. Mas por outro lado o estudo com a maquete, do entorno, facilitou a minha visão de projeto, visto que podemos testar vários modelos usando o entorno”.

“Sim, juntando as fotos batidas no local, com a modelagem 3D feita no programa, podemos fazer uma maquete legal, ajudando, também, no processo criativo do projeto final, possibilitando analisar não só o terreno, mas todo o contexto em que ele estava inserido, e mais profundo que apenas as fotografias, ou apenas uma maquete”.

“Não, pelo fato desse exercício ter como objetivo principal a reprodução do espaço a ser estudado”.

“O uso da maquete eletrônica ajudou na criatividade, possibilitando uma maior visão do cenário onde atuará o projeto. Através dela pode-se, rapidamente, fazer um exame de luz e sombra, e até uma pesquisa de melhor posicionamento de entrada e circulação no terreno”.

Etapa 3 – Exercícios de Modelagem

Os Exercícios de Modelagem foram criados com o objetivo de exercitar a prática de modelagem tridimensional dos alunos com liberdade de criação e experimentação de composições arquitetônicas. Sobre o aprendizado do programa que os exercícios de composição proporcionaram, 4 alunos deram nota 5 e 2 alunos nota 4. Sobre a possibilidade dos exercícios terem estimulado a criatividade no processo de projeto, 1 aluno deu nota 5 e 5 alunos nota 4. Quando perguntados se os exercícios de modelagem estimularam a criatividade, as respostas foram:

“Os exercícios de modelagem ajudaram na minha criatividade, desde o principio das formas dos próprios objetos na construção, as dimensões, na própria criação do exterior e interior de um projeto”.

“Estes exercícios ajudaram muito a aprender como fazer, a partir daí poder criar, com base nas técnicas dos exercícios, ou seja, a criatividade foi mais estimulada pondo em prática as ferramentas aprendidas que nos próprios exercícios”.

“Sim. Estes exercícios foram muito válidos para estimular a criatividade. Foram exercícios empolgantes. A partir do momento que comecei a mexer com a escada, por exemplo, tive várias idéias de interligar uma à outra. O mesmo aconteceu com o labirinto. O único que limitou

um pouco minha criatividade foi o cubo. Mas mesmo assim, ele valeu para aprender a usar o programa”.

“Sim, estimularam, servindo até mesmo para o processo criativo do projeto final. Além de trazer grande aprofundamento nas técnicas de desenho no Sketch Up”.

“Sim, pelo fato de serem desprendidos de qualquer regra ou limitação, principalmente o exercício do labirinto”.

“Os exercícios ajudam a ampliar as idéias, é como um grande amplificador, porque muitas vezes nos prendemos no projeto a algo que conseguimos visualizar em nossas mentes e mesmo assim não chegam a ter o mesmo resultado. Os exercícios das escadas que vão se ligando foi muito interessante, proporcionam uma certa “viagem” onde há expansão dos limites ao qual estamos acostumados”.

Etapa 4 – Estudo Preliminar – Exercícios de Projeto

No estudo preliminar os alunos deveriam fazer o uso das técnicas de computação gráfica do Sketch Up na etapa de criação do projeto do Albergue como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto. Sobre o aprendizado do programa que o estudo preliminar proporcionou, 2 alunos deram nota 5, 3 alunos nota 4 e 1 aluno nota 3. Sobre a possibilidade do estudo preliminar com uso do programa ter estimulado a criatividade no processo de projeto, 1 aluno deu nota 5, 3 alunos nota 4 e 2 alunos nota 3. Quando perguntados quais aspectos do estudo preliminar estimulou mais a criatividade, as respostas foram:

“os limites sempre tornam os projetos mais difíceis por causa das soluções que temos que obter dele, mas ajuda-nos a sermos mais objetivos de forma que possamos fazer qualquer projeto em qualquer lugar”.

“O método da colocação dos blocos foi válido para termos uma noção de espaço dentro do terreno. Mas é muito difícil desenvolver um estudo de projeto baseado apenas na maquete eletrônica. O fato de estarmos sempre em contato com o terreno e o entorno facilitou muito o desenvolvimento do projeto”.

“Nesta etapa houve apenas um aspecto que, ao mesmo tempo limitou a criatividade, mas também facilitou no desenho inicial do projeto, que foi o uso de uma planta baixa pré-dimensionada de cada cômodo necessário para o Albergue. Limitou a criatividade, porque eu acabei usando o pré-dimensionamento”.

“A liberdade de experimentação formal e a disposição das funções dentro do espaço (albergue), respectivamente”.

“Acredito que o estudo da área atuante em volta do terreno foi muito importante, indicando características históricas e culturais do espaço que será modificado após o projeto”.

Perguntas Finais – Ao final do questionário foram colocadas as seguintes perguntas. As respostas são apresentadas na seqüência:

Pergunta 5: Qual a sua opinião sobre o programa Sketch Up 4?

“Um programa bem simples, mas que oferece muitos recursos e possibilidades, por isso mesmo é gostoso de trabalhar com ele; com facilidade brincar com o programa e brincando acabar chegando a idéias de projeto, volume, composição, disposição... Dá uma noção muito boa do todo, por ser 3D e poder trabalhar com escala humana”.

“Gostei muito pela sua facilidade na modelagem 3D e pelas inúmeras possibilidades de desenho. Pode tanto ser usado para um desenho rápido, como para uma apresentação final ao cliente, sendo que é muito mais específico para arquitetura, e muito mais fácil que o AutoCad, por exemplo”.

Pergunta 6: Qual a sua opinião sobre o uso do programa Sketch Up 4 no processo de projeto? O software foi limitador da sua criatividade?

“Acho o que o programa ajuda muito no processo de um projeto e o software não nos limita, mas sim nos ajuda a ir para mais longe do que imaginávamos (aumentando um pouco mais a minha criatividade)”

“Em alguns pontos sim, mas nada que o papel resolveria muito melhor.. na maioria das vezes o limitador nem era o Sketchup, mas a falta de habilidade do aprendiz em lidar com as ferramentas ou falta de conhecimento de todos os recursos do programa”.

“O programa é muito bom para sabermos como ficará nosso projeto final, em perspectiva. Mas acho que ele limitou um pouco a criatividade. Na minha opinião acho que faltou o uso de outros elementos nas etapas do projeto, pois ficamos apenas usando o computador, sem desenhos à mão, que liberam a criatividade”.

“Não, muito pelo contrário, pela sua modelagem 3D, acabou abrindo uma visão fechada que temos no papel. Por possibilitar várias visões, e até mesmo caminhar dentro do projeto, acaba ajudando na criatividade”.

“O uso do programa no processo de projeto obteve influência muito positiva, sem limitar a criatividade”.

“Não acredito que ele seja um limitador, acho que ajuda a trabalhar a idéia, entretanto não o vejo na forma de um “criador” e sim uma ferramenta de uso prático da visualização. Acredito que a prancheta, o rabisco, ainda sejam as melhores formas de criação”.

Pergunta 7: Você tem alguma sugestão para a melhoria do ensino do programa Sketch Up 4?

“Não, é um programa simples e de fácil aprendizado”.

“Os exercícios da apostila, os tutoriais e o desenvolvimento do projeto foram o bastante para conseguir aprender o programa”.

“Acho que o professor soube administrar bem as aulas, e pude ver entre os colegas que o aprendizado foi satisfatório”.

Pergunta 8: Você tem alguma sugestão para a melhoria do ensino de Projeto com uso do programa Sketch Up 4?

“Eu aconselharia o uso do Sketch Up no projeto, porque ele ajuda no processo da criação do projeto. Mas por outro lado ele não pode ser visto como substituição do croqui, do esboço, mas sim como instrumento de ajuda”.

“Conciliar virtual com real, maquete eletrônica e física”.

“Sim. O uso do programa deveria ser acompanhado com exercícios feitos à mão livre e um estudo em maquete, também, pois, assim, poderíamos relacionar todas estas etapas”.

“Poderia ser usado sempre. Acho que o saldo positivo foi muito grande. Com certeza muitas das idéias surgidas nas aulas do Sketchup serão usadas no projeto final da disciplina, assim como o aprendizado no uso do sketchup serão usados para futuros trabalhos e apresentações”.

“Interagir com outros softwares de criação e apresentação, podendo assim complementar as funções do Sketchup 4”.

A Opinião do Professor de Projeto

O professor Américo Ishida começou seu depoimento sobre a experiência na disciplina de projeto destacando alguns dados cristalizados na cultura do ensino e aprendizagem da arquitetura de tal maneira que não são facilmente percebidos. O roteiro da entrevista está localizado no Apêndice D.

“ensinamos desenho arquitetônico, as diversas perspectivas, desenhos em AUTO-CAD etc fora do atelier de projeto arquitetônico, como conteúdos de disciplinas paralelas. Se isto for uma verdade, ao menos nos termos da produtividade do estudante, também traz conseqüências nefastas no próprio desdobramento do ensino da arquitetura, ou seja, ele é induzido a refletir e representar em momentos distintos, não percebendo que o desenho ou a maquete são, eles próprios, instrumentos de reflexão e não tão só de representação. Não é por acaso que Pierre Francastel refere-se em sua obra A Realidade Figurativa à existência de um pensamento plástico”.

Ishida, 2006.

Seguindo este raciocínio, o professor enfatizou que a singularidade no modo de usar o programa pode ter se dado muito mais pelo uso e ensino normalmente sem questionamento das linguagens usadas no projeto arquitetônico do que pela natureza do instrumento, mas que isso não quer dizer que o uso adequado do instrumento não poderá lançar luz sobre estas questões.

O professor enfatizou o procedimento pedagógico adotado na disciplina que são exercícios de projeto ao longo do semestre letivo no mesmo terreno, com o mesmo tema, mas com objetivos diferentes, e que, nesta ocasião, em função da greve,

foram desenvolvidos apenas dois. Este procedimento pedagógico “procura estabelecer uma dinâmica que permita ao aluno dar conta das diversas variáveis que estruturam um projeto arquitetônico, num processo de repetição e aumento gradativo da complexidade do problema” (Ishida, 2006). Os objetivos dos dois exercícios foram esclarecidos da seguinte maneira:

“(...)se no primeiro era ter um domínio das condições locais, além, é claro, de aprender a colocar numa ordem (socialmente estabelecida) o próprio projeto, já que estamos trabalhando com as fases iniciais, no segundo exercício, o estudante poderia desenvolver propostas inclusive questionando a legislação (desde que justificada) em busca de um desenho que favorecesse a cidade como um todo, o desempenho energético etc”.

Ishida, 2006.

Sobre o desempenho do uso do programa nos dois momentos, o professor chegou à seguinte conclusão:

“No caso específico do uso do programa Sketch Up, houve uma certa inadequação do instrumento, isto é, frente ao procedimento pedagógico adotado, já que os objetivos estavam bem delimitados. Mas no segundo caso, quando os estudantes foram estimulados a usarem o programa, num momento em que já tinham maior domínio do programa, do terreno e contexto, ele se revelou um poderoso instrumento de projeto”.

Ishida, 2006.

Ishida lembrou que as conclusões a que chegamos a partir dos resultados são frutos de observações e vivências em um atelier de projeto sob determinadas condições e em determinado período de tempo do curso, mas que isto não foi limitador em proporcionar preciosos elementos para criticar e refletir sobre o ensino da arquitetura. Sobre o lugar do uso do Sketch Up no processo de projeto e suas virtudes no apoio ao processo criativo, Ishida chegou às seguintes conclusões:

“O Sketch Up, tal como hoje se encontra desenvolvido, se mostrou mais valioso no momento de, por assim dizer, refinamento de uma idéia, já que permitia uma visualização da proposta que aparecia e se exprimia na forma de um croqui ou mock-up. Em outras palavras, NÃO ocupou o lugar destes dois últimos, mas os substituiu AO LONGO DO TEMPO no processo de um mesmo projeto. Pode ser que tenha assim ocorrido em função das limitações, por assim dizer, naturais do usuário, já que ainda eram muito inexperientes no fazer da arquitetura. O que é certo é que as idéias ganharam clareza e nitidez, engendrando, por sua vez, exigências de clareza e nitidez em outros fundamentos, como a estrutura, as aberturas, os materiais e técnicas construtivas, etc, num ritmo bem mais rápido do que nos processos usuais, isto é, produzindo maquetes mais detalhadas, plantas e cortes esquemáticos, visando a verificação da pertinência daquela idéia inicial”.

Ishida, 2006.

Encerrando suas conclusões, o professor enfatizou que o grande ensinamento que a experiência proporcionou foi que nem sempre o novo aparece para desbancar o velho, mas sim para agregar novas possibilidades.

“Assim, o tradicional croqui e o sempre esquecido modo de projetar com o mock-up (maquete), podem e devem conviver tranquilamente com as chamadas novas linguagens. Ao abandoná-las e, podemos verificar isto no dia a dia dos arquitetos, não é só a cidade que empobrece, mas são eles próprios que ficam mais pobres, porque se passam a falar por uma única linguagem, não são eles que a dominam, mas esta que os tem...”

Ishida, 2006.

No próximo capítulo, são realizadas uma avaliação dos conteúdos teóricos e práticos desenvolvidos na pesquisa e uma conclusão sobre a aplicação das estratégias pedagógicas na disciplina Projeto 2.

CAP. 6 – CONCLUSÃO

Neste capítulo, vencidas todas as etapas para se alcançar os objetivos propostos, são apresentados uma avaliação dos conteúdos teóricos e práticos desenvolvidos na pesquisa e uma conclusão que busca o aperfeiçoamento das estratégias pedagógicas como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto de arquitetura.

O capítulo 2 tornou possível um entendimento conceitual das diferenças e relações entre a arquitetura, o processo de projeto e o projeto arquitetônico, que, somado ao entendimento da importância do domínio das diversas técnicas de representação e a descoberta do seu lugar no processo criativo de projeto, guiaram a elaboração das estratégias pedagógicas. O conhecimento da finalidade e evolução das técnicas de representação, do desenho à realidade virtual imersiva, foi fundamental para um melhor esclarecimento das questões que cercaram a sua criação e desenvolvimento. Também o entendimento do caráter multidimensional da arquitetura levou à compreensão das deficiências da representação do projeto arquitetônico frente à complexidade da arquitetura.

A responsabilidade das técnicas de representação em expor corretamente idéias em formação e o projeto arquitetônico ficou evidente, resultando no estudo dos programas computacionais gráficos de linguagem mais direta e clara para a comunicação do projeto. O esclarecimento das características e potenciais necessários para que as técnicas de computação gráfica possam apoiar o processo criativo de projeto permitiu selecionar o programa mais adequado à aplicação das estratégias pedagógicas.

No capítulo 3, o esclarecimento da natureza do processo de projeto, que evolui do geral ao particular, depende de diversos fatores e não pode ser considerado procedimento único, a função e o desenvolvimento do desenho como linguagem do arquiteto e das maquetes de estudo na representação tridimensional física e digital, que auxiliam também na elaboração das idéias, foram importantes para a elaboração da metodologia de aplicação das estratégias pedagógicas no momento mais adequado da disciplina Projeto 2.

Com o entendimento sobre como as técnicas de computação gráfica auxiliam na criação, as características dos modelos e como eles podem ser desenvolvidos e como podem expandir o processo de projeto, o ambiente digital pôde ser tratado como um ambiente projetual através das estratégias pedagógicas e experimentados no processo de projeto, para desenvolver nos alunos um posicionamento crítico acerca de suas vantagens e desvantagens.

A pesquisa do aperfeiçoamento da tecnologia computacional gráfica e suas aplicações em arquitetura demonstraram suas capacidades de auxílio ao processo de projeto. O estudo de projetos de arquitetura que fizeram usos diversificados da tecnologia permitiu estabelecer os três momentos de sua utilização no processo criativo, que foram fundamentais para a definição do uso adequado a ser proposto pelas estratégias pedagógicas.

No projeto do Concurso do Museu da Tolerância da USP foi possível testar vários conceitos elaborados a partir da fundamentação teórica, unindo a teoria à prática. O uso dos diferentes instrumentos de representação em diferentes momentos do processo de projeto foi importante para definir as facilidades que cada instrumento proporcionou, e assim determinar qual seria a abordagem no ensino e uso do programa Sketch Up 4 na elaboração das estratégias pedagógicas e sua aplicação na disciplina Projeto 2.

No capítulo 4, a partir da definição e evolução da pedagogia de projeto de arquitetura foi possível entender a importância da introdução do modelo tridimensional de estudo ao processo de projeto, onde as técnicas de computação gráfica têm um amplo campo de atuação. Foi fundamental entender as dificuldades que o processo de estabelecimento do uso das técnicas de computação gráfica suscita nas disciplinas de projeto e as diferenças na abordagem pedagógica de alguns cursos de arquitetura brasileiros que se destacaram neste mote do meio acadêmico através da integração dos contextos de projeto e técnicas de computação gráfica.

O estudo de algumas situações referentes ao ensino de projeto e de técnicas de computação gráfica no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC permitiu um entendimento do processo de ensino/aprendizagem, o qual as estratégias

pedagógicas iriam se inserir. O empenho de alguns professores das disciplinas de projeto na prática do desenho a mão livre e do uso de maquetes de estudo mostrou a preocupação em promover a expressão tridimensional de idéias com liberdade criativa. Mas na disciplina de Introdução ao CAAD conclui-se que não existe a preocupação em aplicar o uso do programa Vector Works ao processo de projeto arquitetônico, somente o ensino da representação de desenhos prontos para o meio digital. Como consequência, os alunos utilizam o computador nas disciplinas de projeto como mera ferramenta de representação final de projeto e esta tarefa coloca muita responsabilidade nos alunos, quando deveria haver um acompanhamento deste processo por ambos os professores. As estratégias pedagógicas foram elaboradas com o intuito de preencher esta lacuna, orientando o uso de técnicas de computação gráfica no processo criativo em disciplina de projeto.

Apesar de oferecer um ensino de técnicas de computação gráfica que não avança além do uso do programa Vector Works como instrumento de representação final do projeto, alguns alunos conseguiram, ao final da graduação, se aprofundar na questão e utilizar adequadamente técnicas de computação gráfica no processo criativo de projeto. A opinião destes alunos foi importante à elaboração das estratégias pedagógicas.

O capítulo 5 apresentou as estratégias pedagógicas, sua aplicação na disciplina Projeto 2 e a opinião de alguns alunos e do professor de projeto. O desempenho desta experiência será avaliado a seguir na seqüência de suas etapas, chegando a conclusões que buscam o seu aperfeiçoamento e recomendações para estudos e pesquisas futuros.

Na primeira etapa, dos Exercícios Tutoriais, considerando que estes não tinham por objetivo estimular a criatividade dos alunos, mas explicar o funcionamento do programa, o resultado obtido nas entrevistas foi considerado muito satisfatório e os modelos criados mostraram que os exercícios proporcionaram um bom entendimento e prática do programa.

Na segunda etapa, da Maquete Digital do Terreno e Entorno, os resultados mostraram que os alunos tiveram um bom aproveitamento tanto do aprendizado do

programa quanto do apoio à criatividade e do entendimento do processo de passagem de informações do ambiente real ao ambiente digital e suas diferenças.

Na terceira etapa, dos Exercícios de Modelagem, foram obtidos resultados diversificados e surpreendentes, além do esperado. As soluções encontradas mostraram que os alunos conseguiram entender as situações sugeridas e buscar alternativas diferenciadas, raciocinando dentro do contexto do ambiente gráfico tridimensional, quais comandos utilizar, como as ferramentas poderiam auxiliá-los na composição e de que maneira as representações espaciais criadas correspondiam adequadamente às suas idéias. Alguns resultados alcançados nestes exercícios se deveram ao acaso, aliando investigações objetivas e subjetivas.

Na quarta etapa, dos Exercícios de Projeto, o estudo preliminar foi dividido em três partes principais que resultaram em três propostas no decorrer da disciplina. Na primeira, um estudo com ênfase formal, na segunda, um estudo com ênfase funcional e na terceira, uma nova proposta unindo os conhecimentos adquiridos nos dois estudos anteriores.

Na primeira parte, de estudo formal, chegou-se à conclusão que pode-se considerar natural que o uso do Sketch Up se mostrou, em alguns momentos, inadequado no auxílio à criação arquitetônica por causa dos objetivos do exercício e porque não havia ainda, no aluno, um entendimento correto do lugar do uso do programa no processo de projeto, e nem um domínio deste processo. Mas a tentativa de uso colaborou no entendimento da passagem do ambiente real (o terreno e entorno) ao ambiente digital e na idealização do caminho inverso (do virtual ao físico), suas diferenças, as dificuldades de representação e o estranhamento natural no ato de projetar em um ambiente digital.

Na segunda parte, de estudo funcional, não houve a sugestão de uso do computador, mas um dos alunos continuou a desenvolver suas idéias utilizando o Sketch Up no modelo 3D e o Vector Works nos desenhos técnicos em rebatimento, além de croquis. Nesta proposta, o aluno Guilherme demonstrou mais maturidade na resolução dos problemas de projeto do que na primeira proposta, explorando tridimensionalmente as relações dos ambientes entre si e destes com o exterior, o

posicionamento dos ambientes para gerar conforto ambiental, algumas resoluções estruturais, a circulação vertical e o atendimento à legislação da prefeitura. O uso do Sketch Up e do Vector Works comprovaram suas potencialidades no apoio ao processo criativo e no processo de geração de desenhos técnicos arquitetônicos com o modelo 3D resolvido, respectivamente.

Somente na terceira e última parte do estudo preliminar foi possível averiguar realmente se as estratégias pedagógicas promoviam efetivamente as técnicas de computação gráfica do Sketch Up como instrumento de apoio ao processo criativo de projeto. Como ressaltado pelo professor da disciplina, chegou-se à conclusão de que com um maior domínio do processo de projeto, das condições locais, da legislação, do programa de necessidades, das demandas do projeto, do desenho arquitetônico e da modelagem do Sketch Up, houve uma percepção clara dos alunos da contribuição que o uso adequado do ambiente digital trouxe ao processo de projeto na etapa criativa de refinamento e esclarecimento das idéias, refletida no raciocínio e construção tridimensional das soluções de projeto. Deste modo, percebeu-se que o instrumento digital deve se agregar aos outros instrumentos e ser utilizado no momento mais adequado do processo de projeto, amadurecendo as idéias nas buscas de soluções.

Os projetos apresentados ao final da disciplina mostraram que as estratégias pedagógicas alcançaram o objetivo de proporcionar aos alunos a oportunidade de construir tridimensionalmente idéias de projeto através do Sketch Up, atendendo às demandas e utilizando-o como instrumento de apoio ao processo criativo. O programa permitiu a criação, visualização e edição dos modelos tridimensionais, modelar criativamente no computador em conjunto com croquis e maquetes físicas de estudo, explorar soluções objetivas e subjetivas, entender os procedimentos adotados e os resultados obtidos e realizar a crítica acerca das suas vantagens e desvantagens na limitação e estímulo da criatividade. O aprendizado das técnicas de computação gráfica do Sketch Up 4 através das estratégias pedagógicas foi aprovado pelos alunos, seu uso como meio de expressão tridimensional de idéias em formação, como instrumento de apoio ao processo criativo e representação eficiente de ambientes arquitetônicos para análise.

É importante ressaltar que a experiência foi válida em um atelier de escola de arquitetura em dado contexto, condições e situações em que se encontrava e que, possivelmente, não pode ser automaticamente estendido para um atelier profissional, pois um arquiteto com larga experiência em projetos irá fazer um uso diferente do Sketch Up ao uso de um aluno que está em processo de aprendizagem.

Para futuras pesquisas, as sugestões vão do maior esclarecimento do processo criativo de projeto com o uso híbrido dos vários instrumentos disponíveis, dos tradicionais à tecnologia de ponta, ao acompanhamento do desenvolvimento da tecnologia computacional gráfica aplicada à arquitetura, de modo que se possibilite criar novas aplicações que irão auxiliar corretamente o arquiteto na busca por melhores soluções do ambiente construído.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, L. M. E.; CLARO, A.; MEIRA, M. E.; SILVEIRA, R. P. G. **Ensino de Arquitetura e Urbanismo – Condições & Diretrizes**. Brasília: Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação e do Desporto SESu/MEC, 1994.

ANDRADE, Mônica Martins. **Computadores & Ensino de Arquitetura: Considerações sobre a utilização de recursos computacionais no ensino de Arquitetura na EAU/UFMG**. 1999. Dissertação de Mestrado – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

ARCHITECTURAL DESIGN. **Contemporary Techniques in Architecture**. Wiley-Academy, v. 72, n. 1, jan. 2002.

ARGAN, G. C. A história na metodologia do projeto. **Revista Caramelo**. São Paulo: v. 6, p. 156-170, mai. 1983.

ARNHEIM, Rudolf. **A Dinâmica da Forma Arquitetônica**. Tradução: Wanda Ramos. Título original: *The Dynamics of Architecture Form*. Lisboa: Ed. Presença, 1988.

ARTIGAS, J. B. V. **Caminhos da Arquitetura**. São Paulo: Ed. Ciências Humanas, 1981.

CABRAL FILHO, José dos S.; SANTOS, Ana P. B. O uso crítico dos recursos informacionais no ensino-aprendizagem de arquitetura na EA-UFMG. **Óculum**. Boletim da Faculdade de Arquitetura da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas: 1997. Número Especial.

CABRAL FILHO, José dos S. Tecnologia computacional: desaparecimento ou renascimento da arquitetura. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, v.8, n.8. fev/2001. p.117-127.

CAMPION, David. **Computers in Architectural Design**. London: Elsevier Publishing Company, 1968.

CEJKA, Jan. **Tendencias de la arquitectura contemporánea**. México: Ediciones Gustavo Gili, SA de CV, 1999.

CELANI, Grabiela. Uma introdução ao computational design e às shape grammars na arquitetura e no desenho industrial. **Interpretar Arquitetura**. Disponível em: <<http://www.arq.ufmg.br/ia/>>. Acesso em: 30 julho 2004.

_____. MIT-MIYAGI Workshop 2001: an educational experiment with shape grammars and computer applications. **International Journal of Design Computing**, Key Centre of Design Computing, Faculty of Architecture, University of Sydney, v.3, 2000-2001 Disponível em: <<http://www.arch.usyd.edu.au/kcdc/journal/vol3/celani/abstract.htm>>. Acesso em: 31 março de 2005.

COMAS, Carlos E. (Org.). **Projeto Arquitetônico. Disciplina em Crise. Disciplina em Renovação.** São Paulo: Projeto / CNPq, 1985.

CONSALEZ, Lorenzo. **Maquetes: A Representação do Espaço no Projeto Arquitetônico.** Barcelona: G. Gili, 2001.

CORBIOLI, Nanci. CAD: para resgatar convenções. **Revista Projeto Design.** São Paulo: Ed. 263, jan. 2002.

CAMBIAGHI, Henrique et al. **Diretrizes Gerais para Intercambialidade de Projetos em Cad: Integração entre Projetistas, Construtoras e Clientes.** São Paulo: Pini, 2002.

DUARTE, Rovenir Bertola. **A introdução do computador no processo ensino-aprendizado do projeto arquitetônico: estudo de casos.** 2001. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

_____. **Ensino de projeto, computadores, imagens e o monstro do armário.** Anais do I Seminário Nacional sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura, Projotar 2003. Natal: Editora da UFRN, p. 72, 2003.

_____. **Uma investigação sobre as diversas aproximações entre o computador e o processo de ensino/aprendizado do projeto arquitetônico.** Anais do I Seminário Nacional sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura, Projotar 2003. Natal: Editora da UFRN, p. 73, 2003.

EICHEMBERG, André Teruya. A interface digital na arquitetura. **Revista Arquitetura & Urbanismo.** São Paulo: Pini. abr. 2003. ISSN 0102-8979.

FILGUEIRAS, L. V. L.; TORI, R.; MASSOLA, A. M. A.; ARAKAKI, R. **Fundamentos de Computação Gráfica.** Rio de Janeiro; São Paulo: LTC – Livros Técnicos e Científicos, Editora S. A., 1987.

GOMES, Jonas; VELHO, Luiz. **Computação Gráfica.** Rio de Janeiro: IMPA, 1998.

GREG LYNN AND HANI RASHID ARCHITECTURAL LABORATORIES. Rotterdam: Nai Publishers, 2002.

HAMIT, Francis. **Realidade Virtual e a Exploração do Espaço Cibernético.** Tradução: Ana Paula Baltazar. Rio de Janeiro: Berkeley, 1993.

HARDY, M. C.; MALARD, M. L. **Melhoria da Qualidade do Projeto Executivo das Edificações Prediais Típicas com o Auxílio de Computação Gráfica.** Belo Horizonte: Editora da UFMG, 1996.

ISHIDA, Américo; POUSADELA, Miguel. **A maquete física como ferramenta no ensino de projeto.** Anais do I Seminário Nacional sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura, Projotar 2003. Natal: Editora da UFRN, 2003.

ISOZAKI, Arata. **Zaha M. Hadid.** Tokyo: A.D.A. Edita, 1986.

JACOBS, Stephen Paul. **The CAD Design Studio. 3D Modeling as a Fundamental Design Skill.** United States of America: McGraw-Hill Inc, 1991.

JODIDIO, Philip. **Contemporary American Architects.** Italy: Taschen, v. II, 1996.

LAWSON, Brian. **How Designers Think. The Design Process Demystified.** Oxford: Architectural Press, 1997.

LÉVY, Pierre. **O que é o virtual?** São Paulo: Ed. 34, 1996. 160 p.

_____. **As Tecnologias da Inteligência. O Futuro do Pensamento na Era da Informática.** Tradução: Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993. 208 p.

MARTINEZ, Alfonso Corona. **Ensaio sobre o Projeto.** Tradução: Ane Lise Spaltemberg. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000.

MENEZES, Alexandre Monteiro de. **O uso do Computador no Ensino de Desenho de Representação nas Escolas de Arquitetura Federais Brasileiras.** 1999. Dissertação de Mestrado – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

NASCIMENTO, Angela J.; HELLER, Jorge L. **Introdução à Informática.** São Paulo: MaKron Books do Brasil, 1996. 151p.

ORCIOULI, Affonso. Arquiteturas Non-Standard. **Revista Arquitetura & Urbanismo.** São Paulo: Pini, fev, 2004. ISSN 0102-8979.

_____. Novas Formas de Habitar. **Revista Arquitetura & Urbanismo.** São Paulo: Pini, Ed. 101, abr./ maio, 2002.

PARENTE, André. **Imagem-Máquina: A era das tecnologias do virtual.** Rio de Janeiro: Editora 34, 2.^a edição, 1996.

PELLEGRINO, Pierre; CORAY, Daniel. **Arquitetura e Informática.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili AS., 1999.

PEREIRA JÚNIOR, Mário Lúcio. Uma reflexão sobre a informática na representação gráfica da arquitetura. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo.** Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, v.6, n.6. dez. 1998. p.124-136.

PEREIRA, Alice T. Cybis. **A CAAD Expert Help System.** Tese de Doutorado. Sheffield: University of Sheffield, 1992.

PUPO, Regiane Trevisan. **Panorama do uso do computador no ensino de projeto de arquitetura e na disciplina de informática aplicada à arquitetura. Estudo de caso das escolas de arquitetura brasileiras.** 2002. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

REYNOLDS, R. A. **Computer Methods for Architects.** Norfolk: Butterworth & Co. Ltd. 1980.

RIO, Vicente Del (Org.). Projeto de Arquitetura: entre criatividade e método. **Arquitetura: Pesquisa e Projeto**. São Paulo; Rio de Janeiro: ProEditores. FAU/UFRJ Coleção PROARQ, 1998.

SANTOS, Ana Paula Baltazar dos. **E-futuros: projetando para um mundo digital**. Portal Vitruvius. Disponível em: <www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp077>. Acesso em 31 de março de 2005.

_____. Por uma arquitetura virtual: uma crítica das tecnologias digitais. **Revista Arquitetura & Urbanismo**. São Paulo: Pini, ano 20 n°131, fev. 2005. ISSN 0102-8979.

SILVA, Elvan. **Matéria, Idéia e Forma. Uma definição de arquitetura**. Porto Alegre: Ed. Universidade, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

_____. **Uma introdução ao projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Ed. Universidade, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

SILVA, Marcos Solon Kretli da Silva. **A arquitetura líquida do NOX**. Portal Vitruvius. Disponível em: <www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp078>. Acesso em 31 de março de 2005.

STROETER, João Rodolfo. **Arquitetura e Teorias**. São Paulo: Nobel, 1986.

SYDNEY, James C. / CATANESE, Anthony. **Introdução à Arquitetura**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1984.

TINMITH AUGMENTED REALITY RESEARCH. **Wearable Computer Lab**, University of South Austrália. Disponível em: <<http://www.tinmith.net>>. Acesso em 01 setembro 2004.

VELLOSO, Fernando de Castro. **Informática: Conceitos Básicos**. Rio de Janeiro: Campus, 2. ed. 1997.

ZEVI, Bruno. **Saber ver a Arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 5ª edição, 1996.

APÊNDICE A

ROTEIRO DE ENTREVISTA AOS PROFESSORES DE PROJETO

1. Você tem experiência com modelagem de projetos com programas CAD? Se sim quanto tempo de experiência e que programa?
2. Qual a sua opinião sobre o uso dos programas CAD em projetos arquitetônicos? Em que fase eles podem e devem ser utilizados?
3. Como você e seus alunos trabalham com o uso dos programas CAD na disciplina de projeto?

APÊNDICE B

ROTEIRO DE ENTREVISTA AOS ALUNOS EGRESSOS

1. Descreva resumidamente a sua proposta arquitetônica do TCC.
2. Qual a sua opinião sobre o uso dos programas CAD em projetos arquitetônicos?
3. Você utilizou algum programa CAD no desenvolvimento do projeto? Qual e Por que?
4. Se utilizou, qual foi seu método de uso do programa CAD e em quais etapas do projeto?
5. O programa CAD supriu suas necessidades no projeto?
6. Qual a sua opinião sobre o ensino do uso dos programas CAD no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFSC?

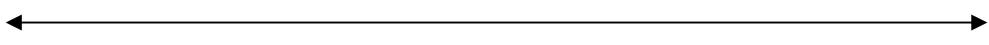
APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO NA DISCIPLINA DE PROJETO 2 - TURMA 2005.2

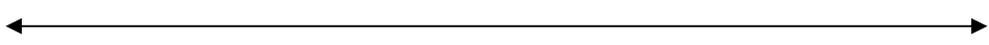
Instruções:

Marque nas tabelas e responda às perguntas abaixo para cada etapa do uso do programa SketchUp 4 na disciplina Projeto 2. A marcação nas tabelas correspondem ao seguinte índice de variação:

O seu aprendizado do uso do programa SketchUp 4:

1	2	3	4	5
				
Baixa aprendizagem			Alta aprendizagem	

A sua criatividade estimulada pelos exercícios:

1	2	3	4	5
				
Baixa criatividade (limitada)			Alta criatividade (estimulada)	

ETAPA 1: TUTORIAIS DA APOSTILA

Marque na tabela abaixo o índice de aproveitamento de cada item:

Seu aprendizado do uso do programa SketchUp 4:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

Sua criatividade nos exercícios:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

Pergunta 1: Os exercícios tutoriais estimularam a sua criatividade? Porque?

ETAPA 2: MAQUETE ELETRÔNICA DO TERRENO E ENTORNO

Marque na tabela abaixo o índice de aproveitamento de cada item:

Seu aprendizado do uso do programa SketchUp 4:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

Sua criatividade nos exercícios:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

Pergunta 2: Os exercícios de criação da maquete eletrônica do terreno e entorno estimularam a sua criatividade? Porque?

ETAPA 3: EXERCÍCIOS DE COMPOSIÇÃO

Marque na tabela abaixo o índice de aproveitamento de cada item:

Seu aprendizado do uso do programa SketchUp 4:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

Sua criatividade nos exercícios:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

Pergunta 3: Os exercícios de composição estimularam a sua criatividade? Porque? Quais exercícios foram mais estimulantes e quais foram mais limitantes da criatividade?

ETAPA 4: ESTUDO PRELIMINAR – EXERCÍCIO DE PROJETO

Marque na tabela abaixo o índice de aproveitamento de cada item:

Seu aprendizado do uso do programa SketchUp 4:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

Sua criatividade nos exercícios:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

Pergunta 4: Quais aspectos do ensino de projeto estimularam mais a sua criatividade e quais foram mais limitantes da criatividade?

PERGUNTAS FINAIS:

Pergunta 5: Qual a sua opinião sobre o programa SketchUp 4?

Pergunta 6: Qual a sua opinião sobre o uso do programa SketchUp 4 no processo de projeto? O software foi limitador da sua criatividade?

Pergunta 7: Você tem alguma sugestão para a melhoria do ensino do programa SketchUp 4?

Pergunta 8: Você tem alguma sugestão para a melhoria do ensino de Projeto com uso do programa SketchUp 4?

APÊNDICE D

ROTEIRO DE ENTREVISTA AO PROFESSOR DE PROJETO 2

1. Analisando a disciplina Projeto 2 com a aplicação das estratégias, qual a sua opinião sobre o aprendizado dos alunos no exercício de criação da maquete digital do terreno e entorno no Sketch Up?
2. Nos exercícios de composição do Sketch Up?
3. Nos exercícios de estudo volumétrico do projeto com uso do Sketch Up?
4. Analisando o trabalho dos alunos, como você considera o resultado dos projetos apresentados através do Sketch Up na etapa de criação dos projetos?
5. Quais são as principais diferenças na etapa de criação do projeto dos alunos do semestre passado para os alunos deste semestre que utilizaram o computador?
6. Qual a sua opinião sobre a aplicação das estratégias de ensino e uso do Sketch Up em projetos proporcionado aos alunos na disciplina?