NORIMAR FERRARO

AS FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DO ALUNO NA DISCIPLINA DE PROJETO DOS CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO: UM ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação, Linha de Pesquisa: Cultura, Escola e Ensino. Programa de Pós-Graduação em Educação, Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Glaucia da Silva Brito
.

CURITIBA

2008

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

DEDICATÓRIA

À minha esposa Silvana, sempre presente, que através de seu apoio, amor, e conhecimento contribuiu decisivamente para a realização desse trabalho.

Às minhas filhas Manuela e Bruna, que contribuíram com pequenos tijolos na execução desse trabalho, e representam o futuro, para o qual esse trabalho é pensado.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que, através do amor incondicional, construíram a base do conhecimento, sem a qual não conseguiria realizar esse trabalho.

À Dr[a]. Gláucia da Silva Britto, por sua orientação e dedicação.

Às Dr[as]. Tânia Braga e Gisele Pinna, pela excelente contribuição e direcionamento desse trabalho.

Aos professores, funcionários e colegas do Curso do Programa de Pós-Graduação em Educação, Setor de Educação da UFPR.

A Alice e Felipe Arns, pessoas extraordinárias, cuja presença e bondade foram fundamentais no final da jornada.

Ao Arquiteto e Professor Orlando P. Ribeiro pelo excelente auxílio ao permitir o acesso à instituição, aos professores envolvidos na pesquisa, como também aos alunos que gentilmente doaram seu tempo em favor do conhecimento científico.

Aos meus irmãos e amigos, pelo companheirismo e amizade sempre presentes.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES vii

RESUMO ix

ABSTRACT x

INTRODUÇÃO.....1

1 ARQUITETURA,COMPUTADORES E CIBERCULTURA - UM LONGO CAMINHO 10

1.1 TECNOLOGIA E ARQUITETURA 13

1.2 A EVOLUÇÃO DAS FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS 19

1.3 AS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE ARQUITETURA -EXPERIMENTAÇÃO E FUTURO 22

1.3.1. Um pouco da trajetória da formação dos cursos de arquitetura no Brasil.....22

1.3.2 Novas Tecnologias, novas formas de ensinar.....24

2 O ATELIÊ DE ARQUITETURA E A PRÁTICA-REFLEXIVA.....34

2.1 VELHOS PROBLEMAS, NOVAS SOLUÇÕES 35

2.2 UM APRENDER QUE NÃO SE ENSINA.....40

3 AS FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS.....45

3.1 DESENHO E DESIGN: A LINGUAGEM DO ARQUITETO.....46

3.2 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO.....50

4 METODOLOGIA DE PESQUISA.....57

4.1 O MEIO PARA A DESCOBERTA 60

4.2 OS SUJEITOS NA DISCIPLINA DE PROJETO DE ARQUITETURA.....61

4.2.1 A visão dos sujeitos 67

4.2.2 Como a instituição vê o aluno.....70

4.2.3 O ateliê de arquitetura como espaço da experiência social.....72

4.3 A ESCOLHA DE ESTUDO DE CASO COMO ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....74

4.4 O LOCAL DE PESQUISA.....78

4.5 A ESCOLHA DOS SUJEITOS 82

4.6 A QUESTÃO INVESTIGADA E AS HIPÓTESES NORTEADORAS.....83

4.7 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS 85

5 O SENTIDO ATRIBUÍDO PELOS ALUNOS – AS ENTREVISTAS..... 98

5.1 FORMA, CRIAÇÃO, EDIÇÃO E VISUALIZAÇÃO.....98

5.2 INTERATIVIDADE COMO SOLUÇÃO.....100

5.3 ESCOLA, ENSINO E MERCADO DE TRABALHO.....102

5.4 FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS VERSUS DESENHO A MÃO.....103

5.5 DIVERSIDADE COMO EXPERIÊNCIA.....105

5.6 INTUIÇÃO E CRIATIVIDADE.....107

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....112

REFERÊNCIAS.....118

ANEXO 1 122

ANEXO 2 123

ANEXO 3 124

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - FOTO DO MUSEU GUGGENHEIM, BILBAO, ESPANHA.....15
FIGURA 2 - DESENHO À MÃO (CROQUI) DO PROJETO DO MUSEU GUGGENHEIM, BILBAO, ESPANHA.....15
FIGURA 3 - MODELO DE ARAME E MAQUETE FÍSICA DO PROJETO DO MUSEU GUGGENHEIM, BILBAO, ESPANHA.....16
FIGURA 4 - IMAGENS DO TRABALHO DE JOSÉ DUARTE, ILUSTRANDO AS SOLUÇÕES DIGITAIS GERADAS ATRAVÉS DE UM INTERPRETADOR DE INTERFACE AUTOLISP, COM GERAÇÃO DE CENTENAS DE ITERAÇÕES.....17
FIGURA 5 - MODELO DE SIMULAÇÃO DIGITAL DA CIDADE DE STUTTGART. À ESQUERDA O CAMINHO DOS VENTOS E À DIREITA, A MANCHA OCASIONADA PELA POLUIÇÃO.....18
FIGURA 6 - TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O TRABALHO BUILD-IT COMPETITION 27
FIGURA 7 - TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O TRABALHO VDS: MULTIPLYING TIME, PLACE2WAIT 28
FIGURA 8 - TELA DO PROGRAMA MOODLE, BASE DO AMBIENTE DO ATELIÊ VIRTUAL, USADO POR NARDELLI DA UNIVERSIDADE PRESB. MACKENZIE.....29
FIGURA 9 - TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O TRABALHO VIRTUALHOUSE.CH 30
FIGURA 10 - TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O PROJETO TRANSPARENCY.....31
FIGURA 11 - TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O PROJETO NEXT LEVEL 32
FIGURA 12 - CROQUIS DE LEONARDO DA VINCI.....49
TABELA 1 - QUADRO RESUMO DAS FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS 54
FIGURA 13 - ARQUIVOS BITMAP.....55
FIGURA 14 - ARQUIVOS VETORIAIS.....55
FIGURA 15 - IMAGEM TIPO VETORIAL.....56
FIGURA 16 - IMAGEM TIPO BITMAP.....56
FIGURA 17 - FOTO DO ATELIÊ DE PROJETO DE ARQUITETURA ONDE FOI REALIZADA A DOCÊNCIA 62
FIGURA 18 - FOTO DA APRESENTAÇÃO FINAL DOS TRABALHOS NO ATELIÊ DE PROJETOS.....63
FIGURA 19 - FOTO DE UM DOS TRABALHOS APRESENTADOS NA DOCÊNCIA.....64
FIGURA 20 - EXPERIÊNCIA SOCIAL DO ALUNO 73

FIGURA 21 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DA METODOLOGIA.....77
GRÁFICO 1 - RELAÇÃO ENTRE UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS E DESENHO À MÃO NO TRABALHO DE PROJETO PELOS ALUNOS.....85
GRÁFICO 2 – UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS NAS DIVERSAS FASES DO TRABALHO 86
GRÁFICO 3 – PROGRAMAS DE COMPUTADOR UTILIZADOS PELOS ALUNOS NA INSTITUIÇÃO 87
GRÁFICO 4 – AVALIAÇÃO DO ALUNO QUANTO AO ENSINO DOS PROGRAMAS UTILIZADOS NA INSTITUIÇÃO 88
GRÁFICO 5 – AVALIAÇÃO DOS ALUNOS EM RELAÇÃO AOS PROGRAMAS DISPONIBILIZADOS PELA INSTITUIÇÃO.....89
GRÁFICO 6 – AVALIAÇÃO DA DIFICULDADE DE UTILIZAÇÃO DOS PROGRAMAS NAS DIVERSAS FASES DO PROJETO PELO ALUNO.. 90
GRÁFICO 7 – RESPOSTA À QUESTÃO PROPOSTA SE OS ALUNOS DEIXAM DE DESENVOLVER IDÉIAS OU PARTIDOS EM FUNÇÃO DE DIFICULDADES DO USO DAS FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS 93
GRÁFICO 8 – RAZÕES ATRIBUÍDAS PELOS ALUNOS PARA DEIXAREM DE DESENVOLVER IDÉIAS NOS PROJETOS, QUANDO RELACIONADAS ÀS FERRAMENTAS DE DESENHOS DIGITAIS 94
GRÁFICO 9 – RAZÕES QUE O ALUNO ATRIBUI PARA NÃO TER CONHECIMENTO PLENO DO SOFTWARE.....95
QUADRO 1 – DISTRIBUIÇÃO EM CATEGORIAS DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS À QUESTÃO PRINCIPAL DA PESQUISA, CONFORME AS HIPÓTESES NORTEADORAS 96

RESUMO

Este trabalho, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPR - Universidade Federal do Paraná,visa a compreensão da influência do uso das ferramentas de desenho digitais na construção do conhecimento do aluno, na disciplina de projeto dos cursos de Arquitetura e Urbanismo. A pesquisa foi realizada em uma universidade da cidade de Curitiba, estado do Paraná, através de prática de docência, questionários e entrevistas semi-estruturadas, em turmas de terceiro e quarto ano do curso. Na prática da docência se constatou que os alunos deixam de desenvolver determinadas idéias ou partidos, por razões ligadas ao uso das ferramentas de desenho digitais. Desta forma, este trabalho tem por objetivo entender em que situações o aluno enfrenta dificuldades no uso dessas ferramentas e as causas para sua ação Estas causas estão relacionadas a razões instrumentais, cognitivas, formativas e sócio-afetivas. Através de uma metodologia de estudo de caso, constituída de fases distintas de investigação exploratória, quantitativa e qualitativa, esta pesquisa fornece uma visão mais clara da forma como o aluno percebe e utiliza as ferramentas de desenhos digitais em seus trabalhos no ateliê de arquitetura. Assim como o desenho a mão, as ferramentas de desenho digitais agem como mediações no processo de projeto, e são uma forma de reflexão e comunicação com outros e consigo mesmo. Os resultados obtidos demonstram que o aluno atribui dificuldades principalmente a razões instrumentais, ligadas aos programas propriamente ditos, que não permitem um uso intuitivo, na questão da elaboração e desenvolvimentos das formas. A partir dos conceitos que relacionam intuição e criatividade, conclui-se que as ferramentas de desenho digitais têm grande influência no processo criativo que envolve os trabalhos no ateliê de arquitetura. No aspecto teórico, a pesquisa relaciona os conceitos de reflexão-na-ação e ensino prático-reflexivo com as questões de criatividade no ateliê de projetos. Contextualiza a evolução das ferramentas de desenho digitais na cibercultura, como resultado de uma evolução técnica e social da sociedade da informação.

Palavras-chave: Ensino de Arquitetura – Ensino de Projeto – Ferramentas de desenho digitais – CAD - Ensino Prático-Reflexivo.

ABSTRACT

Developed in the Post-Graduation Program in Education of the UFPR - Federal University of the Paraná, the present work aims the understanding of the influence of use of digital design tools in the knowledge construction of architecture students, in architectural design education. The research was carried out in a university placed in Curitiba, capital of the state of the Paraná, Brazil. Through teaching practice, questionnaires and semi-structured interviews, this work researched groups of third- and fourth-class year of architectural design. In the teaching instruction period, it was evidenced that architecture students refuse some concept ideas, for reasons related to the use of digital design tools. In this way, this work pretends to understand in which situations the student faces difficulties in the use of these tools and the possible causes for this behaviour. According to the results, these causes are related to the tools themselves, cognitive, formation and social behaviour reasons. Through a study of case methodology, this research consisted of distinct phases: exploratory, quantitative and qualitative investigation. This study supplies a clearer vision of how architecture students perceives and uses the digital design tools in the architecture studio. As well as freehand sketches, the digital design tools act as mediations in the project process, and they are a way of self-reflection and communication with others. The results also demonstrated that the architecture students attribute their difficulties mainly to the digital tools themselves, that would not allow them an intuitive process of development of architectural forms. Based on intuition and creativity concepts, this work concludes that digital design tools have great influence in the creative process in the architecture studio. In the theoretical aspect, this research relates concepts as reflection-in-action and practical-reflexive learning to creativity in architecture design process. It contextualizes the evolution of the digital design tools in the cyberculture, as a result of a social and technical evolution and of the society of the information.

Key-words: Architectural Studies – Architectural Design Education – Digital Design Tools – CAD – Practical-reflexive learning.

O aparecimento da sociedade da informação tem desafios claros e presentes para a educação em arquitetura, incluindo a importância das práticas inovadoras, mudanças na maneira que os edifícios são construídos, e conformidade com amplos sistemas sociais.

Thomas McQuillan

INTRODUÇÃO

O aparente caráter de "inovação" ou "renovação" que o uso de novas tecnologias na educação pode trazer, não significa, necessariamente, a melhoria na questão do ensino-aprendizagem, porém implica conceber projetos educacionais que se baseiem em novas formas de se ensinar e aprender.

Ao estudar as ferramentas de desenho digitais num trabalho de pesquisa, pode-se imaginar que ela irá tender ao caráter técnico com o qual normalmente nos deparamos ao ler análises de programas de computador em periódicos. Entretanto, quando estudamos a utilização das ferramentas de desenho digitais no âmbito educacional, percebemos que o desempenho técnico não pode ser visto separadamente do desempenho pedagógico que elas pretendem suprir, pois, no âmbito educacional, estamos tratando da formação de cidadãos para a vida, como ressaltam BRITO E PURIFICAÇÃO (apud Bastos, p. 18): "na formação de um cidadão competente quanto ao seu instrumental técnico, mas principalmente, no que se refere à interação humana e aos valores éticos." De acordo com essas autoras, "há uma necessidade real de que os educadores comprometidos com o processo educativo se lancem à produção ou assimilação crítica de inovações de caráter pedagógico, podendo, assim, aproveitar o estreito espaço de movimento existente no campo educacional, para gerar mudanças que não sejam simples expressões de modernidade" (BRITO E PURIFICAÇÃO, p.29).

As Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC têm contribuído intensivamente na última década para a prática de arquitetura, ao estabelecer uma revolução nessa área, com a introdução de novos "paradigmas de conceituação, desenvolvimento e execução de projetos" (NARDELLI, 2007, p.28). A busca incessante de novas soluções nesse campo, tanto no âmbito profissional quanto no educacional, coloca em evidência a "falta de clareza a respeito da natureza metodológica e das contribuições dos métodos de projeto digitais." (VINCENT E NARDELLI, apud Oxman, p.4).

Considerando-se essas mudanças, esta pesquisa pretende investigar a aplicação da tecnologia ao ensino de arquitetura, mais especificamente, das ferramentas de desenho digitais no ensino de projeto, com caráter exploratório, no sentido de descobrir novas relações que possam contribuir para o conhecimento científico.

Não se pretende, nesta pesquisa, reduzir a importância do desenho a mão como "maneira específica de estudo, pesquisa e processo de produção" (CHIESA, 2001, p.109) na disciplina de projeto. Concordamos com FERRARO (2003, p. 40) que o desenho é fundamental para o ensino e o aprendizado do projeto arquitetônico, no entanto, o foco desta pesquisa caminha na direção da influência das ferramentas de desenho digitais na construção do conhecimento do aluno.

Não se fará aqui um estudo comparativo entre desenho a mão e desenho através do computador, pois são meios diferentes de representação, reflexão e produção para um mesmo fim que é o projeto de arquitetura. Cada um possui suas vantagens e peculiaridades específicas, porém, é inevitável e necessário que se façam comparações para maior compreensão de todo o processo que envolve o ensino da disciplina.

Optou-se em fazer este recorte na análise das ferramentas de desenho digitais por entender que elas constituem o principal meio dentre as tecnologias digitais para a elaboração de projetos no ensino de arquitetura. As ferramentas de desenho digitais, aliadas a outras tecnologias, como internet, multimídia, ferramentas de script, digitalização, etc., vêm sendo utilizadas no ensino de arquitetura no Brasil e no mundo, proporcionando uma gama crescente de novas possibilidades pedagógicas, que abordaremos com mais profundidade no capítulo 1.1.1.

Para entender meu interesse em estudar as ferramentas de desenho digitais é necessário que inicie pelo ano de 1983, quando me graduei no curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPR. Nessa época, ainda havia a reserva de informática no Brasil. Entretanto, já se podia vislumbrar o que seria o futuro da informática aplicada à arquitetura, através de revistas e de alguns programas simplificados. Apesar disso, esses

programas já representavam o início do desenho auxiliado por computador (C.A.D.), em computadores de alguns poucos que conseguiam importá-los a duras penas, visto que, o que era produzido no Brasil pouco servia para a computação gráfica. Assim, decidi que iria aprofundar meus estudos nessa área, motivado pelos novos caminhos que a tecnologia sugeria e por entender que essas ferramentas poderiam contribuir para a produção de arquitetura. Em viagem aos Estados Unidos da América, no ano de 1989, pude fazer um curso de Autocad, na época um programa sem tantos recursos. Um ano mais tarde na Alemanha, trabalhei num escritório de arquitetura que possuía equipamentos de última geração assim desenvolvi meus conhecimentos neste ramo. Paralelamente fazia meus estudos de autodidata através de revistas, em equipamento próprio. Retornando ao Brasil em 1994, percebi que havia uma procura no mercado imobiliário para ilustração de imóveis à venda através de maquetes eletrônicas, fato que me motivou a abrir, um ano depois, uma das primeiras empresas de computação gráfica voltada para este setor, em Curitiba.

No ano de 2003 fui aprovado no concurso para professor substituto da disciplina de Meios de Expressão e Representação no curso de arquitetura da Universidade Federal do Paraná. Lecionei por dois anos, período em que pude constatar de que forma as ferramentas de desenho digitais eram empregadas no ensino. Minha constante pesquisa sobre novas tecnologias aplicadas à arquitetura, tanto para minha empresa como para meu trabalho como professor, fizeram-me perceber que o emprego dessas tecnologias no ensino poderia ser muito maior do que efetivamente era aplicado nas escolas de arquitetura. Em 2005, decidi aprofundar meus estudos através de pesquisa, quando ingressei no mestrado em Educação da Universidade Federal do Paraná, na linha Cultura, Escola e Ensino, na temática das novas tecnologias aplicadas ao ensino.

Para que pudesse iniciar efetivamente o trabalho de pesquisa, achei necessário observar o uso das ferramentas de desenho digitais na prática do ateliê, o que representa a parte inicial da metodologia adotada. Assim, no mês de fevereiro de 2007, realizei um trabalho de Prática de Docência, com carga horária de 45 horas, na disciplina de

Arquitetura de Grande Porte do curso de Arquitetura e Urbanismo, quarto ano de uma universidade particular de Curitiba. Esta etapa da pesquisa teve um caráter exploratório, na qual a observação direta do contexto e dos fatos resultou na descoberta do problema. O objetivo era buscar a compreensão dos fenômenos envolvidos, o que representou entender as relações entre professor e aluno no desenvolvimento de projeto, como também entender como esses sujeitos se relacionam com as tecnologias existentes, que são normalmente empregadas como meios auxiliares para o desenvolvimento do projeto no ateliê de ensino de arquitetura.

Esta Prática de Docência constituiu-se do acompanhamento de um trabalho normal de graduação do quarto ano do curso, quando os alunos, no período aproximado de um mês, realizaram um projeto de arquitetura. Como parte da proposição do trabalho, os alunos tinham a liberdade de utilizar para o seu desenvolvimento e apresentação qualquer recurso, tais como desenhos a mão, desenhos por computador, maquetes, multimídia, etc. Optou-se por um acompanhamento através de observação participante, sem influenciar no processo, utilizando, porém, questionamentos quando fossem necessários. Nesse período foi possível observar quais programas de computador, de que forma e em quais etapas do trabalho eram utilizados.

No decorrer das aulas, observando o comportamento de uma estudante, notei que no momento em que ela deveria tomar uma decisão importante para o prosseguimento do trabalho, ela optou pela alternativa que não me pareceu a mais adequada. Ao questioná-la sobre a razão de sua escolha, disse-me que sua opção não era a que julgava melhor, pois esta lhe traria dificuldades para desenvolver no computador, fato que acolhi com preocupação.

SCHON (1998, p.59) explica que no processo de decisões ao longo do trabalho, o estudante avalia suas ações sob três aspectos: “desejabilidade de suas conseqüências, julgadas em categorias oriundas de domínios normativos de projeto, julgadas de conformidade ou violação das implicações estabelecidas por ações anteriores e em termos

de sua apreciação de novos problemas ou potenciais que elas tenham criado", porém eles não se referem ao modo ou instrumentos que utilizam para fazê-lo.

Embora não haja um conjunto único de soluções para um projeto, se alunos são francos em dizer que algumas alternativas de desenvolvimento são preteridas por problemas inerentes às ferramentas de desenho digitais, torna-se um problema para o professor perceber que elas possam restringir sua criatividade. Surge dessa constatação a questão principal desta pesquisa: Porque alunos de arquitetura deixam de desenvolver determinadas idéias ou partidos[1] por razões ligadas ao uso das ferramentas de desenho digitais?

Na tradição acadêmica de projeto, que "enfatiza a criatividade e localiza o novo das composições nos partidos dos edifícios" (MARTÍNEZ, 1986, p. 93), o fato de um programa de computador limitar o aluno no âmbito da criatividade, na tomada de decisões, de não permitir o desenvolvimento de alternativas no seu trabalho por deficiência do programa ou por outras razões, pode comprometer todo trabalho de base feito em disciplinas anteriores ou complementares. Pode, sobretudo, comprometer o processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina, que possui como base a prática reflexiva, a qual será vista com mais profundidade no capítulo 2.

Para entender de que forma a prática reflexiva interfere na construção do conhecimento do aluno, FERRARO (apud SCHON, 2003, p.74) descreve "na medida em que o desenho vai sendo realizado, que ele vai tomando forma, ele vai revelando qualidades e relações não imaginadas de antemão. As ações podem funcionar como experimentos que possibilitam a correção de erros e o reconhecimento de resultados antes inesperados". A autora ainda complementa "os mundos virtuais (o desenho) oferecem, através do experimento, a reflexão-na-ação". Vemos, portanto, que, se o aluno não for

[1] Partido é um termo comumente utilizado na arquitetura e refere-se a cada uma das primeiras idéias na elaboração de um projeto, em função das exigências e condicionantes, das quais se parte para um desenvolvimento posterior mais elaborado. O dicionário Aurélio define como "na elaboração de um projeto, a decisão de escolha do projetista em relação às diretrizes formais dominantes da construção, e que constitui a síntese formal do espaço arquitetônico."

capaz de realizar seu desenho por influência da ferramenta, não será capaz de aprender de forma plena e desejável.

Para situarmos esta pesquisa no âmbito do conhecimento humano, ela se insere no campo do ensino de Arquitetura e Urbanismo, tendo como domínio científico o ensino de projeto arquitetônico. A disciplina de projeto arquitetônico é o "tronco do currículo porque os arquitetos desenham edifícios e o ateliê de Projeto é o local onde aprendem a desenhá-los" (CORONA, 2000, p.55). Daí a importância de se estudar a influência do emprego de ferramentas de desenho digitais no ensino como tema de pesquisa.

Como veremos no Capítulo 3, essas ferramentas atuam como mediação entre o aluno e o objeto de conhecimento, nesse caso específico, o aprender a projetar. Um mediador pode influenciar direta ou indiretamente o desempenho do aluno, de maneira positiva ou negativa, e compreender essa influência é um dos primeiros objetivos desta pesquisa. NARDELLI, através de experiências empíricas no uso de diferentes meios para desenvolvimento de projetos, sugere que "a utilização de recursos computacionais também tende a afetar de maneira especial as propostas elaboradas" (2000, p.3).

Por exemplo, se um aluno deseja desenvolver um projeto com formas curvas e a ferramenta de desenho que ele tem à disposição não for capaz de gerá-las adequadamente, isto poderá fazê-lo desistir daquela opção e escolher outras formas que lhe pareçam mais favoráveis para atingir seus resultados. Com este raciocínio, a experiência frustrante em desenhar formas curvas pelo computador, poderá influenciar seu comportamento nos trabalhos seguintes e assim sucessivamente, de tal maneira que num determinado momento do curso, o aluno talvez evite previamente o trabalho com tais formas, mesmo antes de iniciar o desenho do projeto.

Outro objetivo a ser alcançado é entender em que situações podem ocorrer dificuldades na utilização das ferramentas de desenho digitais pelos alunos, dificuldades que podem repousar tanto nelas próprias ou talvez em questões de ordem metodológica ou de percepção. NARDELLI (apud Piaget, 1950) em seu trabalho de doutorado constata que parte da dificuldade inicial dos alunos no ateliê de arquitetura é ligada ao

desenvolvimento abstrato de conceitos e definições formais relativos aos espaços que pretendem projetar. Aliada a isso, a falta de domínio de técnicas de desenho livre resulta em representações pobres dos modelos de projetos, e em conseqüência, não realimentam o processo criativo (apud Laseau, p.229). Em seu trabalho, NARDELLI demonstra que a introdução de recursos computacionais já nas fases iniciais de criação, pode contribuir com vantagens para que essas dificuldades sejam superadas e não apenas em fases finais do processo de projeto, mais especificamente de representação do projeto arquitetônico. (apud Nardelli, p.229).

O trabalho de Docência trouxe a constatação de certos problemas no processo de projeto no ateliê, relacionados às ferramentas de desenho digitais, o que sugere um caminho oposto ao trabalho de NARDELLI. Assim, creio que a importância dessa pesquisa é de poder trazer à luz novos aspectos ou facetas do uso das tecnologias no ensino de projeto, contribuindo para a evolução de pesquisas nesta área e na área do conhecimento científico como um todo.

O trabalho desenvolvido por NARDELLI permite que algumas hipóteses norteadoras para esta pesquisa sejam formuladas. Essas hipóteses têm o caráter de pressuposições, que não requerem necessariamente comprovação, pois servem como ponto de partida de investigação no estudo exploratório a ser desenvolvido com os alunos. São questões a serem indagadas no sentido de que os alunos reflitam sobre sua metodologia de projeto e também possam, eventualmente, trazer novos aspectos do problema, numa visão do aluno como centro do processo.

Como hipótese inicial para responder à questão desta pesquisa, podemos supor que existam dificuldades de uso das ferramentas. Dificuldades que resultam da deficiência de capacitação para o uso das ferramentas de desenho digitais para arquitetura durante o curso, tanto para professores como alunos. NARDELLI (ano 2002, p.231) afirma que o trabalho desenvolvido nos laboratórios de computação gráfica aplicada à arquitetura incrementa a qualidade dos projetos no ateliê.

Nessa questão temos, de um lado os professores, que no primeiro ano do curso

têm a responsabilidade do ensino das ferramentas de desenho digitais, e que, talvez por falta de conhecimento pleno dessas ferramentas e/ou das possibilidades tecnológicas existentes, podem não fazer a melhor escolha de programas, ou simplesmente se satisfazerem com o caráter instrumental da ferramenta. De outro lado, os alunos podem não dispor de tempo suficiente para aprendê-las. As instituições de ensino podem não oferecer uma carga horária suficiente para o aprendizado dos programas de maneira plena.

Isto, porém, pode não ser um fator isolado, ou quem sabe, a ausência de uma interface amigável ou de comandos mais simples nos programas possa contribuir para a dificuldade de uso, o que sugere uma segunda hipótese a ser explorada. DORTA (2006, p.160) afirma que as vantagens que os computadores trazem para o design, podem ser diluídas na complexidade do nível de interface e na lógica particular na linguagem requerida para se comunicar com os computadores. Podemos questionar o fato de que os softwares utilizados nos ateliês são, na sua concepção, de uso comercial, e visam a atender as exigências do mercado de trabalho, mas não são pensados especificamente para a utilização no ensino de arquitetura. Falta de tutoriais, complexidade, simplicidade, lentidão, erros de programação entre outros, tudo isso pode contribuir para dificultar o aprendizado.

Outra hipótese reside no fato de os alunos terem dificuldade na compreensão tridimensional das formas, da percepção espacial, e que a representação das formas através do computador pode não estar sendo favorecida pelo tipo de mediação utilizada. DORTA (2006, p.161) explica que, mesmo antes de qualquer representação externa do objeto de design, as estruturas cognitivas relacionadas à imagem mental do modelo ajudam o designer a iniciar a concepção. Complementa que, no caso dos “novos” designers trabalhando com geometrias complexas, isto requer uma representação intuitiva de modo a permitir a resolução dos problemas de design (2006, p.161). Imaginar formas não existentes e ter que desenhá-las em programas de desenho ou modelagem por

computador[2] é uma tarefa um tanto árdua para aqueles que estão iniciando e mesmo para aqueles que já a praticam há algum tempo. Este estudo não investigará os problemas de percepção e compreensão espacial do aluno, considera-se, porém, importante saber se ele próprio admite ter problemas relacionados a esta capacidade.

Assim, acreditamos que a análise mais cuidadosa da utilização das ferramentas de desenho digitais no ateliê de arquitetura poderá contribuir para o desenvolvimento ou norteamento de novos programas ou tecnologias capazes de melhorar o aprendizado. Além disso, este trabalho pode trazer questionamentos sobre os benefícios do emprego dos *softwares* no ateliê de arquitetura, principalmente para os professores e instituições, que poderão refletir sobre as vantagens e desvantagens do uso das ferramentas.

No capítulo 1 desta pesquisa fazemos uma abordagem sobre a evolução das ferramentas de desenho digitais e sua contextualização no ambiente de novas relações entre tecnologia e sociedade, denominada Cibercultura. Um breve relato sobre o ensino de arquitetura no Brasil e no Paraná é mencionado, bem como a síntese de experiências no que concerne a metodologias alternativas para concepção de projetos de arquitetura.

O Capítulo 2 enfoca a metodologia da reflexão-na-ação, adotada para o trabalho de projetos no ateliê de arquitetura, e as mediações utilizadas para este fim.

No capítulo 3, as ferramentas de desenho digitais são vistas com mais ênfase. Traremos algumas definições e conceitos relativos a elas, bem como conceitos relativos ao desenho e design.

A partir do capitulo 4, iniciamos a parte metodológica deste estudo de caso, que trata desde a questão dos sujeitos envolvidos no processo , os critérios que definiram a escolha dessa metodologia, até os locais de pesquisa e a escolha dos sujeitos investigados, culminando com os resultados da fase quantitativa dessa pesquisa.

A análise das entrevistas individuais com alunos é tratada no capítulo 5, onde iniciamos a reflexão teórica, complementada no capítulo das considerações finais.

---

[2] Modelagem por computador é a descrição espacial e a colocação de objetos tridimensionais, ambientes e cenários imaginários com um sistema de computador. (KERLOW, V.I., 2000, p.77)

1 ARQUITETURA, COMPUTADORES E CIBERCULTURA – UM LONGO CAMINHO

Este capítulo traz uma uma breve contextualização e evolução das ferramentas de desenho digitais na cibercultura, como resultado de uma evolução técnica e social da sociedade da informação, que alterou significativamente as relações sociais e as relações de trabalho, com ênfase no campo da arquitetura.

Analisar a influência das ferramentas de desenho digitais no ensino de arquitetura sem considerar o contexto da sociedade atual seria errôneo, pois, conforme LEMOS (2004, p.15) "a forma técnica da cultura contemporânea é produto de uma sinergia entre o tecnológico e o social". Essa sinergia entre cultura e as tecnologias digitais (ciberespaço, simulação, tempo real, processos de virtualização, etc.) cria uma nova relação entre técnica e vida social denominada cibercultura. LEMOS (2004, p. 16) situa o nascimento da cibercultura na metade dos anos 70 com o surgimento da microinformática, trazendo impactos sócio-culturais irreversíveis na sociedade contemporânea. A microinformática, segundo o autor, significa mais que um conjunto de técnicas inovadoras. Seria uma espécie de atitude contracultural em relação aos sistemas centralizados de computação surgidos na década anterior, sistemas ligados às universidades e à pesquisa militar. Essa atitude é uma forma de apropriação social, um movimento social que possibilitou a democratização do acesso à informação. Significa uma luta contra a centralização e posse da informação pelas castas científicas, econômicas, militares e industriais. LEVY (1999, p. 125) cita o esforço do movimento social californiano *Computers for the people* para disponibilizar a força dos computadores ao alcance das pessoas físicas, o que ocorreu a partir do fim dos anos 70, transformando o significado social da informática.

Nos anos 60, as pesquisas de Ivan Sutherland proporcionaram um grande avanço na questão da interatividade (LEMOS, 2004, p.103). Este pesquisador desenvolveu o *software Sketchpad* em 1963, um sistema interativo que apresentava invenções como o cursor, janelas, *scrolling* e *zooming* entre outros. Abriu, dessa forma, o campo da computação gráfica, possibilitando a criação de uma interface gráfica que trouxe maior

interatividade entre homem e máquina. Este foi o primeiro sistema de design interativo com capacidade de manipulação e visualização de objetos bi e tridimensionais (KERLOV, 2000, p.7). Essa interface gráfica, com os recursos de se manipular ícones através do mouse, abrir janelas, desenhar na tela, entre outros, foi popularizada com o computador *Apple Macintosh*, "instalando um diálogo entre homem e máquina de forma quase orgânica" (LEMOS, 2004, p. 110).

No final dos anos 80 e início dos anos 90 as diversas redes de computadores se uniram e houve um ritmo exponencial de crescimento do número de indivíduos conectados à rede mundial de computadores que se formava na época. "Uma corrente cultural espontânea e imprevisível impôs um novo curso ao desenvolvimento tecno-econômico" (LEVY, 1999, p.32). Era a origem do ciberespaço que surgia como "um novo espaço de comunicação, de sociabilidade, de organização e de transação, mas também um novo mercado da informação e do conhecimento." (LEVY, 2000, p.32). Como infra-estrutura técnica deste espaço virtual, temos as várias tecnologias digitais, que, além da inovação técnica, conduziram a "mutações sociais e culturais".

As mudanças trazidas pelas inovações técnicas referem-se principalmente à questão da informação, que pôde ser digitalizada, armazenada, tratada, transportada e colocada à disposição de usuários finais, sejam humanos ou mecânicos. (LEVY, 2000, p.33). Para o tratamento da informação são utilizados os processadores, que, ao mesmo tempo em que diminuem de tamanho, aumentam sua velocidade de processar. Na gravação e leitura de informações, as "memórias" são fundamentais na forma de circuitos eletrônicos, como memórias de computador e discos rígidos, entre outros, até as mídias digitais como, por exemplo, disquetes, discos ópticos, CD-ROM, até os cartões de memórias que utilizamos em aparelhos celulares e máquinas fotográficas.

Em relação ao transporte da informação, as mídias digitais permitiram que as informações digitais pudessem ser transportadas fisicamente, mas sua conexão mais veloz é através de rede ou "*on-line*". Utilizam redes telefônicas e são transportadas através de cabos ou fibras óticas via *modems*, e, mais recentemente, pelo espaço via rádio.

As interfaces possibilitam o acesso à informação, que, como define LEVY, são "aparatos materiais que permitem a interação entre o universo da informação digital e o mundo ordinário" (2000, p.37). Nesta gama de aparatos, temos os dispositivos de entrada e saída de informações, que permitem inserir, capturar, digitalizar, visualizar, perceber e ouvir as informações, entre outras capacidades. Para exemplificar, podemos citar o teclado de computador, mouse, canetas óticas, escanerizadores, plotadores, leitores óticos, diversos tipos de sensores, etc. Atualmente o desenvolvimento das interfaces ocorre através de duas linhas de pesquisa. Uma no sentido da realidade virtual, com inúmeras aplicações na arquitetura, na qual o usuário imerge e interage no "outro lado" da tela e outra no sentido da realidade ampliada, em que se trabalha com a expansão da percepção através de sensores, câmeras e projetores, entre outros (LEVY, 2000, p.37-38).

Para que a informação pudesse ser tratada e manipulada através dos aparatos eletrônicos e suas interfaces, surgiu uma nova tecnologia simbólica, materializada na linguagem de programação e seus aplicativos. Instruções codificadas alimentam processadores que permitem que os usuários comandem os computadores e aparelhos eletrônicos. Através dos aplicativos ou *software* é que pessoas não especializadas podem lidar com as informações digitais e fazer com que os computadores prestem serviços ao usuário. Os programas também nos permitem acesso à comunicação através do ciberespaço, utilizando linguagens multimídia como HTML[3] ou padrões do tipo VRML[4], que possibilitam a exploração de imagens tridimensionais através da internet. (LEVY, 2000, p. 40-43).

Assim, a expansão da cibercultura permitiu uma nova tendência denominada "virtualização", termo que vai além da digitalização da informação. É importante esclarecer aqui o significado ligado à palavra "virtual". LEVY (1996, p.15-18) define "virtual" em oposição ao "atual" e não ao "real", como erroneamente se interpreta. A palavra virtual, do latim *virtus*, significa força, potência, ou o que existe em potência e

---

[3] HTML abreviação de *Hypertext Mark up Language*, linguagem na qual documentos são publicados na internet.
[4] VRML abreviação de *Virtual Reality Modeling Language*, significa um ambiente tridimensional de forma portátil para visualização *online* (conectado à Web) em tempo real. (KERLOW, I. V., 2000, p. 92)

não em ato. Apenas uma outra maneira de ser. Em oposição à virtualização, temos a atualização, algo mais do que a realidade de um possível, mas a "produção de qualidades novas, uma transformação de idéias, um verdadeiro devir que alimenta de volta o virtual" (1996, p.17).

Essa evolução não foi acompanhada simplesmente de mudanças técnicas, porém implicou em alterações sociais de comportamento. ASCOTT (1994) introduz um novo neologismo denominado *Cyberception*, ou Cibercepção, que se refere a uma nova forma de consciência humana, que se desenvolveu em resposta à conectividade virtual das redes e indivíduos na era digital. Seria como novas formas de conceituar e perceber a realidade, uma nova capacidade humana, uma faculdade "pós-biológica", que envolve mais que uma mudança quantitativa na maneira como vemos, sentimos e interagimos no mundo. Mudança na qual o senso do individual dá lugar ao senso da interface. A cibercepção compreende mais que uma simples extensão eletrônica da inteligência, porém uma nova maneira de entender os padrões, de ver o "todo", de fluir com o ritmo dos processos e sistemas. É ela que nos torna capazes de perceber a aparição do ciberespaço, do "vir-a-ser", da presença virtual.

Nessa trajetória, a sociedade contemporânea, além de absorver a dimensão técnica das inovações tecnológicas, caminhou no sentido de apropriação social das tecnologias, criando novos modos de produção e consumo, comunicação e normalização da vida social, mas também no sentido de apropriação simbólica, estabelecendo regras de comportamento e trazendo sonhos de modernidade tecnológica.

1.1 TECNOLOGIA E ARQUITETURA

LEVY (1999, p. 25) coloca a tecnologia como condicionante da sociedade e da cultura, quando nos traz o exemplo da invenção do estribo, na Idade Média. Este permitiu o desenvolvimento de uma nova forma de cavalaria pesada, que, por sua vez, deu sustentação à estrutura político-social do feudalismo de forma indireta. A invenção do

estribo não determinou o feudalismo, porém deu condições para que ele se desenvolvesse. De forma análoga, o aparecimento do computador e das ferramentas de desenho digitais permitiu que os arquitetos pudessem materializar novas concepções de projeto, que até então seriam muito difíceis de realizar.

Notadamente, temos o exemplo do Museu Guggenheim de Bilbao na Espanha (fig.1), projeto do arquiteto americano Frank O. Gehry, composto de formas curvas e uma estrutura de aço não convencional, que somente foi possível realizar com o auxílio de um software de computador[5]. Suas formas não usuais de extrema complexidade, desenvolvidas inicialmente através de desenhos a mão e maquetes físicas (fig. 2 e 3), obrigaram o arquiteto a utilizar de recursos de CAD para o projeto de execução e manufatura de determinadas peças.

Dois colaboradores desse arquiteto, Randy Jefferson e Jim Glymph, declararam em 1995 que: "*... muitas das formas desenvolvidas hoje são possíveis apenas com o uso dos computadores. Bilbao é o melhor exemplo disso (...) Eram apenas croquis de idéias, mas nós nunca seríamos capazes de construí-las. Poderíamos desenhar Bilbao com grafite e réguas, mas teria durado uma década*".

O museu, um dos principais elementos e marco arquitetônico do plano de revitalização de Bilbao, cidade que sofreu com a crise industrial dos anos 80, tornou-se um dos pontos mais visitados do turismo da Espanha. Para NARDELLI (apud Kolarevic, 2007, p.30), "não resta dúvida: uma nova arquitetura está emergindo da revolução digital, ao encontrar sua expressão em formas curvilíneas de alta complexidade que, pouco a pouco, vão se incorporando às principais tendências."

Os avanços na área de informática, num processo contínuo, propiciam uma nova forma de trabalhar e possibilitam novas proposições e concepções no que se refere à arquitetura. Na cadeia da evolução social, a ferramenta de desenho por computador pode representar um dos "estribos" dos novos tempos.

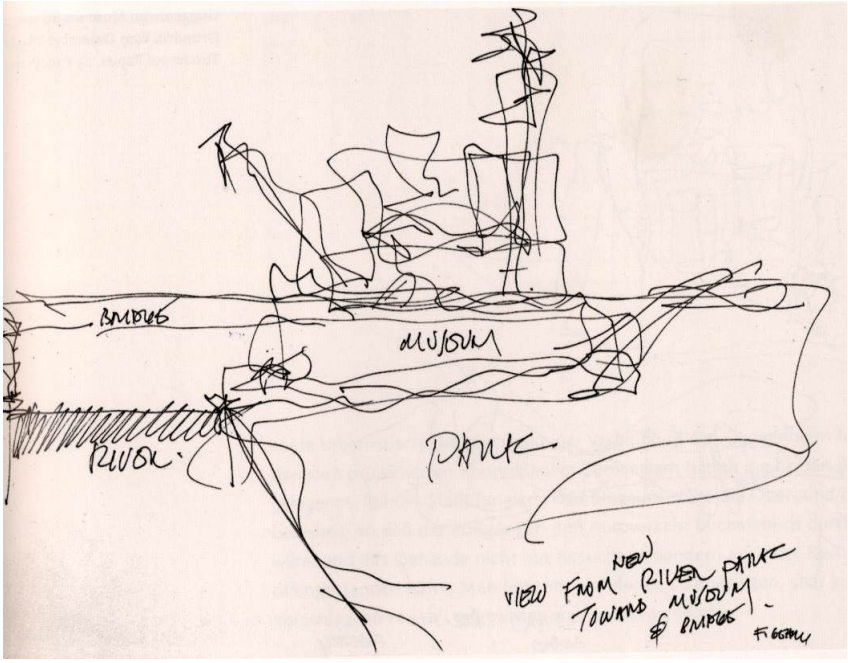
---

[5] Software CATIA de origem francesa

FIGURA 1: FOTO DO MUSEU GUGGENHEIM, BILBAO, ESPANHA

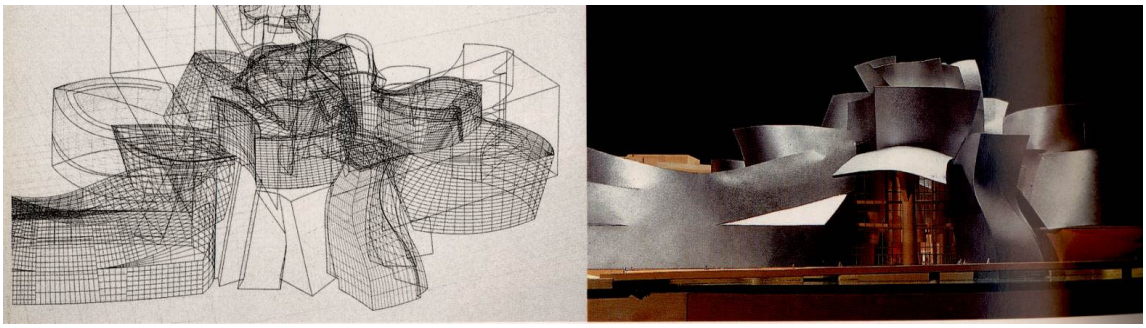
FONTE: www.iadat.org/images/guggenheim.JPG; Acessada em 14/02/2007; 20h56

FIGURA 2: DESENHO A MÃO (CROQUI) DO PROJETO DO MUSEU GUGGENHEIM, BILBAO, ESPANHA



FONTE: Frank O. Gehry – Guggenheim Museo Bilbao, Van Bruggen, V.C., p.107 (ver referências)

FIGURA 3: MODELO DE ARAME E MAQUETE FÍSICA DO PROJETO DO MUSEU GUGGENHEIM, BILBAO, ESPANHA



FONTE: Frank O. Gehry – Guggenheim Museo Bilbao, Van Bruggen, V.C., p.146 (ver referências)

NARDELLI (2007, p.30) reflete sobre os avanços da arquitetura e do projeto na era digital, o que se poderia traduzir no surgimento de uma Arquitetura Digital:

> Superada, pois, a fase inicial de mera substituição dos recursos tradicionais de desenvolvimento dos projetos de arquitetura por recursos computacionais – da prancheta analógica à prancheta digital -, e face à contínua evolução das TICs, que tem colocado à disposição dos arquitetos variados recursos e inéditas possibilidades que vão muito além do gesto criador, estaríamos, então, diante de uma nova tendência que nos permitiria falar, em "Arquitetura Digital", no sentido de uma metodologia inédita, baseada num corpo teórico exclusivo, cultural e prático, apoiado em novas tecnologias e capaz de produzir uma categoria inédita de objetos.

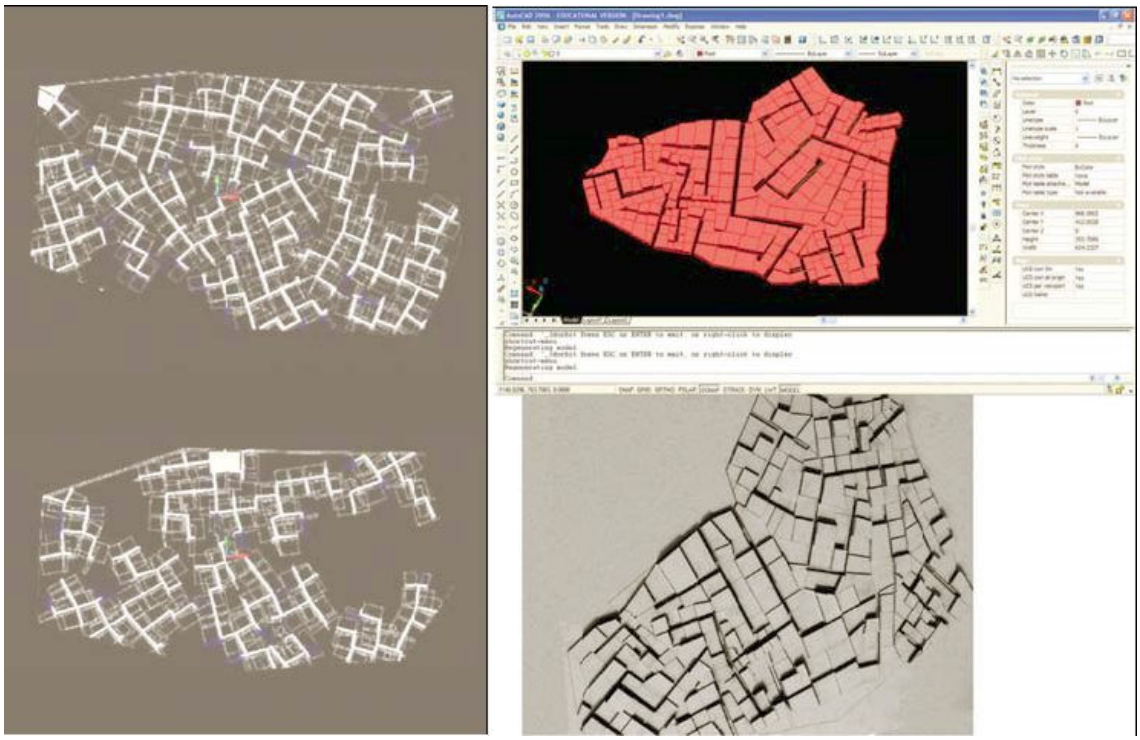
Para estabelecer um modelo teórico dessa tendência por ele denominada Arquitetura Digital, NARDELLI busca paradigmas estabelecidos por OXMANN, em quatro categorias distintas: Sistemas CAD, *Formation*, Geração e *Performance.*

Sistemas CAD significam um primeiro passo do rompimento da arquitetura sobre o papel para o ambiente digital, que não se traduzem, necessariamente, numa evolução formal.

Formation seria um passo além dos sistemas CAD, onde ferramentas heterodoxas de composição formal, embutidas ou acrescentadas nos programas, como os *plug-ins*, possibilitam o desenvolvimento da forma.

Geração, modelo no qual a composição formal se apóia na capacidade de processamento da tecnologia digital, que por si seria capaz de gerar a forma através de cálculos iterativos de algoritmos. Embora não sejam visualizáveis, esses algoritmos funcionam como regras ou "gramáticas" pré-estabelecidas, baseadas em características de qualquer natureza. NARDELLI nos traz o exemplo do trabalho de José Duarte intitulado "*A Grammar for the Patio Houses of the Medina of Marrakech*", apresentado no eCAADe 2006, em Volos, Grécia. Duarte extraiu algumas características típicas do planejamento de cidades muçulmanas a partir do desenvolvimento de um modelo digital da Medina de Marrakech, em Marrocos (fig. 4).

FIGURA 4: IMAGENS DO TRABALHO DE JOSÉ DUARTE, ILUSTRANDO AS SOLUÇÕES DIGITAIS GERADAS ATRAVÉS DE UM INTERPRETADOR DE INTERFACE AUTOLISP, COM GERAÇÃO DE CENTENAS DE ITERAÇÕES.



FONTE: Outils légaux et planification urbanistique Herramientas legales y planeamiento Legal instruments and planning, João de Magalhães Rocha, José Pinto Duarte, p.238

Performance seria o último modelo de OSMAN. Seriam modelos de simulação digital, que aliam os conceitos do modelo "*formation*" a desempenho e potencialidade, a partir de determinantes externas como, por exemplo, condições ambientais, e que podem orientar a definição de projetos. Um exemplo trazido por NARDELLI seria o trabalho de Joachim Kieferle (2006), da *University of Applied Sciences* em *Wiesbaden* (FHW), Uwe Wössner e Martin Becker (2006), do *High Performance Computing Center Stuttgart*, sobre o aplicativo de arquitetura chamado CFD – *Computational Fluid Dynamics*. Este programa foi testado na cidade de Stuttgart, para simular o impacto do ambiente construído no centro da cidade. Devido à topografia, a poluição do ar, principalmente em dias de inversão térmica, pode ser muito intensa. O aplicativo é capaz de simular diversos arranjos de edifícios e suas influências, positivas ou negativas, no clima da cidade (figura 5).

FIGURA 5: MODELO DE SIMULAÇÃO DIGITAL DA CIDADE DE STUTTGART. À ESQUERDA O CAMINHO DOS VENTOS E À DIREITA, A MANCHA OCASIONADA PELA POLUIÇÃO.

FONTE: Interactive Simulations – an intuitive way of making supercomputing resources available to the end user. Woessner, Kieferle e Becker, 2006, p. 3

1.2 A EVOLUÇÃO DAS FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS

SCHMITT (2001, p. 6 e 7) nos fornece um bom resumo sobre a evolução das ferramentas de desenho digitais entre os anos 1970 e 2000 na Europa e Estados Unidos da América: os anos 70 foram de preparação nas universidades e escritórios de engenharia e arquitetura. Muitos dos conceitos iniciais dessas ferramentas, inclusive o de "inteligência artificial" foram lançados nessa época. As primeiras tentativas com êxito de se converter as práticas usuais dos escritórios em programas, principalmente no desenho e gerenciamento, só se deram nos anos 80. Grandes escritórios como o Skidmore, Owings & Merrill (SOM) nos Estados Unidos da América, fizeram grandes contribuições para o desenvolvimento do conteúdo e utilidade das ferramentas. De acordo com SCHMITT, os anos 90 viram o desenho e o *design* auxiliado por computador passarem de uma posição exótica na prática e no campo da educação em arquitetura, para um padrão no treinamento e no cotidiano dos escritórios. A internet, em especial, trouxe um aumento expressivo na troca de informações e dados entre pessoas e escritórios, uma atividade antes privilégio apenas de grandes empresas e instituições (2001, p. 6).

Com o desenvolvimento dos processadores mais velozes, a partir do ano 2000, houve um grande impulso no que se refere à simulação virtual da realidade nos programas de desenho por computador. Problemas como lentidão no processamento de dados, regeneração de tela, foram sensivelmente reduzidos por novos *hardware* e *software.* Entretanto, segundo SANDERS (1996, p.4), os arquitetos implementaram essas ferramentas com cautela em seus escritórios, porque o processo de projeto de arquitetura e documentação não mudou tão radicalmente quanto esperado. SANDERS atribui alguns fatores para a lenta implementação dessas tecnologias:

- o desenvolvimento de projetos de arquitetura é um problema mais complexo que simplesmente seu cálculo de engenharia. Requer ferramentas de desenho mais desenvolvidas que as dos programas de engenharia.

- Aplicativos, principalmente os mais sofisticados, como os de CAD, visualização e edição de imagens que fossem estáveis, fáceis de usar, a custos razoáveis, levaram mais tempo que o previsto para chegar ao mercado.

- a recessão global ocorrida no final dos anos 80 e começo dos anos 90 reduziu a capacidade de investimentos de muitas empresas de arquitetura.

- Nos Estados Unidos, diferentemente das escolas de engenharia, muitas escolas de arquitetura, durante os anos 80, não enfatizaram a tecnologia nos seus currículos, e as que o fizeram concentraram suas pesquisas no desenvolvimento de software e pesquisa de ponta. Assim, a maioria dos arquitetos graduados tinha pouca experiência ou treinamento nessa área.

- Centenas de formatos de arquivos incompatíveis inventados pelos programadores e milhares de documentações organizacionais inventadas por arquitetos, criaram uma verdadeira torre de Babel digital na indústria do design e da construção civil. A falta de documentação sobre informações da indústria reduziu a flexibilidade e o valor das ferramentas de computador usadas para manipular tais informações.

De acordo com SANDERS (1996, p.5), ao final dos anos 80 e começo da década seguinte, sistemas de CAD baseados em PC tornaram-se lugar comum em firmas de todos os portes; entretanto ainda se limitavam às funções de desenho bidimensional. Em virtude disso muitos graduados que entravam no mercado de trabalho estavam despreparados para usar tais ferramentas, e o treinamento era feito basicamente nas empresas.

Em meados dos anos 90, a quantidade e tipos de aplicativos usados por arquitetos expandiram-se consideravelmente, e continuaram numa espécie de “modismo selvagem”. Além dos programas de CAD, banco de dados e tabelas, os sistemas baseados em PC ampliaram a gama de possibilidades como modelagem tridimensional, animação e ferramentas de realidade virtual, entre outras. (SANDERS, 1996, p.6)

Aquilo que parecia ser simplesmente uma substituição de um desenho tradicional feito a mão por um desenho auxiliado por computador, foi, na verdade, parte de um contexto muito maior de desenvolvimento global da sociedade, o contexto da cibercultura.

As formas de apresentação de projetos mudaram, a velocidade e prazo para execução do projeto arquitetônico se aceleraram, os desenhistas, que até então utilizavam nanquim e papel vegetal, tiveram que reciclar seus conhecimentos fazendo cursos de desenho por computador. Novos prestadores de serviços, como as plotadoras, apareceram. Os órgãos municipais de aprovação dos projetos de arquitetura passaram a priorizar a correção de projetos entregues na forma digital[6], tudo isso transformando um cenário ao longo de apenas duas décadas.

O desenvolvimento do ciberespaço permitiu a troca de dados de projetos e se tornou uma fonte de pesquisa no ambiente profissional de arquitetura. Os projetos não necessitam mais ser impressos para serem enviados a outros profissionais. Os próprios desenhistas de arquitetura podem fazer os desenhos em sua própria casa ou escritório, permitindo-se a troca de desenhos e dados quase que instantaneamente. A manifestação da inteligência coletiva (LEVY,1999, p. 29), num processo dinâmico e não retroativo, alterou os métodos de trabalhos dos arquitetos, tornando parcialmente obsoletos parte de seus conhecimentos e forçando-os a se integrar nesse processo. Aqueles mais tradicionalistas encararam com estranheza esse conjunto de transformações técnicas, como nos diz LEVY (1999, p. 28) a presença de um "outro" ameaçador, como algo vindo do exterior, que cria um sentimento de obsoletismo e de necessidade de apropriação. As escolas de arquitetura, por sua vez, vislumbrando esse ambiente de transformação sócio-tecnológica, obrigaram-se a incorporar aos seus currículos disciplinas ligadas ao ensino de ferramentas de desenho de computador, como uma resposta ao avanço da cibercultura e do ciberespaço.

---

[6] Como exemplo, o caso do Departamento de Urbanismo da cidade de Curitiba, onde a correção de projetos a serem aprovados passou a ser feita diretamente em arquivos digitais, em um sistema de CAD, eliminando a necessidade da impressão nas etapas intermediárias, feita somente na aprovação final.

1.3 AS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE ARQUITETURA – EXPERIMENTAÇÃO E FUTURO

Este capítulo traz uma breve abordagem na questão do emprego de novas tecnologias de informação e comunicação (NTIC) na arquitetura e na prática do seu ensino.

1.3.1. Um pouco da trajetória da formação dos cursos de arquitetura no Brasil

A partir da segunda guerra mundial, o processo de urbanização acelerada e a crescente industrialização exigiram maior número de profissionais na área da construção, fazendo surgir, no país, faculdades de arquitetura, que nasciam independentes ou se separavam das escolas de engenharia. Assim surgiram a Faculdade Nacional de Arquitetura em 1945, a Faculdade de Arquitetura Mackenzie em 1947, a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo provinda da Escola Politécnica em 1948, a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Rio Grande do Sul em 1952. Em 1961 surge no Paraná o Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Paraná.

A necessidade do aumento de vagas universitárias a baixo custo, sem prejuízo da escolarização em níveis inferiores, fez com que o governo instituísse a Reforma Universitária de 1969. A Reforma trouxe consigo a departamentalização das estruturas administrativo-acadêmicas, a matrícula por disciplina, a instituição do curso básico que reduzia a capacidade ociosa dos cursos, a unificação do vestibular por região e o ingresso por classificação, a fragmentação do grau acadêmico de graduação, e propiciou mudanças no ensino superior do Brasil, especialmente no quadro quantitativo, favorecendo uma proliferação de escolas superiores.

A partir daí, no Paraná surgem outros cursos de arquitetura como o da Pontifícia Universidade Católica, os cursos de arquitetura da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Tuiuti do Paraná, e, mais recentemente, o curso de Arquitetura e Urbanismo

da Universidade Positivo, cujo credenciamento como universidade foi homologado no dia 30 de janeiro de 2008, através da Portaria nº 171 do Ministério da Educação e Cultura.

A partir de 1990, paralelamente ao desenvolvimento dos cursos, como já foi exposto, o advento da informática possibilitou novas técnicas de desenho e representação na arquitetura. O desenvolvimento e expansão da internet possibilitaram novas formas de comunicação. Dessa forma os cursos de arquitetura incorporaram aos seus currículos disciplinas específicas para o ensino de informática aplicada à arquitetura, bem como incrementaram sua estrutura com equipamentos de informática, para que pudessem atender às necessidades atuais, em maior ou menor grau, dependendo dos recursos financeiros de cada instituição.

A Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura – ABEA estabeleceu diretrizes ao longo dos anos 90, compondo um programa denominado "Programa de Informatização do Ensino de Graduação em Arquitetura e Urbanismo". Entre essas diretrizes temos: "ministrar disciplinas obrigatórias com a implantação de laboratórios de computação, capacitar os cursos para se conectarem em rede e capacitar os cursos para o desenvolvimento de linhas específicas de atuação, levando em conta a capacitação do pessoal disponível e a experiência já acumulada pelas instituições". (NARDELLI, 2005, p.230)

Uma disciplina obrigatória deveria ser incluída, com um mínimo de 4 horas semanais e com dois alunos por computador. As turmas deveriam ser de no máximo 40 alunos e uma disciplina optativa que permitisse aprofundar os conteúdos já ministrados na disciplina obrigatória. Treinamentos extra-aula também deveriam ser incluídos, considerando-se duas horas semanais com no máximo dois alunos por máquina. (NARDELLI, 2005, p.230)

NARDELLI destaca que um fato interessante constante nesse programa foi o de serem citados dois softwares de CAD comerciais nominalmente, o que indicava apenas a intenção inicial de capacitação instrumental das ferramentas de desenho digitais. Essa capacitação não implica, porém, na preocupação com o uso das ferramentas de desenho

digitais como meio para construção do conhecimento na disciplina de projeto, no que se refere à criação e o desenvolvimento de projetos.

1.3.2 Novas Tecnologias, novas formas de ensinar

Em relação ao termo "novas tecnologias", DELAUNAY[7] ressalta que na verdade "para os jovens (...) não existem novas e velhas tecnologias: existem instrumentos para informar e comunicar, jogar ou ajudar nos trabalhos escolares". Essa seria uma distinção específica para os adultos, pois as tecnologias já fazem parte de seu mundo e suas relações sociais.

DELAUNAY prossegue esclarecendo que as principais características das NTIC são na verdade:

- a velocidade e a potência do registro, do arquivo e da restituição das informações textuais, visuais e sonoras;

- o acesso, a mistura e a manipulação direta (em tempo real), por combinação, distorção, alteração de dados arquivados na memória (do computador);

- a transportabilidade dos dados numéricos ou analógicos numerados por diferentes canais de difusão (cabo, satélite, etc.) e a conexão entre todas as redes;

- a criação de "mundos virtuais" ou de "realidades artificiais" obtidas pela modelagem das formas do mundo real ou imaginário, e, combináveis com os personagens e cenários reais, como no caso dos imaginários ditos "híbridos", tornou tudo isso acessível para o usuário, via interfaces mecanizadas e com suportes de interatividade.

Nessa última característica é que o emprego das NTIC na arquitetura e seu ensino se desenvolveram com maior novidade, possibilitando a simulação dos projetos e o surgimento do que se denomina *arquitetura virtual*[8]. Para DUARTE (1999, p. 135) a

---

[7] Referência ao texto de Delaunay, G. J., entitulado "Novas Tecnologias, Novas Competências", traduzido pela Profa. Dra. Rosa Maria Cardoso Dalla Costa, ainda no prelo a ser publicado nas próximas edições da revista Educar em Revista nº. 31, jan/jun. 2008.

[8] O termo arquitetura virtual foi criado por Peter Weibel, artista e cientista, nomeando a arquitetura que se constrói entre os usuários e o ambiente, numa relação comunicacional de entrada (input) e saída (output), onde cada ação do

arquitetura virtual não se restringe a imagens tridimensionais geradas por computador de um projeto arquitetônico estático e com concepções cartesianas do espaço, mas na interação proporcionada pelas tecnologias eletrônicas e digitais, amplificando as possibilidades de apreensão dos ambientes.

Neste sentido, a simulação pode trazer novas maneiras de desenvolver e ensinar arquitetura. DUARTE (1999, p. 157) destaca que "é importante considerar os trabalhos de simulação de arquitetura como fundamentais às experiências prévias de projetos", podendo-se, assim, demonstrar a importância do estudo das ferramentas de desenho digitais, como também a importância deste trabalho de pesquisa. LEVY (1999, p.165) acrescenta que as técnicas de simulação "não substituem os raciocínios humanos, mas prolongam e transformam a capacidade de imaginação e do pensamento". Ainda, segundo o autor, a simulação ocupa um lugar central nos novos modos de conhecimento trazidos pela cibercultura e "amplifica a imaginação individual (aumento de inteligência) e permite aos grupos que compartilhem, negociem e refinem modelos mentais comuns, qualquer que seja a complexidade deles (aumento da inteligência coletiva)".

Referindo-se especificamente ao ensino de arquitetura com o uso de sistemas computacionais, VINCENT E NARDELLI sintetizam a evolução ocorrida nos ateliês de projeto e laboratórios em quatro etapas distintas, que evoluíram de forma lenta e gradual, com origem no ensino instrumental das ferramentas até a fase mais atual de sofisticados métodos para a concepção de projetos (2007, p.2).

Essa evolução pode, até o momento, ser resumida nas seguintes etapas:

- Ensino e treinamento;
- CAD como ferramenta de projeto, e
– Projeto com ferramentas paramétricas e BIM[9].

---

usuário se reflete no conjunto ambiental ou as próprias modificações do ambiente se refletem na apreensão espacial do usuário – essas relações traduzidas de um para outro por computadores e dispositivos eletrônicos.

[9] BIM – Building Information Modelling é uma forma de administrar informações relativas à edificação. Trata-se de um conjunto de informações gerenciado e mantido ao londo de todo o ciclo de uma obra

– Projeto com ferramentas inteligentes: Generative software e Performative software.

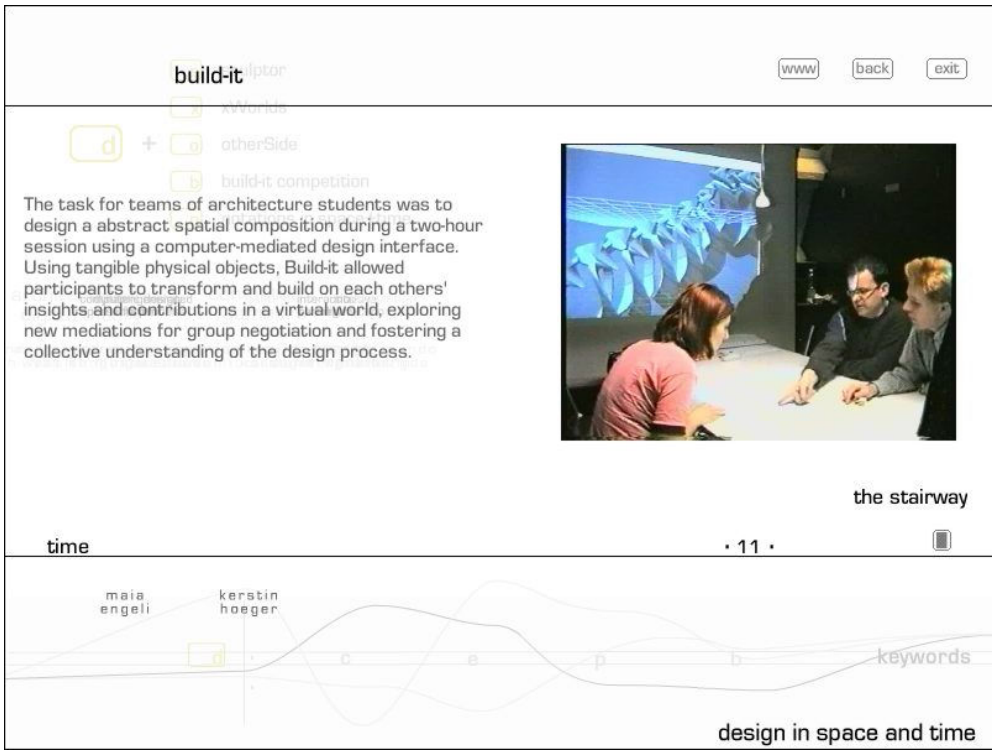
Algumas experiências para fins didáticos na arquitetura merecem destaque pelo seu caráter precursor e de experimentação. DUARTE (1999, p. 165) cita os trabalhos dos professores M.A. Crippa, S. Cinti Luciani e G. Magrassi, da Faculdade de Engenharia da Escola Politécnica de Milão. Para a exposição "Imagina 96" o grupo desenvolveu um trabalho sobre a obra do arquiteto Frank Lloyd Wright, reconstruindo digitalmente o projeto do Templo Unitarien, para o qual Wright desenvolveu 34 estudos. Foi possível com esse trabalho percorrer todas as fases criativas desse projeto, proporcionando a crítica de arquitetura de obras não construídas. Um segundo trabalho citado por DUARTE (1999, p. 166) é o do professor Txatxo Sabater, da Universidade Politécnica da Catalunha, para a mesma exposição. O grupo do Departamento de Composição Arquitetônica dessa universidade recriou, através de modelos virtuais, parte dos planos urbanísticos de Ildefonso Cerdà para a cidade de Barcelona, considerado um projeto balizador do urbanismo moderno emergente. A possibilidade de simulação desse projeto em diferentes anos vem sendo útil ao estudo de projetos antigos e é referência na concepção de soluções contemporâneas.

As TIC não apenas possibilitaram a criação de modelos virtuais de obras do passado da arquitetura, porém fizeram surgir todo um campo de experimentações no ensino de arquitetura, desde o desenvolvimento de formas até a comunicação via internet. É neste campo que destacamos o trabalho comandado pela Dra. Maia Engeli, da *Eidgenössische Technische Hochschule Zürich,* escola de arquitetura situada na Suíça. Esse trabalho foi desenvolvido por professores com a colaboração de alunos, apresentado num livro denominado "Bits and Spaces", perfazendo um total de 33 diferentes projetos em cinco áreas distintas. Sua importância se deve à categorização dos trabalhos, de forma consciente e objetiva, que explora as mais diferentes possibilidades das TIC.

A primeira área compreende o que foi denominado como "desenho no espaço e tempo", compreendendo projetos que englobam a representação espacial de objetos e

formas, com interação e manipulação em tempo real dos objetos virtuais. Um exemplo de trabalho nessa área chama-se "*Build-it competition*" (fig. 6), no qual os alunos participam de uma competição em equipes, interagindo e desenvolvendo um modelo virtual de formas, em tempo real, com auxílio de computadores sofisticados e projeções em telas, com a finalidade de construir, colaborativamente entre alunos, composições espaciais e paisagens imaginárias.

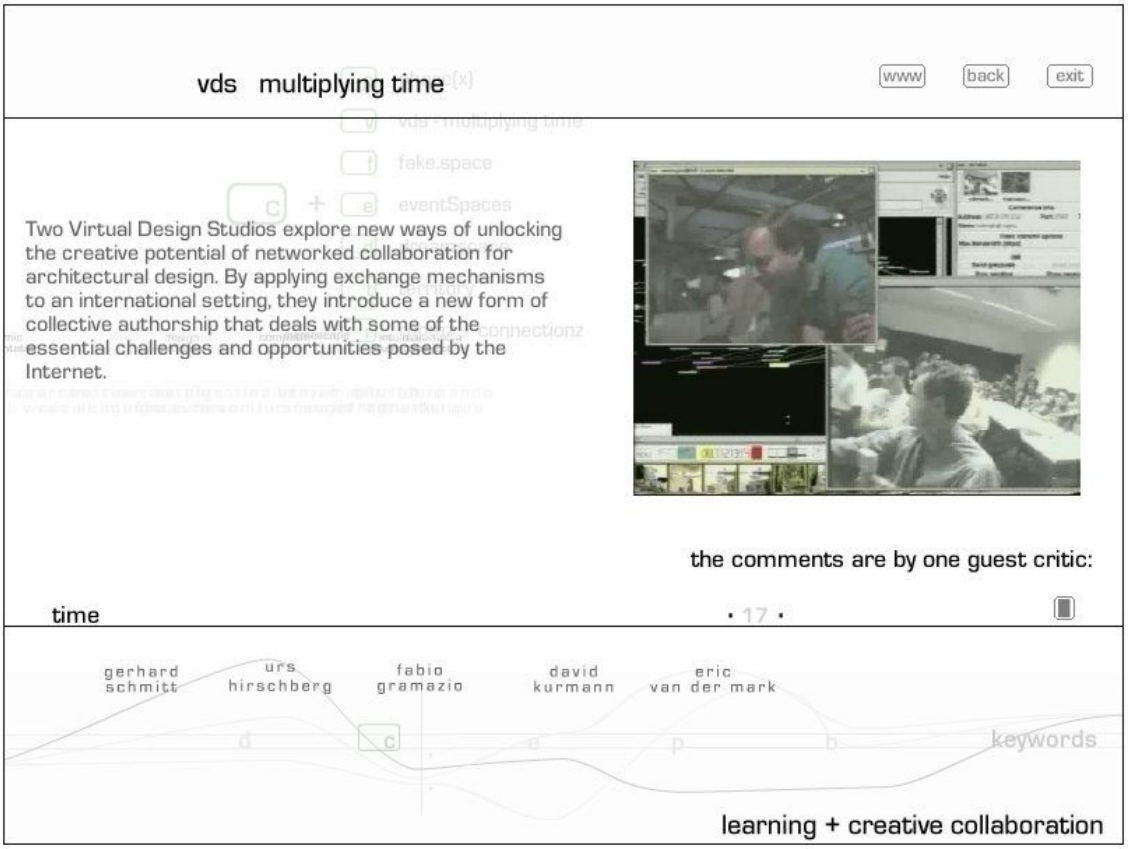
FIGURA 6: TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O TRABALHO BUILD-IT COMPETITION.



FONTE: Bits and Spaces, Architecture and Computing for Physical, Digital, Hybrid Realms, 33 projects by architecture and CAAD. Basel: Birkhäuser Publishers for Architecture, 2001.

Uma segunda área diz respeito à "colaboração criativa", que desafia a maneira tradicional do ensino do *design,* visando à criação através do compartilhamento de idéias e desenhos. Como exemplo, destaco o projeto denominado "*VDS: Multiplying time, place2wait*" (figura 7), definido como um Ateliê de Projetos Virtual, concebido para se desenvolver um projeto continuamente ao longo do tempo, por diferentes escolas de arquitetura ao redor do mundo. Devido às diferenças de fusos horários, quando uma equipe acaba um turno de oito horas de trabalho no projeto, outra equipe de uma escola de arquitetura num fuso horário de oito horas de diferença assume o trabalho e assim sucessiva e ciclicamente num período de tempo.

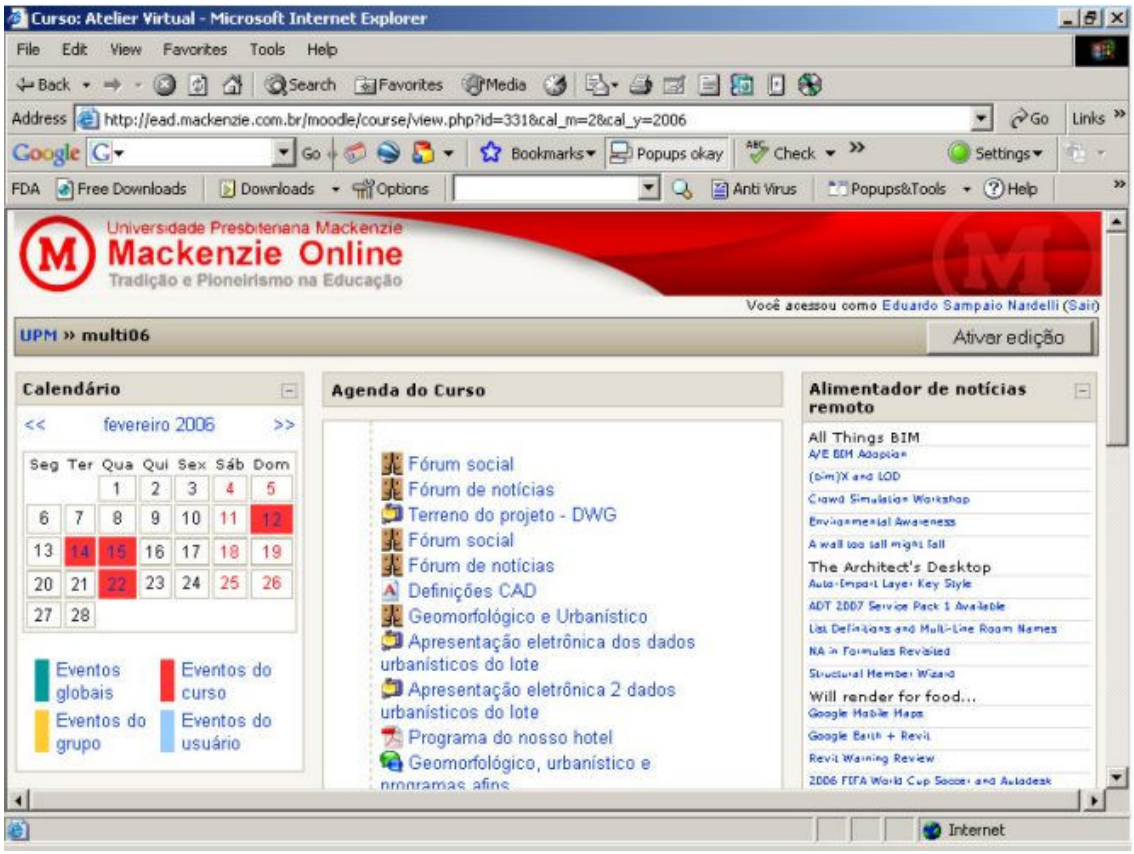
FIGURA 7: TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O TRABALHO VDS: MULTIPLYING TIME, PLACE2WAIT



FONTE: Bits and Spaces, Architecture and Computing for Physical, Digital, Hybrid Realms, 33 projects by architecture and CAAD. Basel: Birkhäuser Publishers for Architecture, 2001.

Uma experiência similar, utilizando o princípio do VDS, foi feita em 2006 por NARDELLI, da Universidade Presbiteriana Mackenzie, propondo a participação dos alunos no *Taller Virtual de lãs Américas*. Utilizando-se de comunicação à distância, síncrona e assíncrona, através de *chats* e o aplicativo *Moodle*, alunos desenvolveram de forma colaborativa um projeto de hotel. (fig. 8)

FIGURA 8: TELA DO PROGRAMA MOODLE, BASE DO AMBIENTE DO ATELIÊ VIRTUAL, USADO POR NARDELLI DA UNIVERSIDADE PRESB. MACKENZIE



FONTE:http://ead.mackenzie.com.br/mackvirtual/file.php/7/Apresentacoes/sexta/s504_1530/MoodleMoot%20FAU.pps. Acesso: 28/01/2008 15h58.

"Ambientes Virtuais: Caminhos, Pessoas, Dados" é a terceira área de projetos experimentais em arquitetura. Ambientes virtuais e realidade virtual não são exclusividade da visualização em arquitetura, diferentes áreas como medicina também utilizam a potencialidade dessas tecnologias por computador. Os passeios virtuais em obras arquitetônicas são experiências que se iniciaram nos anos noventa e hoje são uma realidade disponível em programas, que "lutam para ultrapassar os padrões tradicionais de percepção e interação"[10] (SPERLICH, p. 102). *Virtualhouse.ch* (fig. 9) representa um projeto desta área, no qual se pode "visitar" uma casa virtual armazenada em páginas da internet. Composta de imagens bidimensionais dispostas em "aposentos", nessa proposta o visitante virtual pode fazer novos arranjos de ambientes, conversar com outros visitantes, bem como ver o histórico das conversações em um determinado ambiente.

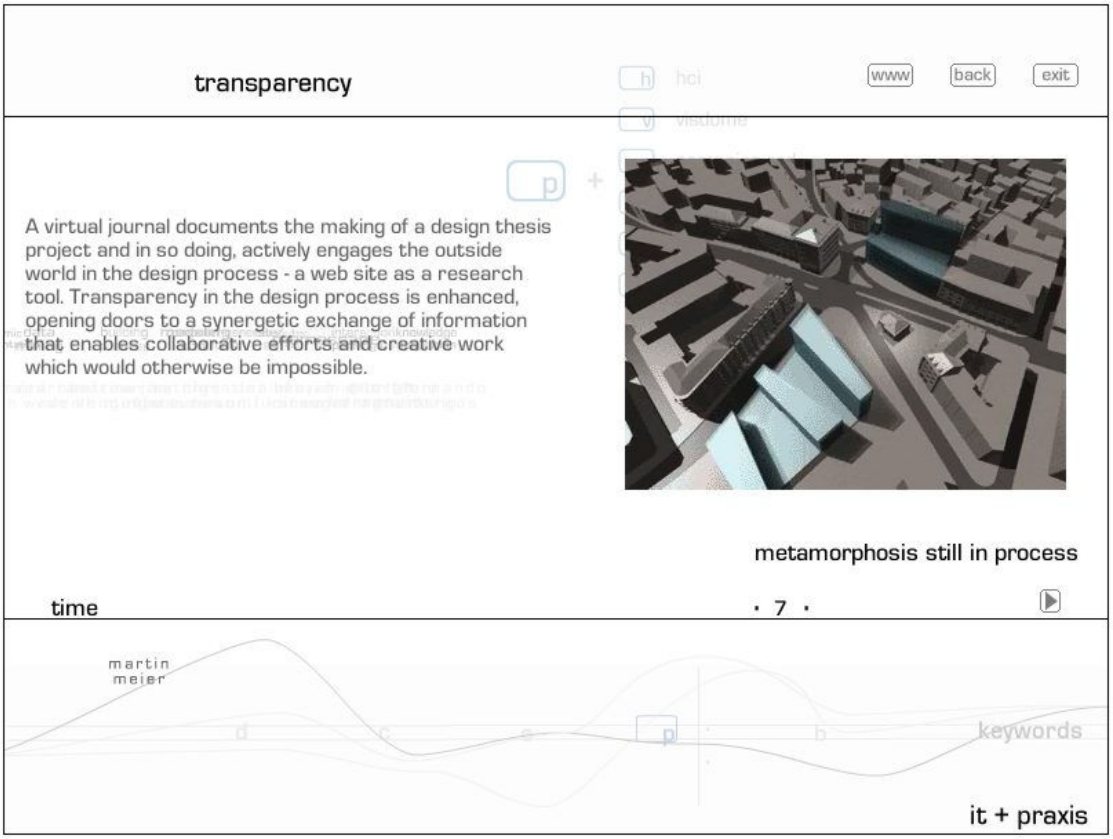
FIGURA 9: TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O TRABALHO *VIRTUALHOUSE.CH*

FONTE: Bits and Spaces, Architecture and Computing for Physical, Digital, Hybrid Realms, 33 projects by architecture and CAAD. Basel: Birkhäuser Publishers for Architecture, 2001.

[10] "(...) that strive to overcome traditional patterns of perception and interaction". Tradução livre do autor.

A necessidade de troca de informações entre profissionais da indústria da construção gerou uma série de projetos que foram classificados como “Tecnologia da informação e Prática”. Nesses projetos o intercâmbio de informações, opiniões e dados através da internet visa a melhorar as concepções e execuções de projetos. Como exemplo, o projeto “*Transparency*” (fig. 10) possibilitou a troca de opiniões com a comunidade durante o desenvolvimento de um projeto de edifícios de escritórios e apartamentos “Kreuzplatz”.

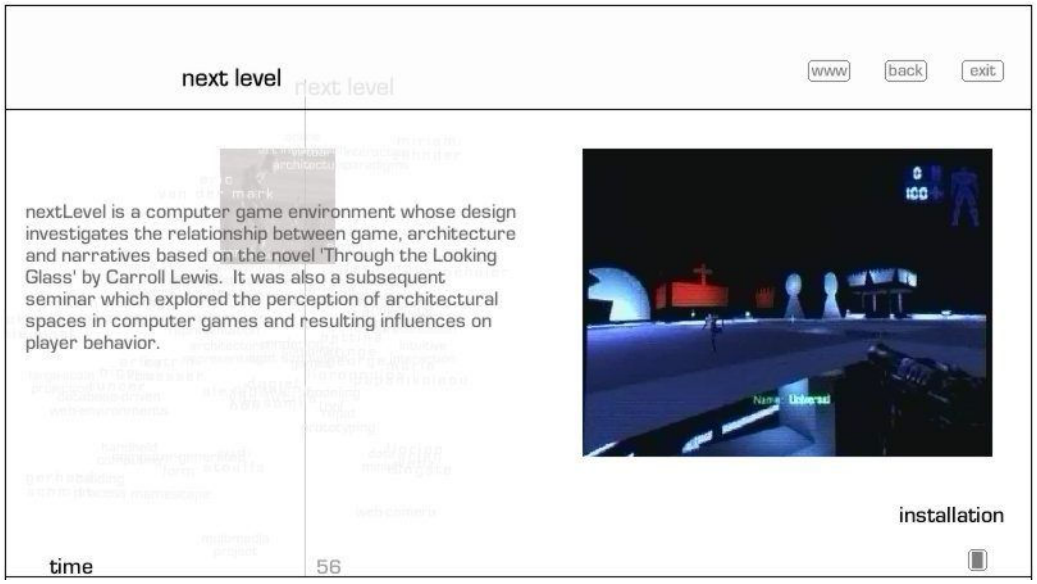
FIGURA 10: TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O PROJETO *TRANSPARENCY*



FONTE: Bits and Spaces, Architecture and Computing for Physical, Digital, Hybrid Realms, 33 projects by architecture and CAAD. Basel: Birkhäuser Publishers for Architecture, 2001.

A última área de estudos apresentados pela ETH refere-se a "*Blurring Boundaries*", englobando projetos que detectam novos campos da mídia e da arquitetura, ambientes físicos e virtuais, bem como de campos não familiares de pesquisa, no intuito de vislumbrar novas oportunidades e implicações das TIC. "*Next Level*" (figura 11) é um desses projetos que procurou estabelecer relações arquitetura, jogos de computador e narrativas.

FIGURA 11: TELA DO CD-ROM REPRESENTANDO O PROJETO *NEXT LEVEL*



FONTE: Bits and Spaces, Architecture and Computing for Physical, Digital, Hybrid Realms, 33 projects by architecture and CAAD. Basel: Birkhäuser Publishers for Architecture, 2001.

Como visto neste capítulo, as novas tecnologias abriram novos campos de experimentação, visualização, representação e concepção, aplicadas ao desenvolvimento de projetos de arquitetura e urbanismo. Essas tecnologias, que abrangem uma ampla gama de *software* e *hardware*, foram gradativamente aperfeiçoadas e implementadas no campo profissional do arquiteto. No escopo dessa pesquisa, as experiências de NARDELLI e da escola suíça de arquitetura, exemplificadas neste capítulo, servem para demonstrar a importância e o papel que as ferramentas de desenho digitais podem assumir nas escolas de arquitetura, além de serem simples ferramentas de desenho. A análise das experiências

atuais da utilização das ferramentais de desenhos digitais no ensino de arquitetura contribuiu decisivamente para que se pudesse compreender a forma como elas são empregadas na disciplina de projeto onde foi feita essa pesquisa.

Mais do que ferramentas de representação, elas representam poderosos meios de concepção de projetos. Reduzir, portanto, as ferramentas de desenho digitais a meros substitutos de desenhos técnicos e precisos é desconhecer seu potencial, é dizer que o lápis serve unicamente para riscar o que se pode apagar. Na verdade, reforçam a necessidade de um novo tipo de comportamento e percepção, a Cyberception de ASCOTT:

> "que eleva a experiência transpessoal e define comportamento de uma arte transpessoal. Ela envolve tecnologia transpessoal , de comunicar, compartilhar, colaborar, que nos permite transcender as limitações de nossos corpos. A experiência que nos apresenta uma reflexão para a interconexão de todas as coisas, a permeabilidade e instabilidade das fronteiras, a ausência de distinção entre a parte e o todo, *foreground* e *background*, contexto e contido. Tecnologia transpessoal é tecnologia das redes, hipermídia e cibererspaço." (tradução livre do autor)

2 O ATELIÊ DE ARQUITETURA E A PRÁTICA-REFLEXIVA

Este capítulo aborda alguns aspectos do método de aprendizado de projeto nos cursos de arquitetura e a importância das ferramentas de desenho digitais nesse aprendizado, como meio de concepção e como mediadora na construção do conhecimento do aluno.

Para explicar ao leitor "leigo" sobre o ensino de arquitetura, que tem como espinha dorsal a disciplina de projeto, CHIESA (2001) nos resume perfeitamente o processo:

> Em síntese, o aluno exercita-se sobre uma quantidade variável de temas, de complexidade crescente e com enfoques diversos segundo a escola e a equipe de professores, realizando simulações de projeto. Tais exercícios são avaliados pelos mesmos professores que orientam ou dirigem a sua elaboração ou, às vezes, por outros convidados. A aprovação de um certo número desses projetos produz a promoção do aluno ao ano ou à matéria seguinte. Os exercícios de desenho se supõem estarem respaldados por um conhecimento agregado sobre a arquitetura e sobre o desenho, que são adquiridos pelo aluno em outras disciplinas de orientação teórica e tecnológica. (p. 18-19)

MARTINEZ (2000, p.55) explica que as disciplinas de projeto podem constituir uma única cadeira com vários anos, usualmente chamada de "ateliês verticais", na qual aluno desenvolve uma série de projetos e a aprovação de um determinado número desses projetos possibilita a promoção do aluno para o nível seguinte. Esses projetos normalmente são constituídos de fases de elaboração. Dentre as várias fases que podem existir na elaboração, as principais são, geralmente, denominadas: estudo preliminar, anteprojeto, projeto de prefeitura e projeto de execução, numa crescente ordem de complexidade. Pelo fato de as fases de projeto de prefeitura e de execução constituírem um desenvolvimento específico para órgãos públicos e a obra, é comum que no curso, em grande parte, desenvolvam-se projetos apenas até a fase de anteprojeto, quando já se pode avaliar a qualidade do projeto do aluno.

Cabe ao professor de arquitetura empregar a metodologia mais apropriada para que, nessa trajetória, os alunos construam o conhecimento necessário para se tornarem

“arquitetos capazes de produzir arquitetura significativa”, ou seja, no sentido da arquitetura que vai além dos aspectos técnicos e funcionais (SALAMA apud Barrada, 1995, p.9).

O suporte digital no processo de criação de arquitetura introduziu novas variáveis nas metodologias tradicionais, resumidas no sub-capítulo seguinte, e abriu um novo espaço para a pesquisa das ferramentas de desenho digitais como mediação na construção do conhecimento do aluno. No sub-capítulo 2.2, as pesquisas de JONSON, DE VRIES, JESSURUN, SEGERS E HENRI ACHTEN estudam as mediações utilizadas por arquitetos e estudantes de arquitetura no processo de criação e fornecem uma visão clara da importância das ferramentas de desenho digitais em relação a esse processo e às demais mediações.

2.1 VELHOS PROBLEMAS, NOVAS SOLUÇÕES

A questão da metodologia de ensino de arquitetura não é recente. Alguns estudos já apontaram deficiências neste sentido, e cabe aqui destacar o trabalho de SALAMA, quando aponta alguns problemas decorrentes, principalmente do vácuo que existe entre a educação no ateliê e a prática profissional, entre o que é ensinado e o que a sociedade precisa, e também a falha em não se empregar métodos de ensino que considerem as capacidades dos alunos de pensar e pesquisar, bem como suas diferenças individuais (1995, p.11). A autora pontua algumas questões, que podem definir os problemas ligados à metodologia:

- o conceito de criatividade está comumente ligado a questões de intuição e talento.
- o trabalho no ateliê não considera questões sócio-comportamentais, econômicas, políticas e tecnológicas;
- o trabalho no ateliê não estimula a interação com clientes, o que caracteriza

situações reais. Em conseqüência, há uma distância entre o que se aprende e o que se pratica;

- o trabalho no ateliê de arquitetura tem seu foco no "como" do design, na criação de formas e configurações em resposta a uma situação hipotética, e não no "o que", caracterizado pelas atividades humanas que são apropriadas para determinados tipos de edifícios. Não leva em consideração o "porquê" do design, que se caracteriza por pensar porque um determinado tipo de espaço e forma é apropriado para um comportamento humano. Um "porquê" que significa investigação.

De certo modo esses problemas são conhecidos e resolvidos, em parte ou globalmente, pelo professor e pela instituição de ensino.

Em sua pesquisa, SALAMA identificou vários métodos ou modelos de ensino de projeto de arquitetura, em âmbito internacional. Cada modelo tem suas próprias características quanto ao processo de design e estilo de ensinar. A discussão desses modelos não será aprofundada, porém julgou-se pertinente demonstrar diferentes enfoques sobre o mesmo objeto (p.95-143):

● Modelo Experimental (Caso-Problema): originário de SYMES E MARMOT (1985), baseia-se em casos reais de projetos de arquitetura, como meio para análise social. Tem por objetivo combinar teoria e design, educação e prática, através do auxílio ao aluno para desenvolver uma base de conhecimentos, de um aprendizado efetivo e estimulante, e do preparo do estudante para projetar em situações da vida real. Em geral existe uma atividade paralela na qual se estuda um caso parcialmente resolvido e se revisam os problemas inerentes.

● Modelo Analógico: modelo desenvolvido por SIMMONS (1978), ensina que o design não é um processo de invenção, mas de seleção. As idéias não surgem do nada. Algo que parece ser uma invenção é, na verdade, uma combinação e desenvolvimento de

outras idéias. É um modelo fundamentado na analogia como fonte de criatividade, baseado geralmente em outras edificações.

● Modelo Participativo: concebido por SANNOF no fim dos anos 60, considera o design como uma atividade não competitiva, visto que os alunos trabalham em grupos, em diferentes projetos. Considera o projeto como uma atividade participativa, onde os alunos estão diretamente envolvidos com o cliente/usuário, que influenciam na tomada de decisões. Esta interação aluno-cliente é considerada fator chave no processo do projeto.

● Modelo "currículo oculto"[11]: desenvolvido por DUTTON (1987), considera o design como o processo de construir o conhecimento sob certas circunstâncias. Arquitetura não é uma entidade neutra. Visto que está submetida a influências econômicas e políticas, a relações de poder, considera importante julgar a forma como essas relações influenciam o aprendizado do aluno.

● Modelo Linguagem Padrão[12]: criado por DAVIS (1982), concebe o design como um conjunto de procedimentos, onde a ordem formal e funcional do ambiente construído provém de regras de construção individuais e ações coletivas. Foi introduzido como um meio de organizar o processo de projetar, e a fonte de informações formais/funcionais é o ambiente. De acordo com essa linguagem, um conjunto de regras é compreendido. Tenta-se então investigar os mecanismos sociais que foram transmitidos com essas regras, porque um conjunto particular de regras foi instituído, como determinar novas regras para situações variáveis, e, finalmente, como as regras de projeto interagem com a organização do edifício.

● Modelo "Concept-test"[13]: desenvolvido por LEDEWITZ (1982), baseia-se na teoria de aprendizagem de Piaget, pois vê o design como uma atividade de

---

[11] Traduzido livremente do inglês "hidden curriculum" é explicado no texto como se referindo aos valores, atitudes e normas não explícitas que provém das relações sociais da escola e da sala de aula, bem como do conteúdo do trabalho.

[12] Traduzido livremente do inglês "Pattern Language", idealizado por Christopher Alexander (1977), na qual "pattern" significa uma relação física específica, proveniente de uma situação humana recorrente.

[13] Optou-se pelo termo original, utilizado em marketing, para designar um modelo que será submetido à prova do consumidor, através de métodos quantitativos e qualitativos, para obter uma avaliação antes de se introduzir um produto no mercado.

desenvolvimento que inter-relaciona hipótese e prova, supor e avaliar, ou atividades como imaginar, presenciar e testar. Ao questionar, o arquiteto produz uma solução "em essência", já nas fases iniciais do projeto, que será progressivamente desenvolvido e refinado. Uma série de desenhos ou modelos representa as hipóteses, e serve como meio de elaboração e retorno ao aluno, para avaliar e testar. Este modelo capacita o aluno a aprender de seu próprio trabalho e desenvolvê-lo gradualmente.

● Modelo "Double Layered" ou em "Duas Camadas": GOLDSCHMIDT idealizou esse modelo em 1983, e entende o processo de projeto como a sobreposição de dois processos: um processo criativo e um processo de "resolução de problema". Normalmente, o estudante ou o arquiteto inicia o projeto com um conjunto de informações, que são organizadas, classificadas e analisadas. A partir desse ponto, podem ocorrer dois movimentos em direção à concepção. Pode ser um movimento dedutivo e racional, com a análise de suas conseqüências no projeto, ou pode ser um movimento indutivo intuitivo que encorpa o conjunto de informações em movimentos cíclicos. Saltos podem ocorrer no processo quando "inspirações" repentinas clareiam o processo e podem auxiliar o aluno a prosseguir no caminho correto

● Modelo "Energy Concious": desenvolvido por COLE nos anos 70, é uma combinação de trabalho em ateliê e seminário. Para ele, o ateliê não é o lugar onde tudo é conscientemente sintetizado ao mesmo tempo, mas um lugar onde diferentes tarefas são enfatizadas e exploradas num contexto mais amplo. Os estudantes são encorajados a pensar em termos de atividades, para influenciar a maneira pela qual as várias soluções de projetos são direta ou indiretamente exploradas. O foco principal desse modelo é avaliar o resultado de atividades.

● Modelo Exploratório: concebido por Julia Robinson e Stephen Weeks em 1983. Este modelo não entende o design ou projetar como análise versus síntese, ou pensamento racional versus pensamento intuitivo, mas como uma exploração numérica, verbal e formal. Ainda neste modelo, a linguagem e sua transformação em forma física são vistas

como ferramentas de design mais poderosas que as idéias verbais contidas nas imagens. As imagens, aliadas às palavras, podem trabalhar juntas de forma analítica, sintética, racional e intuitiva. O modelo utiliza hipóteses num modo que combine design e organização do programa da edificação. Tenta fazer o aluno compreender as informações relativas ao design enquanto desenvolve soluções.

- Modelo Interativo: o modelo de GERLENTER (1988) rejeita o modelo análise/síntese de projetar. Argumenta que, no início do projeto, o arquiteto não tem idéia de quais fatos analisar e de como estruturar o ataque ao problema. Então escolhe um tipo de solução (esquema cognitivo) de um repertório pré-existente e analisa como ela satisfaz as exigências do problema. Considera um modelo do tipo suposição/análise. Neste modelo, a aquisição e a aplicação dos conteúdos não ocorrem sequencialmente, porém devem ser providas e aplicadas enquanto o aluno lida com o problema.

Os vários modelos apresentados por SALAMA exemplificam diferentes formas de se abordar a questão do ensino de projeto e demonstram que este depende dos critérios colocados como premissas pedagógicas. Com exceção do modelo "Energy Conscious", que é desenvolvido parcialmente em seminários, e do modelo Exploratório, aplicado somente em seminários, os demais utilizam o ateliê de projetos como local de ensino. Invariavelmente, todos envolvem a questão do desenho e da comunicação aluno/professor, e recaem nas questões da prática-reflexiva que será aprofundada no capítulo seguinte.

2.2 UM APRENDER QUE NÃO SE ENSINA

No Brasil, sem contar experiências isoladas, a maneira pela qual os alunos aprendem, é baseada na prática do projeto, ou seja, iniciam o aprendizado praticando o que seria uma simulação da realidade. Em geral, pode-se afirmar que o modelo de ensino de projeto no Brasil reúne características dos modelos Exploratório e Duas Camadas, descritos por SALAMA no capítulo anterior. Este modelo está de acordo com o pensamento de SCHON (2000, p. 123 a 127), que coloca o processo de projeto como algo não possível de ser ensinado, apenas passível de ser instruído, pelas seguintes razões:

- a diferença entre descrição do projeto e o conhecimento-na-ação que corresponde a ela, deve ser preenchida pela reflexão-na-ação;
- o processo de projeto deve ser entendido como um todo, pela experimentação na ação;
- o processo de projeto depende do reconhecimento de qualidades de projeto, que devem ser aprendidas no fazer;
- descrições do processo de projeto provavelmente serão consideradas, no início, confusas, vagas, ambíguas ou incompletas;
- sendo o *design* um processo criativo no qual o *designer* passa a ver e a fazer coisas de uma nova maneira, nem uma descrição *a priori* dele pode tomar o lugar da aprendizagem no fazer.

Assim, a partir dos seus erros e acertos, o aluno adquire experiência suficiente para enfrentar níveis mais complexos de dificuldade de projetos, ao longo dos ateliês verticais. Autores como SCHON e MARTINEZ traduzem essa metodologia de ensino como reflexão-na-ação, ou, em outras palavras, a prática-reflexiva.

Entende-se que através da experiência do sujeito aluno no ateliê de arquitetura, experiência baseada nesse processo de reflexão-na-ação (SCHON,2000), constrói-se o conhecimento por meio da interação e comunicação. MARTINEZ (2000, p.51) descreve o

processo que ocorre no ateliê de projeto como um *aprender fazendo*, onde se aprende *algo* no próprio exercício desse algo. Os projetos desenvolvidos nos ateliês de arquitetura não são simples desenhos de arquitetura, mas simulações de situações de produção de projetos.

Na questão da simulação, LEVY (1999, p.67) destaca a vantagem da simulação gráfica interativa através da computação, na qual o sistema dá uma resposta visual ao usuário, que pode facilmente modificar o objeto de estudo, sobre a simples simulação numérica. Pode-se atuar em tempo real sobre fenômenos complexos ou abstratos, sem que eles tenham qualquer "imagem" natural. No caso da modelagem utilizada na produção de projetos de arquitetura, a simulação "traduz de forma visual e dinâmica aspectos em geral não-visíveis da realidade (...) para conhecer melhor objetos ou sistemas complexos ou ainda explorar universos fictícios de forma lúdica."

MARTINEZ (2000, p.55) argumenta que "o decisivo, então, não é possuir conhecimentos, mas sim exercitá-los e exibi-los implicitamente nos resultados". Desta forma entende-se que o aprender, nesse caso, é construído pela prática, pela repetição, pelo gradativo aumento de complexidade de projetos ao longo das disciplinas e pela tomada de consciência de um problema do *mundo real*. O aprender nas escolas de arquitetura é um processo de criação e concepção, ou, como afirma JONSON (2005, p. 613), a concepção do *design* é um problema de geração, desenvolvimento e comunicação de idéias, que são os elementos básicos do pensamento, podendo ser abstratas, visuais ou concretas.

Este autor comenta que no processo de geração de idéias o croqui a mão tem sido considerado tradicionalmente como o coração das ferramentas de concepção (SCHON,1983; GARNER,1992; entre outros), enquanto o desenho auxiliado por computador – CAD é tido como um meio não apropriado no processo de concepção por autores como LAWSON AND LOKE, VERSTIJNEN e PURCELL.

JONSON (2005)[14] realizou uma pesquisa sobre a concepção do design na qual demonstra que durante o processo de concepção o aluno se relaciona com o objeto de estudo através de alguns mediadores ou ferramentas (p.615-616): Desenhos, como croquis, desenhos a mão ou instrumentos; desenhos e modelagens por computador; as maquetes físicas; e os signos e palavras (verbalização), que se dá pelo diálogo com os professores e colegas, pelos esquemas, organogramas e fluxogramas, ou pela palavra escrita em livros e na internet.

O estudo pretendia revelar qual dos mediadores foi utilizado pelo aluno no momento em que teve alguma idéia importante na concepção do projeto, que JONSON denominou como momento "ahá", através das informações coletadas pelos próprios alunos no processo.

Em seus resultados revela que o desenho a mão e o CAD têm igual importância nesse processo, e que o CAD não é apenas uma simples ferramenta de desenho, porém é capaz de desenvolver novas maneiras de compreender e conceber o *design*[15]. O uso de ferramentas de desenho digitais assume, dessa maneira, uma importância fundamental na construção do conhecimento nas escolas de arquitetura.

JONSON (2004, p. 621) consegue demonstrar, entretanto, que o uso da palavra (quer escrita ou falada), ali definida como verbalização, sozinha ou acompanhada de outras ferramentas de concepção, emerge como o principal meio no processo de criação.

Outra pesquisa relacionada ao uso da palavra na concepção do projeto foi realizada por DE VRIES, JESSURUN, SEGERS E HENRI ACHTEN, publicada em 2004. Esses autores afirmam que a palavra (ou texto) como suporte de representações

---

[14] Ben Jonson é professor do Goldsmiths College, Departamento de Design, Universidade de Londres e realizou uma pesquisa com o título "Design Ideation: the conceptual sketch in the digital age", sobre o uso das ferramentas de concepção nos domínios da moda, arquitetura, design gráfico, design de produto e design em geral. A pesquisa foi realizada com estudantes e recém-formados nas áreas descritas e consistia na elaboração de determinados projetos, nos quais os estudantes faziam anotações de quais "ferramentas" utilizavam nos momentos chaves de concepção do projeto. Essas "ferramentas" foram separadas em quatro grupos: verbalização (uso da palavra escrita, pesquisa, diálogo, diagramas), ferramentas de desenho digitais, desenho a mão e maquete física).

[15] Tradução do original "CAD is not just a narrowly defined technical tool but a conceptual tool capable of developing new ways of perceiving and conceiving design" JONSON, B. (2005, p.622)

gráficas, não tem tido a mesma atenção no desenvolvimento dos sistemas de CAAD[16]. Esses sistemas estão se estabelecendo nas fases iniciais do projeto, e hoje existem pesquisas para o uso de aplicativos de reconhecimento de desenho de croquis.

Através dessa pesquisa, os autores demonstram que nos desenhos a mão feitos por alunos e arquitetos, a parte escrita, que normalmente acompanha esses desenhos, desempenha um papel importante no processo de criação. Na produção de desenhos, eles identificaram quatro elementos principais utilizados:

- Palavras, utilizadas para diferentes fins e em diferentes combinações, podem ocorrer na forma de: lista de itens, para fazer atributos a uma idéia; anotações, utilizadas para clarificar ou comentar uma idéia, um croqui ou elemento gráfico; palavras colocadas na forma de diagrama, que em geral são uma abstração; e, finalmente, frases completas, que explicam uma idéia de modo mais preciso.

- Croquis, encontrados na forma de ícones ou representações de diagrama, perspectivas cônicas e isométricas, e projeções ortogonais como plantas, cortes e fachadas. Esses desenhos nunca aparentam estar prontos e podem ser editados em fases posteriores, ou simplesmente servirem de base para novos desenhos.

- Imagens, são imagens pictóricas, em geral provenientes de fontes externas, podendo-se constituir de fotos do local do projeto, mapas, ou mesmo tiradas de revistas, livros ou internet, com o intuito de esclarecer ou ilustrar uma idéia, prover inspiração ao arquiteto, ou simplesmente desenhar sobre ela.

- "*Marks*", termo usado pelos autores para definir tudo que não se encaixa nas categorias anteriores, mas indicam uma relação entre duas entidades, ou destacam uma entidade em especial, tais como flechas, círculos, linhas, retângulos, cujo sentido depende da forma como foram colocados no desenho. Por exemplo, uma flecha com uma ponta indica conclusões, soluções, questões ou tarefas importantes. Se for colocada junto a um croqui pode indicar um acesso, uma linha de visão ou movimento.

---

[16] CAAD (*Computer-aided Architetchtural Design*) compreende os programas de CAD desenvolvidos para aplicações em arquitetura.

Todas essas mediações vistas até aqui, bem como os elementos que constituem os desenhos, quer sejam a mão ou por meios digitais, representam uma parte importante do processo de reflexão do aluno. Atuam como suporte da reflexão, como meio de se materializar idéias e se comunicar, de um "pensar graficamente", como define LASEAU (2001), que será visto com mais critério no capítulo 3.1.

SCHON (2000, p.39) explica que na base da reflexão-na-ação está uma visão construcionista da realidade com a qual se lida. Os estudantes aprendem um tipo de reflexão-na-ação "que vai além das regras que se podem explicitar – não apenas por enxergar novos métodos de raciocínio (...) mas também por construir e testar novas categorias de compreensão, estratégias de ação e formas de conceber problemas" (SCHON, 2000, p. 41).

As metodologias de ensino de projeto de arquitetura e as pesquisas envolvendo mediações, abordadas nesse capítulo, deram suporte à avaliação do uso das ferramentas de desenho digitais em todas as fases dessa pesquisa. Trouxeram, sobretudo, a compreensão de que essas ferramentas já se encontram estabelecidas como meio para a criação de projetos e seu estudo justifica a importância dessa pesquisa no campo do conhecimento científico.

O capítulo seguinte apresenta algumas definições e classificação das ferramentas de desenho digitais, que fundamentaram a posterior elaboração e análise dos questionários.

3 AS FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS

Ferramentas de desenho digitais referem-se, nesta pesquisa, ao conjunto dos programas de computador utilizados pelos arquitetos e estudantes de arquitetura, no desempenho de suas atividades, para a produção, armazenamento, modelagem, visualização, animação, impressão ou manipulação de desenhos, figuras ou imagens. Embora essas ferramentas não sejam de uso exclusivo dos arquitetos, na atualidade elas possuem um papel relevante na produção de arquitetura.

Esses programas fazem parte de uma área da ciência da computação denominada "Computação Gráfica", definida por CUNHA, BERALDO, BARREIROS E BATTAIOLA (1987, p.19) como "o conjunto de algoritmos, técnicas e metodologias para tratamento e representação gráfica de informações através da criação, armazenamento e manipulação de figuras, utilizando-se computadores e dispositivos periféricos gráficos". A computação gráfica possui ramificações que se estendem a áreas como Medicina, Jogos, Cinema, Artes, Geoprocessamento, e Design, entre outras. A computação gráfica é embasada na transformação de dados em imagens, sintetizados em pontos numa tela de computador denominados *pixels*.

A tecnologia da computação gráfica foi desenvolvida no início dos anos 50 para tornar visível ao olho humano o que era invisível, porém os primeiros sistemas não foram desenvolvidos para o trabalho artístico. Suas aplicações se relacionavam com o uso militar, de manufatura, ou ciências aplicadas, o que incluía, por exemplo, simuladores de vôo, CADAM (desenho e manufatura auxiliados por computador) na área de circuitos eletrônicos e CAT (tomografia auxiliada por computador) para permitir aos físicos pesquisar o interior do corpo humano sem abri-lo. (KERLOW, I. V., 2000, p. 5).

3.1 DESENHO E DESIGN: A LINGUAGEM DO ARQUITETO

Ao empregar-se o termo "desenho" para categorizar as ferramentas digitais, não faz referência somente à arte e a técnica de representar através de lápis, pincel, tinta, etc. Relaciona-se também, e com maior significado, ao termo "design", palavra estrangeira incorporada ao vocabulário da língua portuguesa, que é a concepção de um projeto ou modelo, o planejamento, como também o produto desse planejamento (AURÉLIO, 2004, p.650). A tradução do termo "design" pode tanto significar projeto, plano, desígnio como desenho, esboço ou bosquejo. (THE NEW MICHAELIS, 1974, p.287). É o desenho como desígnio (CHIESA, 2001). Na concepção de CHIESA, "a disciplina de projeto tem, no ato de desenhar, a sua maneira específica de estudo, pesquisa e processo de produção" (2001, p. 109). FERRARO complementa que o desenho é o "método de trabalho do arquiteto e de representação de uma idéia; é a linguagem do projeto arquitetônico, no sentido de comunicar e expressar uma intenção, um plano, um propósito". (2003, p. 40)

LASEAU, P. (apud Levens, A.S., 2001, p.12) ilustra a relação entre ambos os significados de "design":

> "uma fonte de confusão quando nos referimos a design, é a tendência de identificar design com uma de suas linguagens, o desenho. A falácia é similar à confusão que resultaria em identificar a composição musical à escrita das notas na partitura musical. Design, como composição musical, é feito essencialmente na mente e o ato de desenhar ou escrever notas são anotações do processo"[17]

Parece prudente não se utilizar a expressão "ferramentas de design digitais" pelo fato de que seu emprego poderia estreitar o significado para uma outra área de conhecimento, como o Desenho Industrial, na qual esse termo é amplamente utilizado. Como existe também uma relação entre o ato de desenhar e o desenho como planejar e criar, relação que será abordada nesta pesquisa, julgou-se mais apropriado usar a expressão "ferramentas de desenho digitais".

---

[17] Tradução livre do autor.

O desenho sempre esteve associado à linguagem do arquiteto, podendo-se constituir-se de esboços, também chamados croquis, ou desenhos mais precisos, denominados desenhos técnicos. LASEAU, P. (2001, p.1) adota o termo "graphic thinking", ou seja, "pensar graficamente", como o pensar auxiliado pelo esboço, pelo desenho. Usualmente associado às fases iniciais do projeto, este "pensar desenhando" atua como estimulante para o desenvolvimento de idéias. Segundo o autor, o "pensar graficamente" possui uma longa tradição em arquitetura, citando como referencial o trabalho de Leonardo da Vinci e seus croquis (fig. 12). Existem fortes indicações de que pensar, em qualquer área de conhecimento, é amplamente melhorado com o uso de mais de um sentido. "Pensar graficamente" seria "pensar visualmente", o que quer dizer integrar mente e sentidos. (LASEAU, P., 2001, p.6)

O processo de pensar graficamente pode ser visto como uma conversação com nós mesmos através da comunicação com os esboços. Esse processo de comunicação envolve todas as partes – olhos, cérebro, mãos e desenhos – e tem a capacidade de adicionar, subtrair ou modificar a informação que está sendo passada, num constante circular de informações. Os esboços nos permitem ver uma série de informações ao mesmo tempo, estabelecendo uma série de relações e descrevendo uma vasta gama de sutilezas. (LASEAU, P., 2001, p. 8-9)

Ao desenhar, o arquiteto ou estudante de arquitetura opera em um mundo virtual, uma representação construída do mundo real da prática. Nesse mundo virtual a experimentação toma lugar, para testar as hipóteses inerentes ao mundo de sua prática. Para o estudante "a habilidade de construir e manipular esses mundos virtuais é um componente crucial não apenas de sua habilidade de atuar de forma artística, mas também de experimentar rigorosamente". (SCHON, 2000, p.67)

Entretanto, existem limitações do meio gráfico do desenho porque "os desenhos não conseguem capturar as qualidades dos materiais, das superfícies, das tecnologias" (SCHON, 2000, p.69), mas, por outro lado, permitem eliminar características que poderiam atrapalhar ou confundir na experimentação que devem ser levadas em conta ao

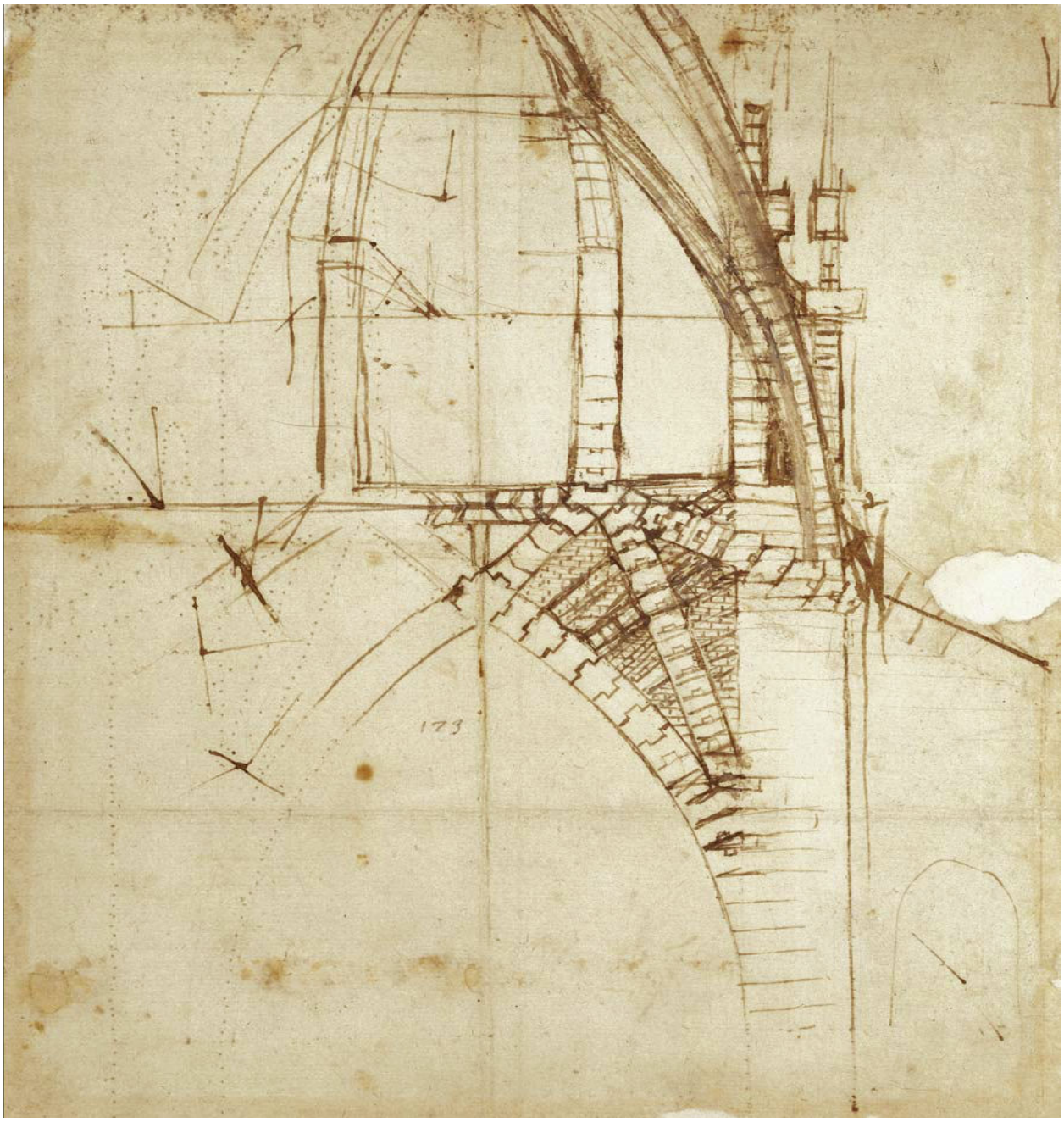
interpretar resultados. O uso desses mundos virtuais desenvolve a capacidade para a reflexão-na-ação, chamada talento artístico. (SCHON, 2000, p.69)

O talento artístico a que se refere SCHON, é um tipo de competência que os profissionais demonstram, em determinadas situações da prática que são únicas ou incertas, e que resulta em uma determinada *performance* habilidosa, própria de cada indivíduo, cujas características são difíceis de se expressar verbalmente de forma explícita. (2000, p. 29-31)

Na metodologia de projeto, isto implica na formação de um aluno que seja capaz de tomar as decisões corretas ao longo do seu trabalho e que resulte, ao longo do curso, num profissional que possua uma determinada *performance* suficiente para enfrentar o mercado de trabalho.

Como visto no trabalho de JONSON, citado no capítulo anterior, as ferramentas de desenho digitais apresentam-se de igual forma como alternativa de mediação entre o aluno e o projeto, e, apesar de suas características diferirem do desenho a mão, atuam no mesmo processo de "pensar graficamente", e assumem, com mesma importância, a responsabilidade do desenvolvimento da capacidade da reflexão-na-ação.

FIGURA 12: CROQUIS DE LEONARDO DA VINCI



Esboço feito por Leonardo da Vinci para o projeto da cúpula da Catedral de Milão. Fonte: Architect´s *Drawings - A Selection of Sketches by World Famous Architects through History* KENDRA, S.S., 2005, Elsevier Ltd.

3.2 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Segundo SANDERS (1996, p.79), para que um programa de computador possa ser considerado uma ferramenta de desenho digital, deve preencher basicamente os seguintes critérios:

1) A ferramenta de design deve ser usada pelo designer, não por um substituto.[18]
2) A ferramenta deve permitir ao designer definir relações entre os componentes do design que afetam o desempenho ou aparência do design, relativos a critérios explícitos ou implícitos.
3) A ferramenta de design deve prover resposta interativa (de preferência dinâmica), no que concerne ao desempenho ou aparência do design, enquanto o designer modifica sua geometria.

Nessa questão do design e do projeto de arquitetura, é importante definir-se o limite de quando um software atua como uma ferramenta de design ou simplesmente é utilizada para apresentação e representação. Algumas dessas ferramentas têm a capacidade de produzir modelos tridimensionais dos edifícios que podem servir tanto para o desenvolvimento do projeto como para apresentação. Numa comparação apropriada, SANDERS esclarece este ponto, colocando a questão: quando um modelo ou maquete física é um instrumento de design ou apresentação? Simplesmente quando o arquiteto pode manipulá-lo, adicionar partes, colar, cortar, estabelecendo comparações entre o modelo desejado na mente do arquiteto com o modelo físico. É o que caracteriza a experiência de design ou projetar, e embora as ferramentas de desenho digitais envolvam outra mídia, podem partilhar as mesmas características relacionadas por SANDERS (1996, p.80):

[18] N.A. tradução livre do original "surrogate", no sentido da ferramenta ser utilizada apenas por um auxiliar, empregado ou colaborador.

- Resposta dinâmica (por exemplo, segurando o modelo nas mãos, girando-o ou andando em volta do mesmo)

- Acesso aleatório (o arquiteto pode mudar o modelo em seqüência arbitrária)

- Relações conectadas (se o arquiteto tira uma parede o telhado pode cair)

- Iteração (o arquiteto pode repetir uma idéia atrás da outra)

Os critérios e características apresentados por SANDERS podem contribuir para avaliar ou perceber a forma como as ferramentas de desenho digitais estão sendo utilizadas nas instituições de ensino de arquitetura.

Para que se possa entender a finalidade dos programas de computadores que serão citados nesta pesquisa e mais especificamente nos questionários e entrevistas com os alunos, utilizamos uma classificação referida por SANDERS, extraída do guia *Digital Design Media*, de autoria de Willian Mitchell, reitor da Escola de Arquitetura e Planejamento do MIT, e Malcolm McCullough, professor associado de arquitetura da Escola de Design da Universidade de Harvard. Esta classificação baseia-se, não em categorias ou tarefas a que se aplicam, porém na dimensão da mídia digital manipulada pelo software. Assim temos:

-**Mídia mono-dimensional**, que inclui palavras, textos e sons.

-**Mídia bidimensional**, que inclui imagens, linhas desenhadas, polígonos, plantas e mapas.

-**Mídia tridimensional**, que se relaciona, com linhas no espaço, superfícies, renderizações[19] e montagem de sólidos.

[19] Renderização é o processo de calcular os elementos tridimensionais, que são criados como "estrutura de arame" ou arestas nos programas gráficos, para que sejam vistos como sólidos. O tipo mais comum é a renderização fotorealística que imita o mundo real. A renderização não-realística inclui o estilo cartoon (desenho em quadrinhos ou animado) entre outros efeitos. (KUPERBERG, BOWMAN, MANTON, PEACOCK, 2002, p. 54)

-Mídia multidimensional que trata de modelos em movimento, animações e hipermídia.

Segundo SANDERS (1996, p.71), essa classificação é útil para se entender a dificuldade de uso dessas ferramentas digitais, em geral tanto maior quanto maior a dimensão da mídia. A própria natureza do trabalho dos arquitetos faz com que as mídias digitais manipuladas pelos programas incluídas nessa classificação não lhe sejam estranhas, porém a maneira de manipulá-las e adaptá-las à suas tarefas é que traz maior dificuldade de compreensão. Algumas ferramentas de desenho digitais têm recursos que se encaixam em mais de uma mídia nessa classificação, como por exemplo, programas de CAD que além de possibilitar desenhos bidimensionais digitais, podem gerar modelos virtuais tridimensionais, bem como ter editores de texto embutidos em seus recursos. Para simplificar a classificação, optou-se pela principal mídia digital manipulada, quando as demais mídias forem secundárias, ou por mais de uma mídia quando as ferramentas apresentarem bons recursos de trabalhar nas categorias correspondentes.

Dentro da categoria bidimensional, é necessário fazer uma sub-classificação entre programas que trabalhem com vetores e *bitmaps*[20] (imagem rasterizada) (fig. 13-16, pg. 52-53). São diferentes maneiras pelas quais os programas gráficos armazenam as imagens (KUPERBERG, BOWMAN, MANTON, PEACOCK, 2002, p. 33). Programas técnicos de CAD, utilizados nos projetos de arquitetura, e *software*s de ilustração dividem o mesmo vocabulário de operações e elementos gráficos bidimensionais, porém o CAD geralmente provê mais precisão, lida com um maior conjunto de dados, possui ferramentas de modelagem tridimensional e ligação com bancos de dados SANDERS (1996, p.128). Os programas de CAD trabalham frequentemente com vetores, que são definidos por elementos primitivos como linhas, retângulos, círculos, etc., e que, em

[20] A cor das imagens no computador é determinada por *bitplanes* (planos de bits), que são matrizes ou *grids* onde cada célula tem uma informação numérica de 1 dígito. Cada célula corresponde a um *pixel*, ou elemento da imagem, onde o valor numérico corresponde a uma cor controlada pela célula. Vários *bitplanes* podem ser usados determinar a cor de cada *pixel*, que podem ser pensados ou denominados como *bitmaps* (mapa de bits) (KERLOW, I. V., 2000, p. 400)

geral, necessitam ser convertidos em formato de *bitmaps* para serem visualizados na tela ou impressos. (KUPERBERG, BOWMAN, MANTON, PEACOCK, 2002, p. 33). Em geral, os programas de ilustração têm a finalidade principal a que o próprio nome se refere - de ilustrar ou apresentar trabalhos, em oposição aos programas de CAD, que se aplicam a todas as fases do projeto de arquitetura.

Assim, as definições vistas aqui, bem como as classificações das ferramentas de desenho digitais, foram de grande valia, nessa pesquisa, para a formulação, compreensão e análise dos questionários e entrevistas. Permitiu perceber diferenças entre *software*, no que se refere à finalidade e efetividade a que se propõem.

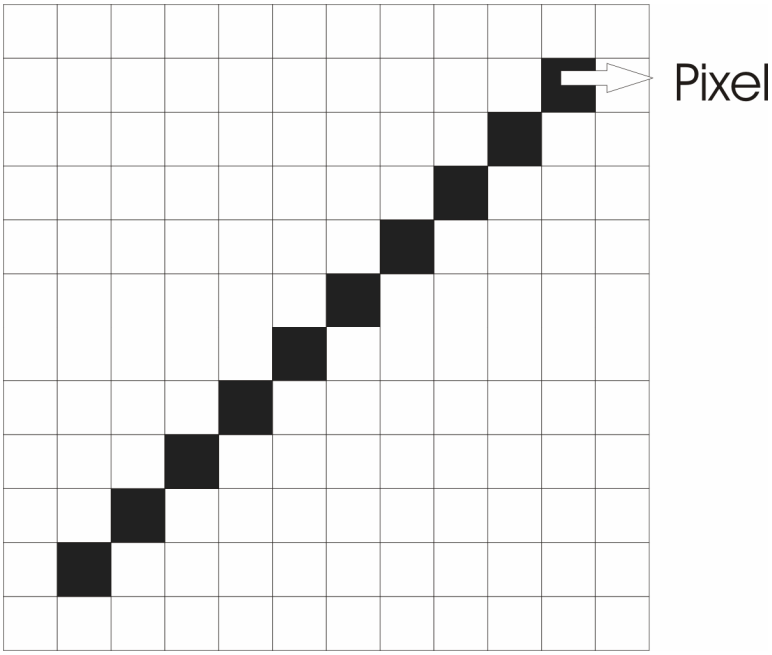
Para finalizar esse capítulo, são apresentadas algumas imagens ilustrativas dos termos técnicos referidos, e na página seguinte a tabela 1, de classificação das ferramentas de desenho digitais, conforme a dimensão da mídia manipulada pelo programa:

TABELA 1 – QUADRO RESUMO DAS FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS

	BIDIMENSIONAL VETORIAL	BIDIMENSIONAL BITMAPS	TRIDIMENSIONAL	MULTIDIMENSIONAL	FABRICANTE
SOFTWARE					
Accurender			■		Robert McNeel & Associates
Active 3d			■		Grapho
Adobe Photoshop		■			Adobe
Arc GIS	■	■			ESRI
Arqui 3D			■		Grapho
Autocad	■		■		Autodesk
Corel Draw	■				Corel
Corel Photopaint		■			Corel
Maya			■	■	Autodesk
Maxwell		■	■		Bentley Systems
Microstation	■		■		Bentley Systems
Piranesi		■			Informatix Software
VectorWorks	■		■		Nemetschek
3D STUDIO MAX / VIZ			■	■	Autodesk

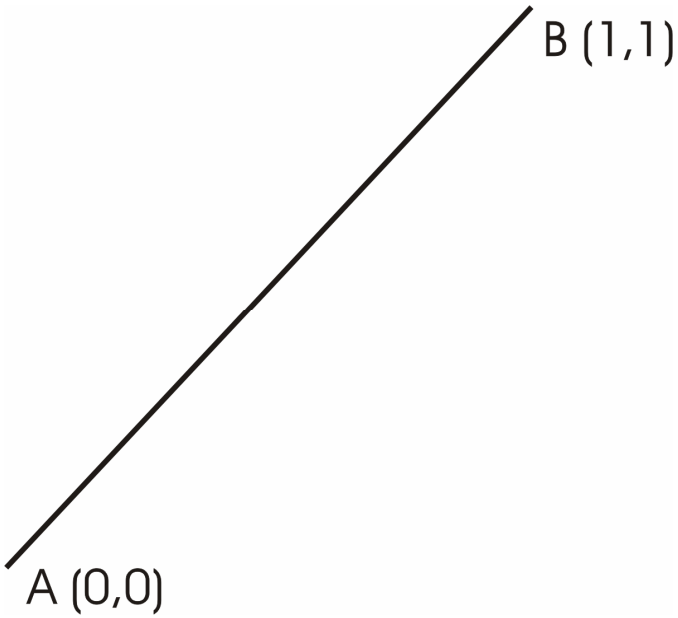
Classificação das ferramentas de desenho digitais citadas nos questionários e entrevistas, conforme sua dimensão de mídia manipulada

FIGURA 13 – ARQUIVOS *BITMAP*



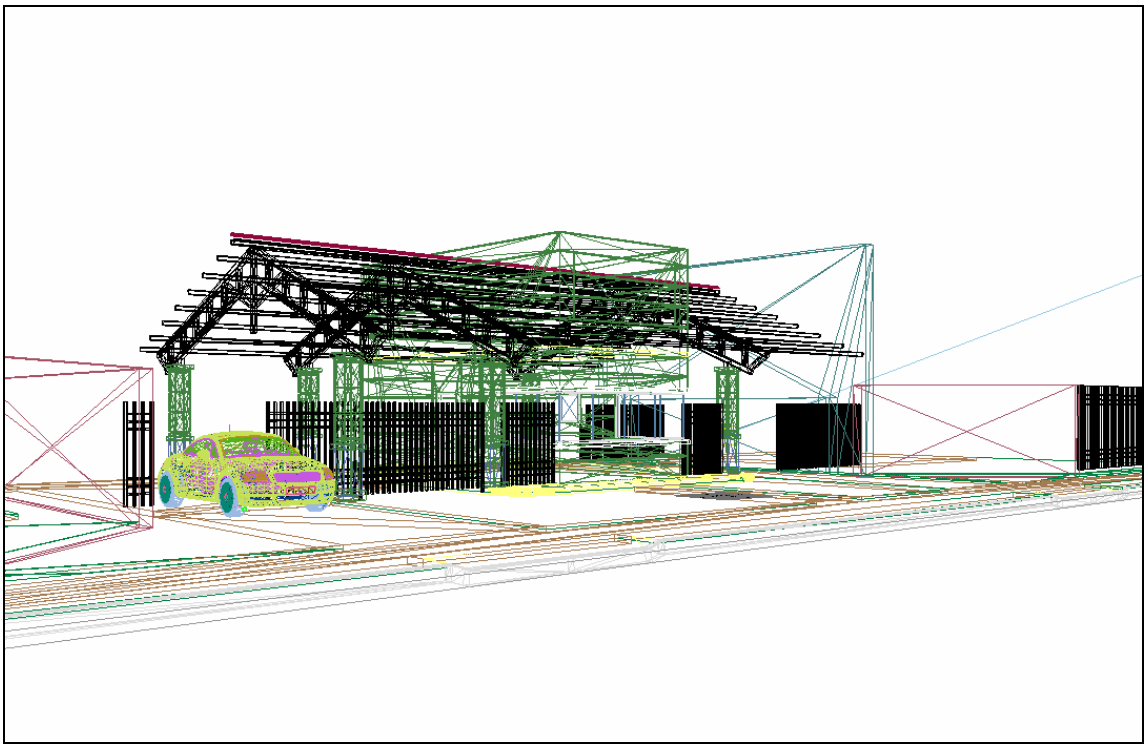
Representação de uma linha preta num arquivo tipo *bitmap*. A linha é formada pela informação de cada *pixel*. Fonte: autor

FIGURA 14 – ARQUIVOS VETORIAIS



Representação de uma linha preta num arquivo tipo vetorial. A linha é formada pela informação das coordenadas A e B. Fonte: autor

FIGURA 15 - IMAGEM TIPO VETORIAL



Gerada por um software gráfico na classificação tridimensional. Fonte: autor

FIGURA 16 - IMAGEM TIPO BITMAP

Imagem tipo *bitmap*, com renderização fotorealística, gerada por um software gráfico na classificação tridimensional e finalizada num software de ilustração bidimensional. Fonte: autor

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

No aspecto epistemológico da fundamentação, esta pesquisa assume uma metodologia qualitativa de investigação. A própria questão a ser investigada não busca uma resposta quantitativa do problema, porém direciona a investigação no sentido de esclarecer os motivos pelos quais os alunos deixam de desenvolver determinadas idéias em seus trabalhos de projeto. Uma resposta quantitativa a essa questão pouco iria contribuir para o conhecimento científico, deixando em aberto suas possíveis causas.

DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (1994, p. 3 e 4) esclarecem que a pesquisa qualitativa é um conjunto de práticas que não possui privilégios sobre qualquer outro tipo de metodologia. Ela implica "uma ênfase nos processos e significados que não são rigorosamente examinados, ou mensurados (se mensurados), em termos de quantidade, intensidade ou freqüência". Os autores acrescentam que os pesquisadores de investigação qualitativa enfatizam "o valor dado à natureza das questões" e procuram respostas às questões que "dão importância a como a experiência social é criada e aos significados dados".

O objeto de nossa pesquisa, o uso de ferramentas de desenho digitais no ensino de projeto de arquitetura, será analisado no contexto do paradigma interpretativo, isto é, em termos de ação e os significados que os sujeitos dão a essa ação. LESSARD-HÉBERT, GOYETTE e BOUTIN (1990) destacam que esta ação abrange "o comportamento físico e ainda os significados que lhe atribuem o ator e aqueles que interagem com ele. O objeto da investigação social interpretativa é a ação e não o comportamento" (apud. Erickson, p.39). Para exemplificar, podemos supor que o aluno, ao desenvolver determinadas idéias em detrimento de outras que pudessem trazer melhores resultados, não ache que isso possa prejudicá-lo em sua formação ou que possa buscar compensações mais tarde na vida profissional. Dessa forma, através de entrevistas individuais com os sujeitos, esta pesquisa irá buscar aspectos ou significados que os alunos atribuem às suas ações e opiniões.

É muito difícil, na prática do ateliê de projeto de arquitetura, identificar as decisões que o aluno toma durante seu trabalho para chegar ao resultado final. O professor avalia etapas desse trabalho, porém, os meandros de desenvolvimento das idéias e de metodologia praticada pelo aluno ficam em segundo plano. Via de regra, ele se interessa mais pelos resultados finais do que pelas maneiras pelas quais o aluno chegou a esses resultados. Dessa forma buscou-se priorizar a investigação na ação do aluno, que, expressando sua opinião e avaliação, pudesse conduzir a uma reflexão mais profunda da problemática.

Como visto na pesquisa de JONSON, no capítulo 2.2, as ferramentas de desenhos digitais puderam ser melhor avaliadas como forma de mediação, em relação a outras mediações, como o desenho a mão ou maquetes físicas, quando alunos forneceram informações sobre seu uso em um trabalho prático. A própria metodologia de aprendizado de projetos no ateliê de arquitetura, baseada na reflexão-na-ação, implica que o aluno possa utilizar livremente as mediações para a construção do conhecimento, e assim, é ele que pode oferecer informações sobre a efetividade do uso das ferramentas de desenhos digitais na prática do ateliê.

A avaliação que o aluno possa ter em relação à ferramenta é de extrema valia para que se possa atingir os objetivos desta pesquisa. Normalmente, o professor das disciplinas de projeto tem seu foco no ensino de projeto e não da ferramenta em si mesma. O aluno, ao utilizar um programa de computador no ateliê de arquitetura, torna-se o usuário final de um produto e os recursos e ferramentas de que ele disponha, dentre outros aspectos, podem influir no resultado do trabalho. GOMES (2005) define, em relação ao *design* de interação[21]:

> "Avaliação seria o processo de determinar a usabilidade e o grau de aceitação de um *design*, a partir de medições sistemáticas de critérios preestabelecidos. Esses critérios

[21] Segundo a definição de GOMES (2005,p.14), design de interação investiga o uso e o objetivo de um produto ou processo, levando-se em consideração as necessidades do público-alvo a que se destina. Isso significa que o usuário final deve influir de forma significativa no resultado final, acima de quaisquer questões técnicas de elaboração do produto.

> incluem o número de erros encontrados, beleza e estética do *design*, dificuldade de aprendizagem, tempo de realização das tarefas específicas, satisfação em utilizar o *design*, entre outros." (GOMES, 2005, p. 104)

De acordo com o paradigma interpretativo nessa avaliação, o sujeito atribui significados que na maior parte das vezes, são implícitos e inconscientes, o que pode trazer dificuldades metodológicas (LESSARD-HÉBERT, GOYETTE e BOUTIN,1990, p.44). Entretanto, essa avaliação é o ponto de interesse desta pesquisa.

4.1 O MEIO PARA A DESCOBERTA

Para atingir os objetivos desta pesquisa foi necessário adotar uma metodologia que pudesse revelar tão claramente quanto possível o que se pretendia estudar, visto que o tema do uso das tecnologias no ensino de arquitetura é amplo e não indica necessariamente uma questão ou problema. Até seu início, nem mesmo eram claros quais sujeitos deveriam ser analisados ou priorizados no estudo, ou se a ferramenta deveria ser o foco do trabalho.

A decisão de ir a campo, já na fase inicial, foi de crucial importância para a descoberta das relações ensino/aprendizagem no ateliê, bem como da problemática e da decisão de valorizar o aluno como sujeito e prioridade na investigação. Sendo essa uma pesquisa que relaciona o uso das ferramentas de desenho digitais e o ensino de arquitetura, torna-se necessário também estudar o modelo de ensino no ateliê, que de certa forma se acha estabelecido na cultura escolar, e se vê diante de novas perspectivas e dos avanços tecnológicos que a sociedade impõe.

A Prática de Docência, adotada como meio exploratório das questões relativas à pesquisa, foi fundamental porque, ao observar a prática de projeto no ateliê, pôde-se perceber com facilidade que é o aluno, em primeiro lugar, que estabelece a relação com a mediação e o objeto de conhecimento. Através da Docência, identificou-se a variabilidade das relações comportamento/significado, revelando diferenças individuais no processo, diferenças que reduziram consideravelmente a aparente uniformidade de ações e comportamentos, que se poderiam atribuir aos sujeitos.

Espera-se que esta pesquisa possa contribuir com futuros trabalhos relacionados ao ensino de projeto de arquitetura e ao uso das ferramentas de desenho digitais, numa tentativa de compreender a influência das ferramentas no desempenho dos alunos e entender como se dá essa relação nos trabalhos de projeto.

4.2 OS SUJEITOS NA DISCIPLINA DE PROJETO DE ARQUITETURA

A prática de Docência, como foi mencionada na introdução e no capítulo anterior, serviu de ponto de partida desta metodologia. Buscamos uma aproximação das questões relativas ao uso das ferramentas no ateliê de arquitetura, bem como a formulação de possíveis hipóteses que surgissem em relação às questões. Com base na observação e acompanhamento do desenvolvimento de um trabalho de projeto de arquitetura, pôde-se aperfeiçoar a compreensão da problemática que envolve as ferramentas de desenho digitais e os sujeitos que participam do processo pedagógico na disciplina de projeto de arquitetura. Nesse processo, professor e aluno interagem na prática de projeto, cada qual com sua própria visão da realidade, sua carga cultural, anseios e expectativas, sendo imprescindível uma análise mais cuidadosa dos sujeitos.

O período de prática de Docência foi realizado em uma universidade de Curitiba, que disponibilizava bons recursos de informática aos alunos. Outro fator determinante da escolha dessa instituição foi o fácil acesso à coordenação da escola, que prontamente permitiu a realização da prática. Durante aproximadamente um mês, com carga horária de 45 horas, os alunos desenvolveram um anteprojeto de edificação, como sempre previsto para o início do semestre letivo. O ateliê de projeto contava com vários recursos: 36 pranchetas, 36 computadores sendo dois de uso exclusivo de professores, um data-show e conexão com internet através de portal universitário. Os 29 alunos dessa turma noturna são supervisionados por três professores, sendo um da disciplina de Sistemas Estruturais para auxílio técnico dos projetos.

Durante o período, os alunos não tinham conhecimento do tema da pesquisa, porém estavam cônscios da presença do professor visitante e mantiveram bom diálogo quando solicitados. A presença de professores ou alunos externos no ateliê de projeto não é fato incomum, o que foi encarado com grande naturalidade.

A tarefa dos alunos, nesse período, era realizar um anteprojeto de arquitetura dentro do tema “Arquitetura Parasita”, que trata, entre outros aspectos, de edificações que utilizam fontes de energia ou espaços de edificações existentes. As edificações projetadas

não deveriam ser muito grandes, o que também proporcionaria uma liberdade de expressão através das formas e soluções, para as quais os alunos também teriam liberdade de escolha das ferramentas com as quais iriam desenvolver o trabalho. Este ponto foi interessante para a pesquisa por deixar ao aluno a opção de utilizar ou não as ferramentas de desenho digitais, e assim obter uma avaliação mais ampla. O trabalho, que tinha como objetivo introduzir o aluno à disciplina do quarto ano do curso, era constituído de todas as fases de elaboração normalmente desenvolvidas em qualquer trabalho de projeto dos cursos de arquitetura. Dessa forma poderíamos observar uma pequena "amostra" da utilização das ferramentas de desenhos digitais na disciplina de projeto, mantendo-se, porém, a estrutura do processo.

FIGURA 17 – FOTO DO ATELIÊ DE PROJETO DE ARQUITETURA ONDE FOI REALIZADA A DOCÊNCIA

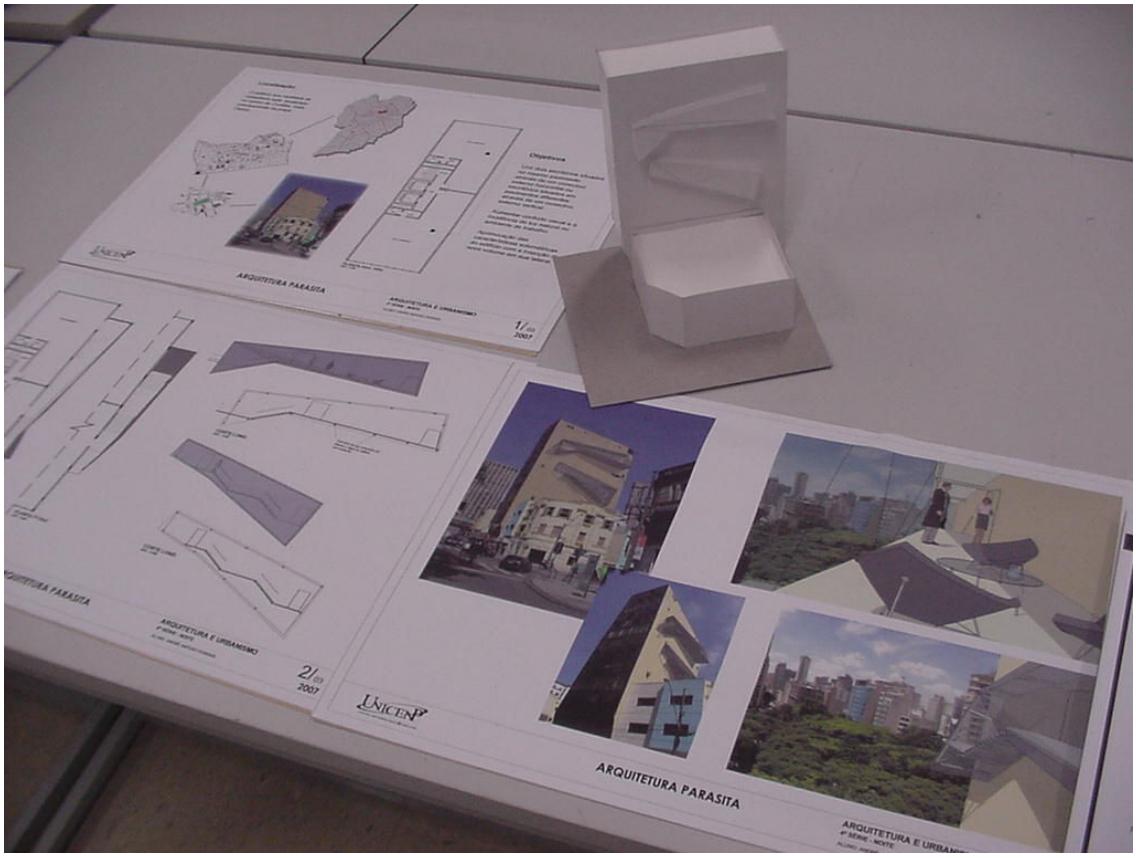
A foto mostra a fase de desenvolvimento dos projetos dos alunos, por meio do computador e de desenhos à mão Fonte: autor

Como previsto, os alunos utilizaram diversos meios de elaboração dos projetos, o que incluiu fotos, desenhos por computador, desenhos a mão, pesquisa na internet, bem como maquetes físicas, ou seja, as mediações mais comuns para esses trabalhos. Na entrega final deveriam ser apresentadas uma série de pranchas de desenhos técnicos, perspectivas, como também uma maquete física da edificação final. Neste dia os trabalhos foram expostos para que os alunos pudessem observar as soluções dos colegas e pudessem ser avaliados por todos.

FIGURA 18 – FOTO DA APRESENTAÇÃO FINAL DOS TRABALHOS NO ATELIÊ DE PROJETOS

Fonte: autor

FIGURA 19 – FOTO DE UM DOS TRABALHOS APRESENTADOS NA DOCÊNCIA



A foto exemplifica um trabalho final, onde pode-se observar os desenhos gerados por computador, bem como o modelo físico da solução do aluno. Fonte: autor

Ao final do período de docência, um debate foi realizado com os alunos, sem a presença dos professores da disciplina, a fim de que eles opinassem livremente sobre questões inerentes ao tema (ver anexo I), e o resultado pudesse servir de base para o relatório da prática, bem como da pesquisa como um todo.

Com o objetivo de perceber as diferenças dos sujeitos em suas ações e discursos, de que forma eles se percebiam mutuamente, suas opiniões sobre a metodologia de ensino e os recursos utilizados na elaboração dos trabalhos de projeto, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com os dois professores exclusivos da disciplina e dois alunos. Um pequeno roteiro de três perguntas para cada entrevistado serviu de apoio (ver

anexo II), porém preservando minha liberdade de complementar ou alterar as perguntas conforme o desenrolar das conversas, que duraram em média quinze minutos. Considerei importante a opinião livre dos sujeitos sobre a temática, e por isso acrescentei no momento da entrevistas um espaço para que os sujeitos pudessem acrescentar suas idéias.

Historicamente, o sujeito professor de projeto de arquitetura não possui uma tradição pedagógica de ensino. Muitos são profissionais que possuem seus escritórios e que, pela sua experiência profissional reconhecida, ingressaram nas escolas de arquitetura. Nos dias atuais esse quadro tende a se alterar, devido às exigências do Ministério da Educação e Cultura, ter professores com graus de mestre e doutor nas escolas, e também pelo interesse pessoal dos profissionais em se atualizar ou especializar, interesse sustentado por uma oferta maior de cursos de Pós-graduação. Na instituição em que foi realizada a docência, todos os professores possuem titulação mínima de Mestrado, ou em vias de concluí-lo. Em sua ação, o sujeito professor tem por intenção levar ao aluno uma experiência de projeto genérica, baseada em sua própria construção pessoal dessa experiência. Em sua vida profissional, fora da universidade, o professor enfrenta a evolução da tecnologia em sua área, em especial dos recursos de CAD (desenho auxiliado por computador) e TIC (tecnologias de informação e comunicação), tendo que adaptar ou alterar seu modo de trabalho. Ao reconhecer a importância dessa evolução, o sujeito professor procura trazer ao aluno práticas que incorporem a modernidade social, utilizando os recursos tecnológicos que estão disponíveis.

É nesse âmbito de modernidade social que vive o sujeito aluno, acostumado com a diversidade e disponibilidade de informações. No seu cotidiano o sujeito aluno convive com a tecnologia, no mundo da TV, dos “games”, do “Orkut”, dos “chats”, da música eletrônica, entre outros. Acostumado desde a infância a um sistema escolar baseado em disciplinas, na avaliação por nota e no ingresso à universidade através do vestibular, o sujeito aluno de arquitetura enfrenta um outro universo em que se exige capacidade artística, criatividade e trabalho em cooperação.

Nessa experiência de docência pude perceber que ao professor interessa menos o

resultado do trabalho do que a experiência obtida pelo aluno durante o curso, pois os projetos são apenas hipotéticos e variáveis. O professor espera que ao final do curso o aluno seja capaz de resolver de maneira auto-suficiente, com base na experiência adquirida na sucessão de trabalhos, os projetos que lhe sejam conferidos no *mundo real* (em oposição ao mundo virtual dos trabalhos de projeto).

Segundo PIMENTA & ANASTASIOU (2002, p. 219), caberá a este aluno fazer a síntese do conhecimento, o entrelaçamento curricular das disciplinas, geralmente na forma de um estágio onde deveria fazer a síntese e a aplicação da teoria estudada nas diferentes disciplinas. Nesta perspectiva, segundo as autoras, há a perda da visão da totalidade e da complexidade da sociedade humana. Para um curso, no qual, além dos aspectos técnicos, a percepção de arte, da cultura, das ciências sociais e humanas é exigida, na síntese do projeto, a fragmentação e a especialização tornam-se um grande desafio a ser vencido.

4.2.1 A visão dos sujeitos

Este sub-capítulo expõe uma análise das entrevistas citadas no capítulo 4.2, dentro da primeira etapa da metodologia adotada. Serviu de referência para uma primeira teorização da problemática envolvida e base para a estruturação da metodologia geral da pesquisa.

Ao analisar as entrevistas dos dois professores sobre sua ação no ambiente do ateliê de arquitetura, pode-se evidenciar uma característica importante: mais que a mera transmissão de práticas e saberes, os professores estão preocupados com a formação do indivíduo, do sujeito aluno, num processo mais amplo, o "tornar-se arquiteto", o que, segundo DUBET, busca a "identidade social, construída a partir desses princípios (culturais e sociais), não é um ser (posição social), mas um fazer, um trabalho, uma construção, uma "experiência"" (WAUTIER, 2002, p.180). O professor A nos diz "*Esses cinco anos da escola, principalmente na área de projeto, são um processo de convencimento, em que o aluno vá adquirir uma base para exercer a profissão*", ou seja, é necessário que o aluno esteja convencido de que ele é capaz de fazer arquitetura para que possa exercer suas atividades após sua egressão da instituição. Para ele, o processo do "projetar" repete-se ao longo do curso, porém é necessário que o aluno entenda e se convença da sua própria capacidade de fazer sozinho.

O professor B entende que a experimentação é o melhor método para que o aluno encontre sua própria identidade, que ele encontre por si mesmo seu próprio caminho, sua própria metodologia de trabalhar. A ação do aluno durante o ato de projetar irá conduzi-lo a um processo de subjetivação e reflexão de suas capacidades. Quando o professor B nos diz "Busca-se estimular o aluno para que ele mesmo encontre a sua própria solução, o *retrabalho* de um trabalho real", está visando a que a universidade se torne o espaço da experiência social como afirma DUBET, permitindo que o aluno, através da homologia, possa perceber a si mesmo como sujeito capaz de fazer parte da realidade social e

modificá-la. A experimentação é a base da construção da experiência social do aluno de arquitetura.

O papel da escola não é a de transmitir saberes consagrados ao aluno, mas a de construir um indivíduo socialmente apto a exercer uma profissão, através da prática-reflexiva e da interação entre os sujeitos, que se dá pelo diálogo entre aluno e professor, aluno e aluno. SCHON (2000) observa que é através das tentativas de desenhar, das ações e das palavras que se dá esse processo de interação do estudante. Esta é uma condição essencial em ambientes que envolvam a subjetividade e a criatividade como pressupostos de ensino e trabalho.

Em sua visão do aluno, o professor A considera que ele é um tanto infantil, tratando-se de idade social nos dias de hoje, e isso representa um fator de dificuldade nesse processo de convencimento. O aluno encontra-se num estatuto temporário, repetindo as palavras da socióloga Anne-Marie Métailié, "meio criança e meio adulto", "nem criança, nem adulto". São adultos para algumas coisas e infantis para outras. Sua condição social também parece favorecer esse processo, pois os alunos mais velhos ou os que já trabalham funcionam como âncoras e parecem influenciar o desempenho de outros colegas.

A condição cultural do aluno também pode influenciar esse processo de ensino-aprendizagem, como salienta o professor A: "*a pessoa tem que ter vivência, é claro, a pessoa que não sabe o que é um hotel é um problema, agora se ela é uma pessoa do mundo, se ela assiste a filmes, se ela tem cultura, se ela presta atenção e isso a gente enfatiza muito, ela precisa ter o olhar do profissional".* A herança cultural do aluno influencia seu desempenho em sala de aula e continuará influenciando mesmo em sua vida profissional. Segundo o professor, esse fator influencia diretamente seu desempenho em sala de aula. O aluno, como demonstrado nas entrevistas, utiliza a tecnologia (mais especificamente através do Portal Universitário e da internet) e a biblioteca para a ampliação de sua bagagem cultural, mas fica a seu critério a seleção dos conteúdos. Cabe lembrar também a opinião do professor B, nos dias de hoje, em que muitos alunos entram

no curso sem mesmo saber o que é arquitetura, apesar da facilidade de acesso à informação. Para ele o aluno entra com escasso conhecimento em conteúdos mínimos como o desenho e a geometria, e esses fatores fazem com que o aluno não encare o curso com entusiasmo e paixão, gerando, assim, problemas de motivação. O professor deve, então, adaptar sua metodologia, seus exercícios para manter o aluno no caminho.

O aluno, por sua vez, não é capaz de perceber claramente este processo de experiência social, onde ele tem que construir seu próprio caminho. O aluno B nos diz "*Como aluno você espera sempre o mais fácil, que o professor lhe dê tudo mastigado, que diga é assim que acontece, vamos fazer isso, aquilo. Não sei eu esperava mais de como seria faculdade, universidade*". É natural que ele se sinta assim num ambiente de subjetividade e criatividade, onde as opiniões dos professores podem divergir dentro de uma mesma sala de aula (aluno A: "*Eu sei que arquitetura é meio subjetiva, por isso que um às vezes fala uma coisa e outro fala outra, mas é ruim, porque se você apresenta para um e depois o outro te dá nota baixa, sendo que os dois trabalham juntos e deviam estar integrados"*). O problema da comunicação é muito importante nesse processo. Por um lado, o aluno precisa materializar suas idéias através de desenhos, croquis, CAD ou maquetes, e também articular o seu pensamento para deixar claro ao professor onde pretende chegar. De outro lado. o professor só consegue auxiliar o aluno se este tiver apresentado algum material sobre o qual ele possa discutir, sugerir ou questionar. O professor também necessita articular suas idéias, expressar corretamente seu pensamento através das palavras e desenhos para conduzir o aluno corretamente à reflexão.

Em sua relação com a tecnologia, os dois professores entendem as TIC (tecnologias de informação e comunicação) e as tecnologias de CAD como meios necessários de contribuir para a experiência do aluno. Pode-se perceber pelas palavras do professor B que, em outros trabalhos, os softwares de modelagem tridimensional trouxeram ótimos resultados no trabalho em sala de aula. Porém, a falta de continuidade na sua disponibilização por parte da instituição, a falta de formação contínua dos professores em relação a essa tecnologia e a falta de tempo parecem limitar seu uso. Pode-se afirmar que

o uso dessas ferramentas seja um meio natural de trabalho em sala de aula, visto que os alunos já as utilizam quando elas podem facilitar-lhes o trabalho ou melhorar sua apresentação. Os professores recomendam sua utilização como meio de obtenção do conhecimento. É importante reconhecer também que o desenho a mão ainda assume uma importância muito grande em todo o processo de ensino e aprendizagem, e que pode conviver de forma harmoniosa com os recursos tecnológicos existentes.

4.2.2 Como a instituição vê o aluno

Alguns dados disponibilizados pela instituição demonstram como ela vê o aluno que freqüenta o curso de arquitetura. Esses dados auxiliam na formação de um perfil do aluno e para distinguir de quais aspectos desse perfil são importantes para a instituição. Os dados analisam o corpo discente de acordo com as seguintes características:

● INTELECTUALIDADE: neste ponto a instituição declara que há um grande contraste entre alunos bem preparados e outros completamente despreparados, o que representa uma dificuldade no desenvolvimento de algumas atividades pelos professores, que precisam fazer um equilíbrio entre excelência e mediocridade. Por outro lado, os alunos de alto nível fazem com que os de menor desempenho procurem alcançá-los, tornando essa desigualdade um ponto positivo.

● CLASSE ECONÔMICA: na sua maioria, os alunos provêm da classe média-alta[22], por se tratar de um curso de altos investimentos, quando comparados a outros da área tecnológica e social. Um contraste se dá com alunos provenientes do PROUNI[23], o que

[22] Termo utilizado pela instituição para definir a classe econômica de seus alunos.

[23] Programa concebido pela equipe do MEC que prevê a concessão de bolsas de estudos integrais e parciais a estudantes de baixa renda, em cursos de graduação e seqüenciais de formação específica, em instituições de ensino superior.

não representa um problema, pois, nesta instituição, estes têm desempenho acima da média, segundo informações da coordenação do curso.

● PERFIL E EXPECTATIVA PROFISSIONAL: Ao final da segunda série, os alunos já apresentam suficiência técnica e teórica para atuar em diversas áreas profissionais e, em conseqüência disso têm obtido grande oferta de estágios profissionais. A instituição crê que a expectativa dos alunos é, na maioria das vezes, de atuar profissionalmente em: escritórios de arquitetura, órgãos públicos ou privados (grandes e pequenas empreiteiras); ensino de graduação e pós-graduação (especialização, mestrado e doutorado) – atividades de pesquisa e estudo para elaboração de projetos; urbanização de favelas, reciclagem de espaços; gerenciamento e coordenação de obras; participação em equipes multidisciplinares de relatórios de impacto ambiental e urbano; infra-estrutura urbana e revitalização de áreas degradadas; concursos de projeto – nacionais e internacionais.

Pode-se perceber que a instituição avalia seu aluno pelo seu desempenho escolar e grau de intelectualidade. Tem consciência da forma com que esses fatores podem interferir nas atividades e práticas do curso. Há uma grande preocupação no que se refere ao futuro profissional do aluno e sua inserção no mercado de trabalho.

4.2.3 O ateliê de arquitetura como espaço da experiência social

Para concluir, como síntese visual da análise dos sujeitos na Prática de Docência, foi elaborado um gráfico (ver Gráfico 1, p. 69), resultante das questões relativas ao processo de ensino-aprendizagem no ateliê de arquitetura, dentro de uma visão humanista da experiência social do sujeito aluno. A experiência do aluno, tanto no trabalho isolado no âmbito de uma disciplina de projeto, quanto no decorrer do curso inteiro, poderia ser representada por esse gráfico. Este processo será influenciado pelas assistências do professor, pelos diálogos com os colegas, pela integração com as outras disciplinas e professores, pela busca individual das informações, pela cultura. A identidade social do aluno é construída por um fazer, um trabalho, uma "experiência".

Trata-se de um processo contínuo, com base na experimentação que conduz à reflexão, subjetivação e objetivação, e irá se repetir agregando valores, conhecimentos e experiências, na perspectiva da formação de um indivíduo capaz de exercer o seu papel na sociedade.

FIGURA 20 – EXPERIÊNCIA SOCIAL DO ALUNO

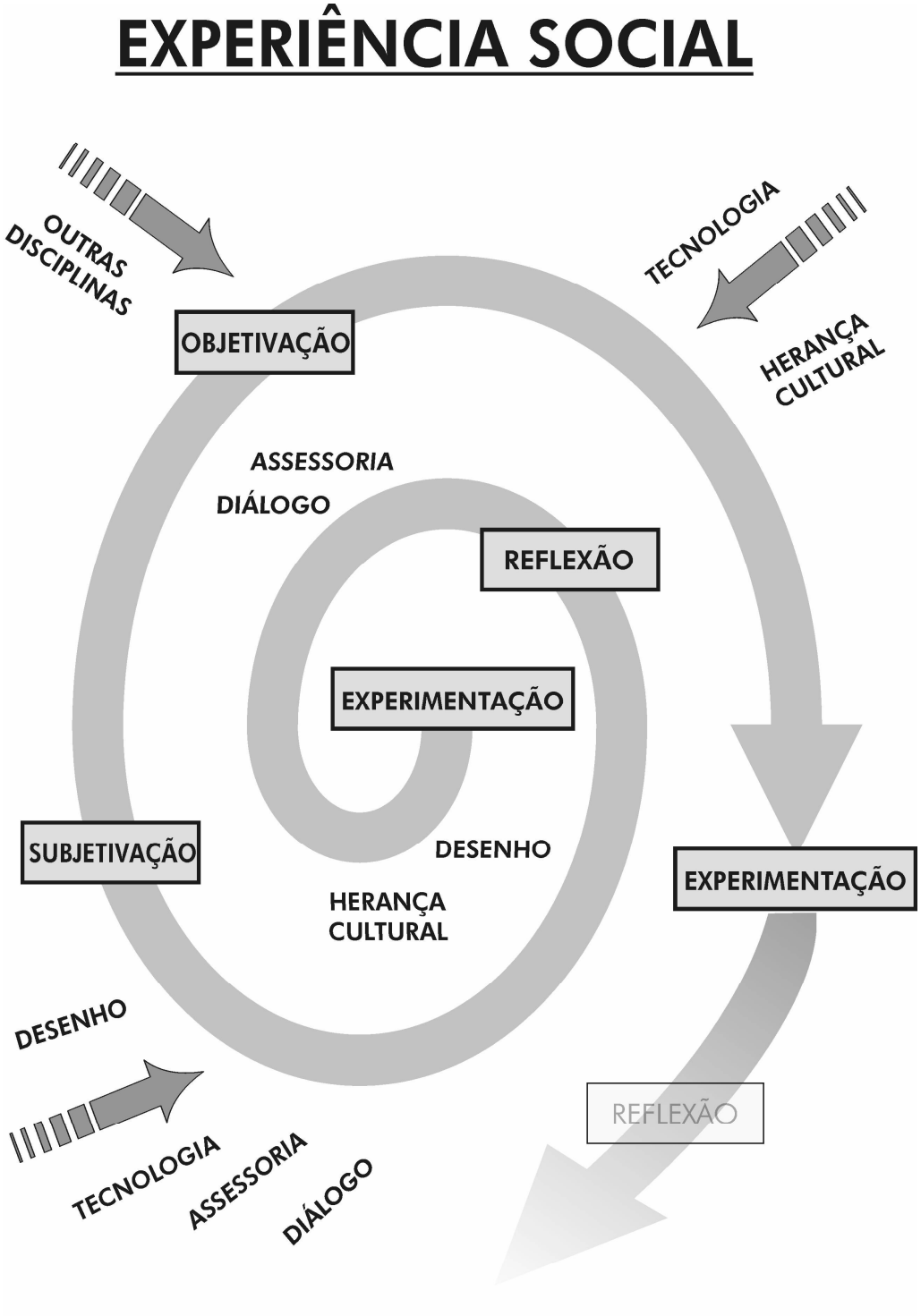


Gráfico representativo da experiência social do aluno no processo de projeto no curso de Arquitetura e Urbanismo da instituição estudada

4.3 A ESCOLHA DE ESTUDO DE CASO COMO ESTRATÉGIA DE PESQUISA

YIN (2001, p.26) explica que a estratégia de pesquisa a ser utilizada depende da maneira pela qual se formula a questão principal a ser investigada. Os estudos de caso são utilizados quando se procura investigar questões do tipo "como" e "porque". Segundo o autor, os estudos de caso não exigem controle sobre os eventos comportamentais, porém possuem seu foco sobre acontecimentos contemporâneos. Para questões do tipo "o que" seriam mais apropriadas estratégias do tipo estudos exploratórios. Ele completa, de forma análoga, com as questões do tipo "quem" e "onde" como favorecedoras de estratégias de levantamento de dados ou análise de registros.

LESSARD-HÉBERT, GOYETTE e BOUTIN (apud De Bruyne,1990, p.170) afirmam que as características do estudo de casos seguem os seguintes princípios:

- o estudo de casos toma por objeto um fenômeno contemporâneo situado no contexto da vida real
- as fronteiras entre o fenômeno estudado e o contexto não estão nitidamente demarcadas
- o investigador utiliza múltipla fonte de dados

DE BRUYNE, HERMAN E SCHOUTHEET (1991, p.224) explicam que o estudo de casos reúne o maior número de informações possíveis com o fim de apreender a totalidade de uma situação, através de múltiplos instrumentos de coletas de informações: observações, entrevistas e documentos, entre outros. Complementam que, mesmo sendo a coleta e o tratamento dos dados de natureza qualitativa, pode-se recorrer a métodos quantitativos para estabelecer relações e variações. Argumentam também que os estudos de caso "inspiram-se em uma doutrina empirista apoiada na pretensa recusa de qualquer teoria e na convicção de que o simples acúmulo de fatos trará uma explicação satisfatória das situações". Finalizam salientando que estudos de casos mais rigorosos não devem se

limitar a uma descrição, mas apoiar-se em conceitos e hipóteses, e ser guiados por um esquema teórico que sirva de princípio diretor para a coleta de dados. O poder de generalização desses casos é, entretanto, limitado, na medida em que sua validade é transitória até o aparecimento de novas informações (p.227).

YIN (2001, p.29) observa que uma preocupação muito comum em relação aos estudos de caso seria a de que eles fornecem pouca base para se fazer uma generalização científica, que não se pode generalizar a partir de um caso único. É importante ressaltar que o autor rebate a afirmação, explicando que os estudos de caso "são generalizáveis a proposições teóricas, e não a populações ou universos", ou seja, não servem como amostragem, tendo como objetivo expandir e generalizar teorias. Assim esta pesquisa não objetiva ser um estudo representativo de amostragem das escolas de arquitetura do Brasil, mas sim, analisar a interferência das ferramentas de desenho digitais na construção do conhecimento do aluno, como contribuição teórica para o tema.

Com base nos conceitos aqui expostos, optou-se em utilizar como estratégia de pesquisa o estudo de caso, por se entender que investigamos um fenômeno contemporâneo, que trata do uso da tecnologia integrada à educação, e vinculado a um ambiente e contexto específico, que é o ateliê de projeto de arquitetura. Trata do ensino de projeto de arquitetura em um ateliê onde a prática reflexiva é predominante e o professor procura principalmente demonstrar, aconselhar, questionar e criticar, mais do que informar, demonstrar teorias ou descrever exemplos de práticas no sentido convencional de ensinar (SCHON, 2000, p. 86-98).

O gráfico da página 73 ilustra a metodologia geral adotada para a pesquisa, segundo o método de YIN (1984), desde a fase de investigação situada - quando foi realizada a prática de Docência - até a descoberta do problema. Seguiu-se a fase de teorização, consolidada através dos capítulos anteriores, bem como a escolha dos sujeitos e elaboração de questionários para investigação do problema. A coleta dos dados e o confronto dos resultados foi uma fase de abordagem predominantemente quantitativa e exploratória, na qual se pretendeu determinar quais ferramentas de desenho digitais

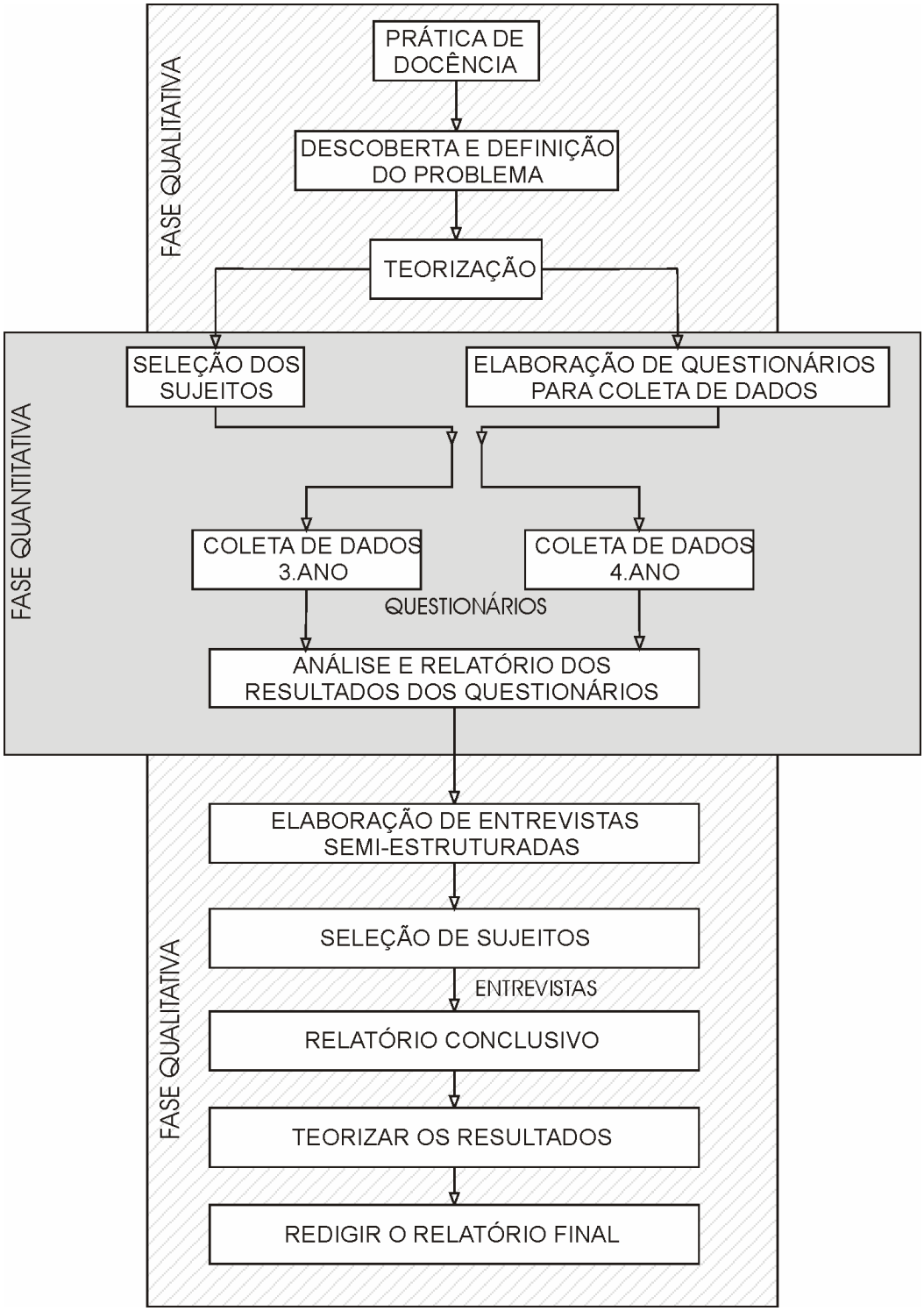
(*software*) os alunos utilizam, em que fases de desenvolvimento do projeto no ateliê elas são utilizadas pelos alunos e assim obter uma avaliação prévia dessas ferramentas. Para esta etapa da pesquisa a coleta de dados foi obtida através de inquérito por meio de um questionário (ver Anexo III), com perguntas pré-formadas de múltipla escolha, alternando-se questões fechadas ou abertas, conforme a necessidade.

Através dos questionários e seus resultados pode-se avaliar primeiro se a questão geral da pesquisa - dos alunos deixarem de desenvolver idéias em função das ferramentas de desenho digitais - seria específica do grupo de alunos participantes do projeto de docência. Ou se ela pôde ser válida também para outras turmas da mesma escola.

Os resultados desses questionários foram expressos através de tabelas e gráficos, vistos com detalhe no capítulo 4.7 mais adiante. Foi uma fase de codificação que possibilitou a sistematização dos resultados e o seu tratamento, com vistas a uma investigação qualitativa posterior. LESSARD-HÉBERT, GOYETTE e BOUTIN (apud Van der Maren, 1990, p. 70) explicam que se trata aqui de "proceder a uma redução das particularidades num quadro geral e manipulável: o conjunto de código utilizado. Na realidade, é este código, e não os dados, que será posteriormente analisado e tratado". Os autores prosseguem, ainda com referência a Van der Maren, esclarecendo que nessa investigação quantitativa:

> "são ainda os próprios inquiridos que devem codificar as suas próprias respostas, isto é, eles mesmos deverão reduzir as particularidades da sua experiência para fazer coincidir com as categorias de respostas que lhes são impostas pelos questionários, pelas escalas e pelos testes."

FIGURA 21 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DA METODOLOGIA



Esquema representativo da metodologia de pesquisa, baseado no modelo de YIN (1984)

4.4 O LOCAL DE PESQUISA

O local escolhido para a realização desta pesquisa foi uma universidade particular da cidade de Curitiba, estado do Paraná, cujo curso de arquitetura e urbanismo iniciou-se no ano de 2002, concomitantemente com a inauguração do campus. Segundo a instituição, o objetivo do curso é formar um profissional generalista, capaz de compreender e intervir no processo de adequação do entorno construído para as necessidades humanas.

O curso disponibiliza cinco ateliês de projeto, um para cada ano do curso, com salas de apoio para os professores, além de vários laboratórios para outras disciplinas como Topografia, Estruturas, Materiais de Construção, Conforto Ambiental, Modelos e um Canteiro de Obras.

Para proporcionar aos alunos as experiências de ensino/aprendizado em atividades reais de vida e de trabalho profissional, a instituição disponibiliza um laboratório de projetos e a disciplina de Estágios Supervisionados, como complementação da formação acadêmica.

Segundo as informações do curso de arquitetura e urbanismo desta universidade, como diferenciais oferecidos ao corpo discente em relação às outras instituições de ensino, relacionamos:

- O curso dispõe de: 100% dos professores titulados (mestre, doutores e especialistas) para exercer a docência com excelência;

- Ateliês de projeto informatizados, equipados com hardware e software de última geração com acesso à Internet; segundo a classificação de OSMANN descrita na página 16 podemos classificar as ferramentas utilizadas no ateliê de arquitetura dentro da categoria “formation". Os softwares utilizados, como o Vectorworks e o Sketchup, possuem comandos que permitem a modelagem e o desenvolvimento da forma.

- Laboratórios técnicos equipados;

- Escritório-Modelo ativo com a realização de trabalhos de caráter social.

● Laboratório de Modelos (maquete);

● Disponibiliza aos alunos: o Portal Universitário, instrumento facilitador da comunicação entre docentes e discentes por meio da *Web*, biblioteca informatizada com acesso à Internet e amplo acervo constantemente atualizado;

● Promove intercâmbio de alunos e professores com instituições internacionais de ensino de Arquitetura;

● Organiza seminários internacionais anuais com participação de escolas de Arquitetura nacionais e estrangeiras;

● Participa de concursos nacionais e internacionais de projetos de Arquitetura com equipes formadas por professores e alunos, constantemente premiados;

● Disponibiliza profissionais que estão à disposição para orientar e encaminhar alunos e ex-alunos do curso em diversas áreas, tais como estágios, empregabilidade, contato com empresas, cursos no exterior e acompanhamento psicológico.

● Promove constante relacionamento com os egressos (ex-alunos) por meio de boletins eletrônicos com oportunidades de trabalhos, concursos, cursos, bolsas de estudo no exterior.

A seguir apresentamos um quadro do total de alunos nos últimos anos do curso:

Número total de alunos matriculados:

2006 360 alunos
2007 413 alunos (ano da pesquisa)
2008 485 alunos
No ano de 2007 temos a seguinte distribuição:

Número de alunos matriculados por turma:

MANHÃ

1ª Série 62 alunos

2ª Série	59 alunos
3ª Série	41 alunos
4ª Série	34 alunos
5ª Série	36 alunos
Sub-total	**232** alunos

NOITE

1ª Série	35 alunos
2ª Série	31 alunos
3ª Série	46 alunos
4ª Série	29 alunos
5ª Série	40 alunos
Sub-total	**181** alunos

Com relação à disponibilidade de recursos informáticos para os alunos, a instituição declara ter os seguintes dados:

● **216** número de computadores disponibilizados em ateliês, sendo **72** computadores no primeiro ano e **36** nas demais séries.

● softwares disponibilizados para o curso e cursos extra-ofertados para complementação de currículo:

□ AutoCAD
□ Arqui 3D
□ Vector Works
□ Sketchup
□ 3DStudio VIZ
□ Suíte Corel (completo)
□ Macromédia Studio (completo)
□ Photoshop (Adobe)
□ Acrobat Reader (Adobe)
□ Microsoft Office (completo)
□ ArquiGIS.

Apesar de sua recente criação, o curso de arquitetura desta universidade demonstra grande organização e empenho em sua estruturação, e oferece uma série de recursos de informática aos alunos, que requerem altos investimentos financeiros de implantação e manutenção, sendo este um grande diferencial em relação a outras escolas de arquitetura do país. Os ateliês de arquitetura foram concebidos já em seu projeto original de arquitetura, de forma a integrar pranchetas de desenho a mão e mesas com computadores equipados com softwares de arquitetura, evidenciando uma preocupação em integrar escola e tecnologia desde sua concepção.

No primeiro ano, período fundamental ao estímulo que o aluno recebe para permanecer no curso, os ateliês são equipados na proporção de um computador por aluno. Nos demais anos, apesar de não atingir essa proporção, ela não se faz necessária em virtude da freqüência e do método de trabalho mais livre dos alunos nessas séries.

Levando-se em consideração que o quadro docente é formado de profissionais com competência indiscutível e para o objetivo dessa pesquisa, que analisa o uso das ferramentas de desenho digitais na disciplina de projeto, os dados relacionados nesse capítulo foram fatores suficientes para escolher esta universidade como local de pesquisa. Considerou-se igualmente relevante para essa decisão do local de pesquisa, a clara intenção do curso na utilização da tecnologia ao ensino desde sua formação, condição que não se encontra em outras escolas da cidade.

4.5 A ESCOLHA DOS SUJEITOS

GOMES (2005, p. 44) afirma que "toda atividade humana realizada por meio de tecnologias depende da facilidade de uso" e que "qualquer *design* orientado para uso humano deve levar em consideração o público alvo a que se destina". Este campo se denomina *design* de interação. Deste modo, procuramos privilegiar o aluno como o principal ator na questão do uso das ferramentas de desenho digitais, considerando seu mundo cultural e seus valores. É através da sua experiência direta de utilização dessas ferramentas que buscamos a descrição dos fatos e dos fenômenos envolvidos no processo de reflexão-na-ação no ambiente do ateliê de arquitetura.

Na amostragem dos alunos participantes do questionário, optou-se por aqueles que se encontram cursando o terceiro e quarto ano dos cursos de arquitetura. Entende-se que os alunos dos primeiro e segundo ano dos cursos ainda estão numa fase de aprendizado inicial, tanto das ferramentas de desenho digitais como de prática de projeto. Então é natural que não tenham habilidade suficiente para que se possa fazer uma avaliação exata das ferramentas de desenho digitais. Os alunos do quinto ano estão normalmente elaborando seus trabalhos finais de graduação (TFG) e nem sempre se encontram disponíveis nos ateliês de arquitetura. A dificuldade prática de se fazer entrevistas foi um fator determinante para a exclusão deste grupo. Os alunos de terceiro e quarto ano já possuem um grau de maturidade suficiente no manejo das ferramentas e de desenvolvimento de projeto.

Esta parte da pesquisa serviu como referência para a amostragem da seleção da fase seguinte, para a qual foram escolhidos seis alunos de acordo com os seguintes critérios:

- seis alunos, sendo três de cada turma.

- cinco alunos que declararam deixar de desenvolver idéias ou partidos por razões ligadas ao desenho e/ou modelagem nos programas que utilizam, tendo-se como sub-critérios de escolha:

- pelo menos um aluno que atribua, para o critério principal, razões ligadas diretamente à ferramenta de desenho por computador.
- pelo menos um aluno que utilize ferramentas de desenho digitais em todas as fases de projeto, se houver.
- pelo menos um aluno que utilize parcialmente ferramentas de desenho digitais nas fases do projeto, se houver.

Também será selecionado um aluno que declare nunca ter deixado de desenvolver idéias ou partidos por razões ligadas ao desenho e/ou modelagem nos programas que utilizam. A intenção é contrapor idéias e abrir o campo da investigação mediante seleção de opiniões que possam contribuir para a validação da pesquisa.

4.6 A QUESTÃO INVESTIGADA E AS HIPÓTESES NORTEADORAS

Esta pesquisa tem como objetivo primordial tentar responder à questão principal sobre os motivos pelos quais os alunos de arquitetura deixam de desenvolver determinadas idéias ou partidos por razões ligadas ao uso das ferramentas de desenho digitais. Dentre as hipóteses norteadoras mencionadas na introdução, podemos supor:

1- o *software* não possui uma interface adequada para o desenho (é difícil desenhar, visualizar, acessar os comandos, é muito lento para o trabalho, não é amigável, há muitos erros de programação, etc.);

2- o aluno não tem pleno conhecimento do *software*, seja por falta de estudo ou por falta de curso adequado de parte da instituição de ensino;

3- há uma dificuldade de elaboração de formas mais complexas e não ortogonais no *software*;

4- o aluno opta em desenvolver o trabalho de modo mais simples por razões diversas (falta de tempo, falta de interesse, preguiça, etc.). Apesar desses itens já terem sido respondidos parcialmente na primeira etapa, podemos analisar de forma mais

detalhada na entrevista semi-estruturada até que ponto a hipótese relacionada ao programa de computador se confirma. Seja isoladamente ou em combinação.

Das hipóteses acima podemos criar quatro categorias de justificativas:

a) Instrumentais - o aluno atribui suas razões a deficiências nos programas utilizados;
b) Cognitivas - referentes à capacidade de percepção e conseqüente dificuldade de executá-las no programa;
c) Formativas - o aluno atribui à instituição uma deficiência em sua formação e, em conseqüência, não realiza seus trabalhos de maneira plena;
d) Sócio-afetivas - as razões estão ligadas ao comportamento do aluno e à sua vida cotidiana.

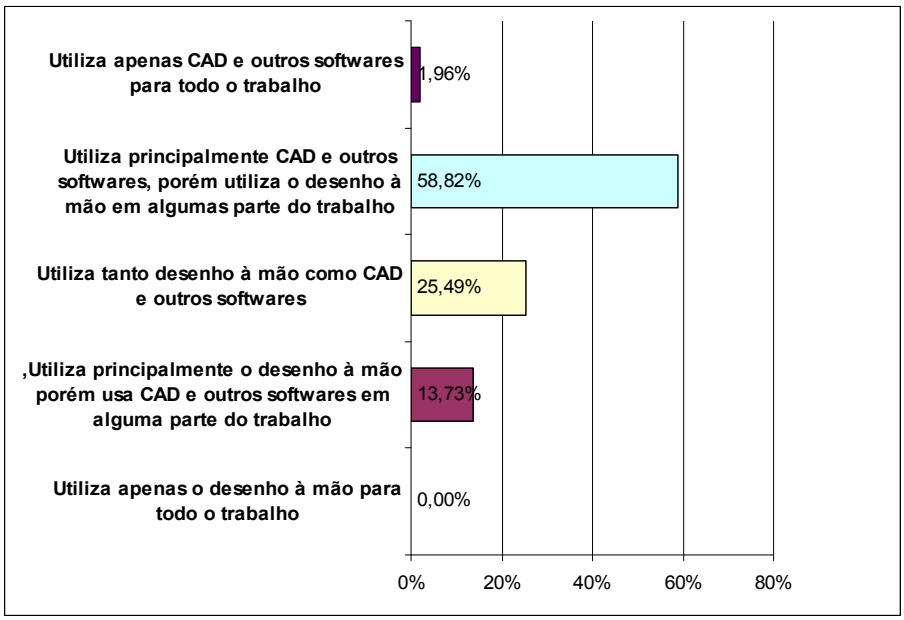
É importante ressaltar que esta pesquisa não pretende fazer uma avaliação de todas as ferramentas de desenho digitais existentes, pois além de inúmeras, seu uso no ateliê de arquitetura é muito variado. Ela pode, entretanto, identificar alguns indicadores das justificativas mencionadas, bem como orientar futuros estudos neste campo de pesquisa.

4.7 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS

A análise dos questionários aplicados nas turmas de 3º. e 4º. ano do curso de arquitetura da instituição (ver Anexo III) mostrou uma predominância de alunos do sexo feminino, sendo 30 alunos no terceiro ano e 21 no quarto ano, perfazendo um total de 51 alunos que se dispôs a participar da pesquisa. A faixa etária compreende as idades entre 19 e 25 anos para a maioria, com alguns poucos na faixa dos 30 e 41 anos.

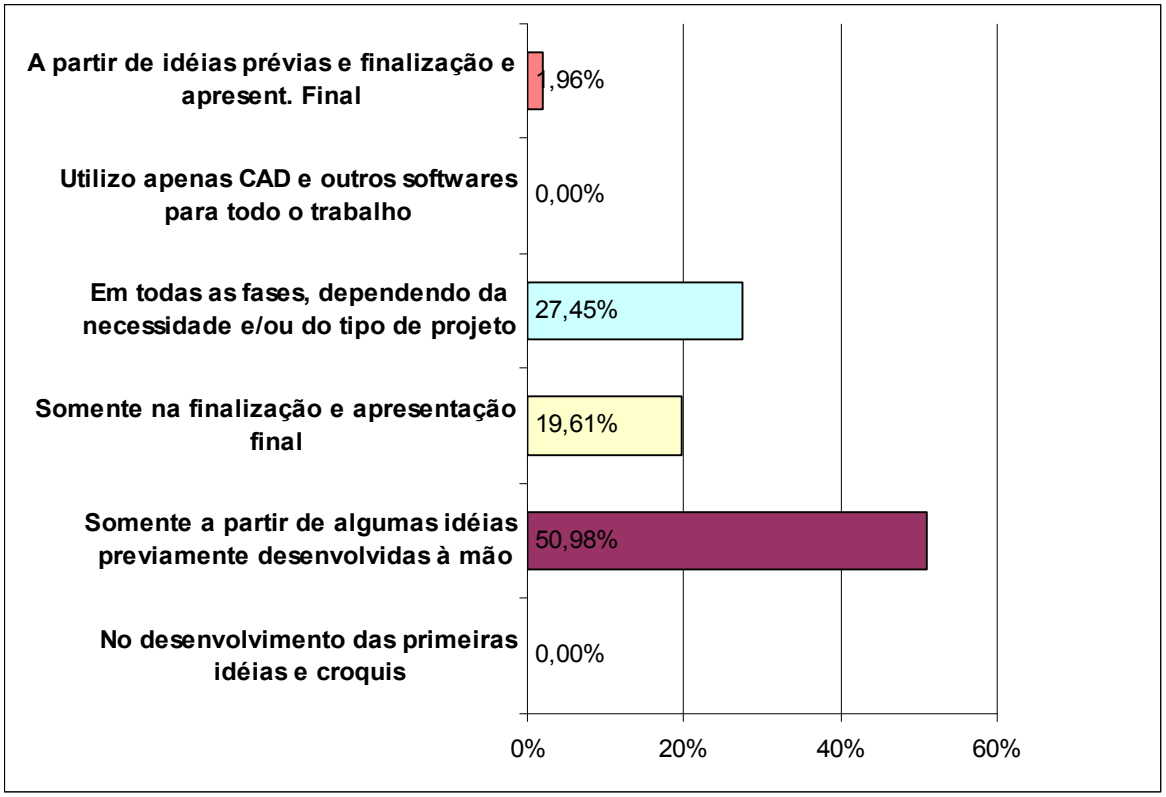
Na questão nº. 2 já se pode observar que as ferramentas de desenho digitais assumem um papel predominante no desenvolvimento dos trabalhos de projetos, como principal ferramenta (58,82%) ou em igual participação com o desenho a mão (25,49%). Apenas 13,73% declararam utilizar o desenho a mão como meio principal nos trabalhos e um aluno disse utilizar somente CAD e outros softwares em todo o trabalho. É interessante ressaltar que os resultados demonstram que nenhum aluno deixa de utilizar as ferramentas em seus trabalhos.

GRÁFICO 1 – UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS E DESENHO A MÃO NO TRABALHO DE PROJETO PELOS ALUNOS



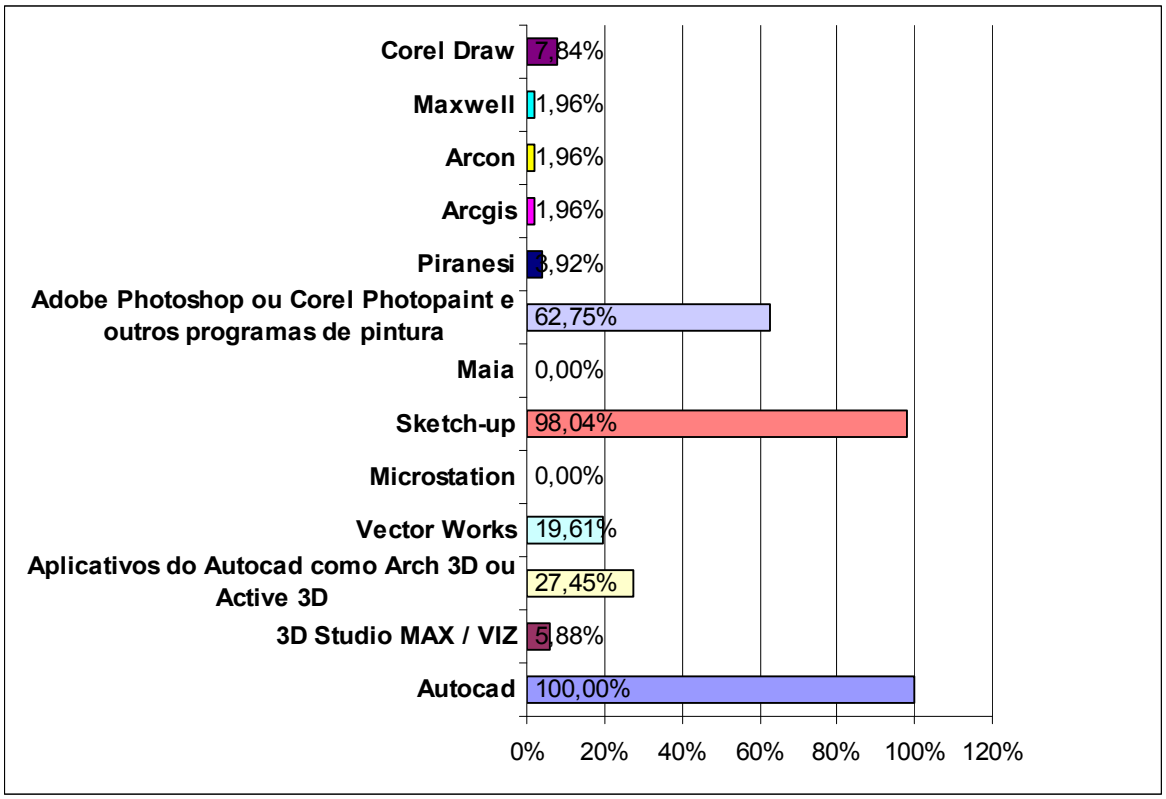
Quanto à utilização das ferramentas de desenho digitais nas diversas fases do trabalho, a metade dos alunos declara utiliza-las apenas a partir de algumas idéias prévias desenvolvidas a mão (50,98%), sendo isso mais evidente na turma de quarto ano (71,43%). A turma do terceiro ano declara, em considerável proporção, aplicar as ferramentas em todas as fases do trabalho (43,33%), utilizando-as conforme a necessidade. As ferramentas de desenho digitais são utilizadas somente a partir da fase de finalização do trabalho e apresentação para cerca de 1/5 dos alunos (19,61%).

GRÁFICO 2 – UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS NAS DIVERSAS FASES DO TRABALHO



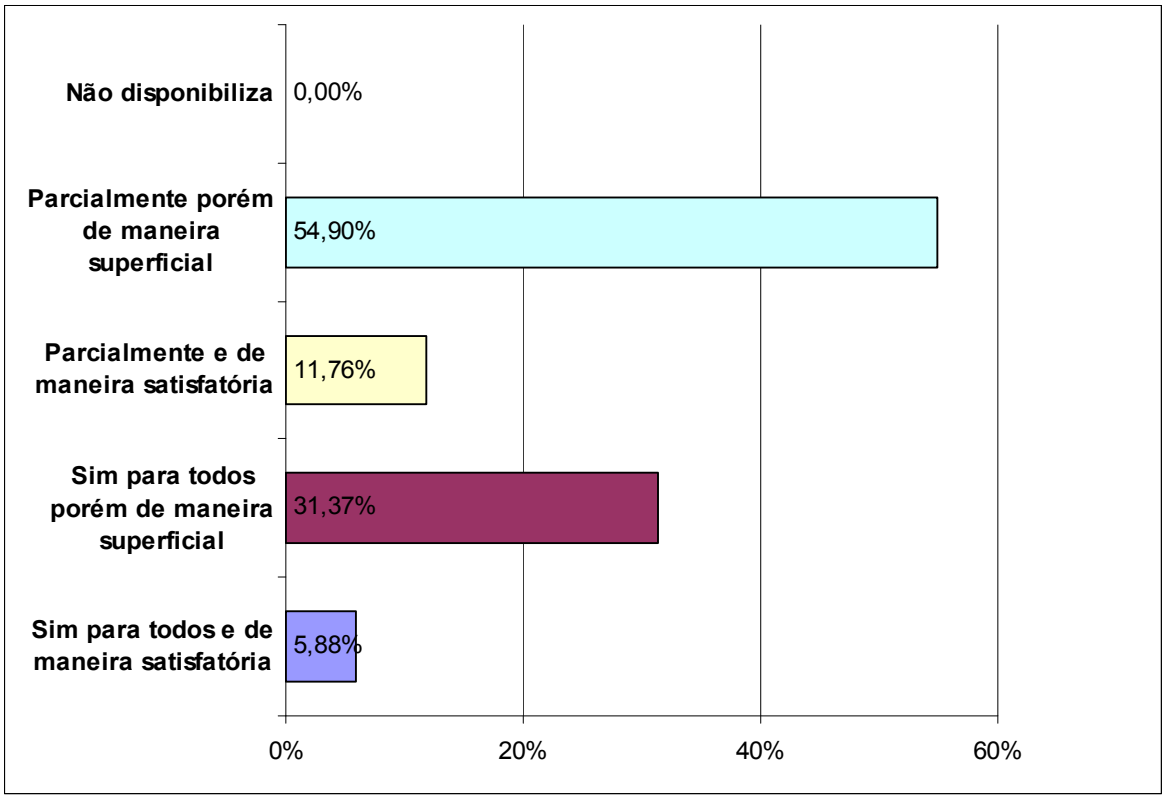
Quando questionados sobre quais softwares utilizam, praticamente a totalidade dos alunos continua a utilizar os softwares que aprenderam a manejar no primeiro ano da faculdade (Autocad e Sketch-up). Softwares gráficos de tratamento de imagens como Photoshop e Corelphotopaint, bem como de editoração eletrônica (Corel Draw) são utilizados por 70,59% dos alunos.

GRÁFICO 3 – PROGRAMAS DE COMPUTADOR UTILIZADOS PELOS ALUNOS NA INSTITUIÇÃO



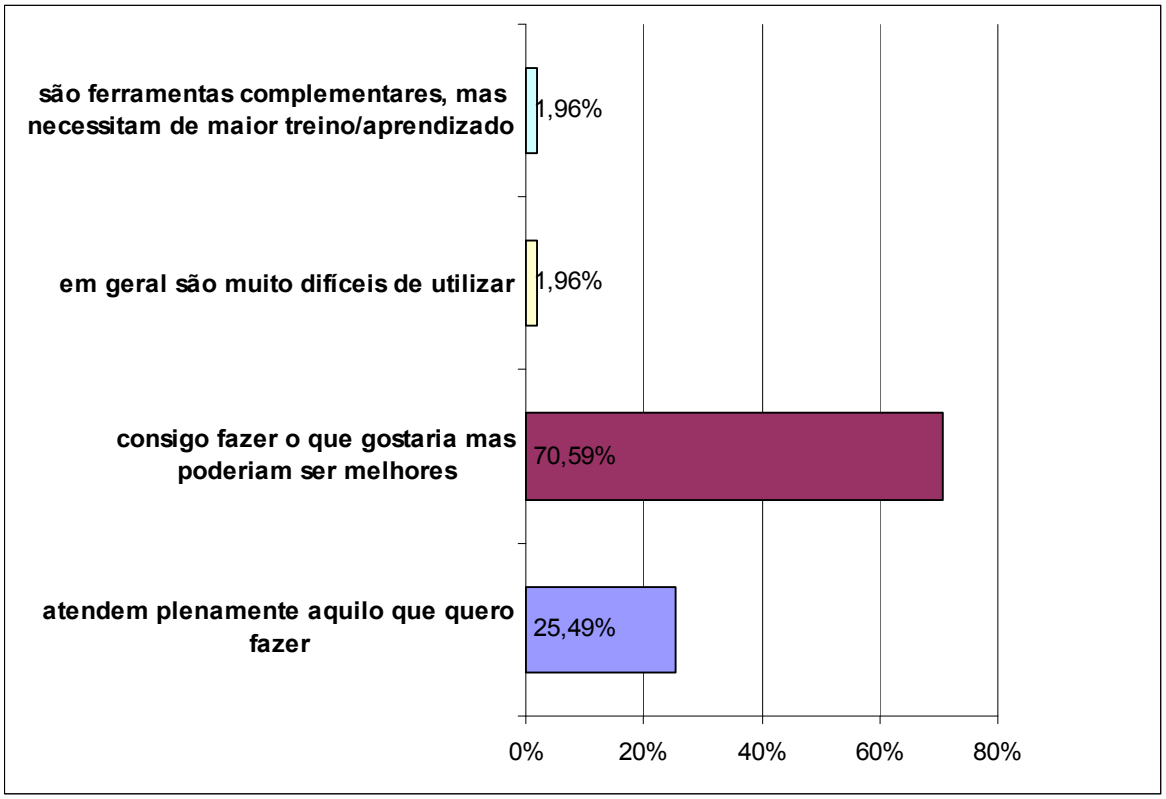
O ensino desses softwares, de modo geral, não faz parte do currículo dos cursos, o que já pode significar a necessidade de uma revisão de disciplinas que envolvam conteútos de expressão e representação através de desenho digital, como também a oferta mais freqüente de cursos de aprendizado desses softwares por parte da instituição. Na opinião dos alunos, a instituição oferece disciplinas ou cursos dos softwares apenas de maneira superficial (86,27%).

GRÁFICO 4 – AVALIAÇÃO DO ALUNO QUANTO AO ENSINO DOS PROGRAMAS UTILIZADOS NA INSTITUIÇÃO



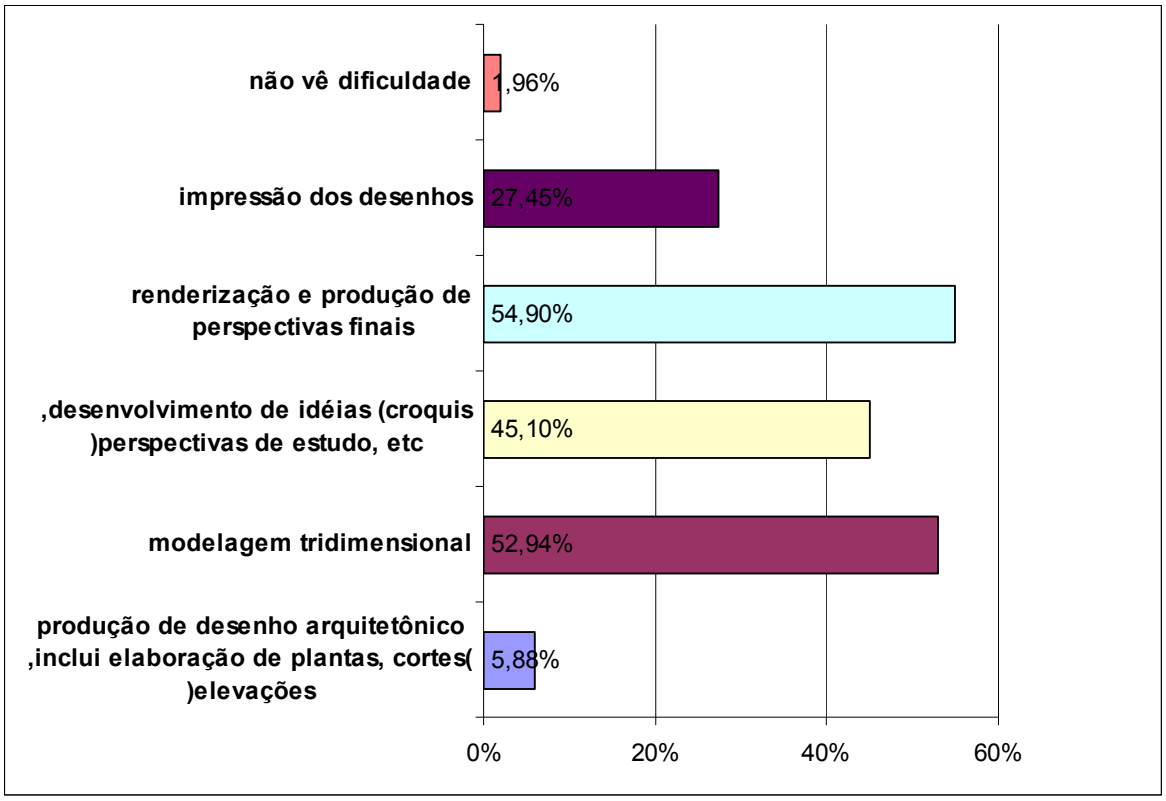
Se a instituição não disponibiliza o ensino de algum software, o aluno se vê obrigado a recorrer a cursos existentes no mercado ou conseguir alguma cópia do programa para aprender por si mesmo, em proporções equivalentes, sendo que no quarto ano o aluno prefere recorrer a cursos do mercado apenas para softwares que consideram mais difíceis. Os alunos não consideram os softwares difíceis de utilizar, porém 70,59% consideram que eles poderiam ser melhores. Cerca de ¼ dos alunos (25,49%) acham que eles atendem plenamente ao que eles querem fazer.

GRÁFICO 5 – AVALIAÇÃO DOS ALUNOS EM RELAÇÃO AOS PROGRAMAS DISPONIBILIZADOS PELA INSTITUIÇÃO



Para mais da metade dos alunos que participaram da pesquisa no processo de desenvolvimento de projeto, dois aspectos se destacam como mais difíceis de produzir quando são utilizadas as ferramentas de desenho digitais: a modelagem tridimensional e a produção e a renderização de perspectivas finais. A utilização das ferramentas como forma do desenvolvimento de idéias (através de croquis, perspectivas de estudo, entre outros) também é considerada difícil para quase a metade dos alunos entrevistados (45,10%).

GRÁFICO 6 – AVALIAÇÃO DA DIFICULDADE DE UTILIZAÇÃO DOS PROGRAMAS NAS DIVERSAS FASES DO PROJETO PELO ALUNO



A produção de desenho arquitetônico não é considerada um problema pelos alunos, sendo indicado somente por três do total de cinqüenta e um alunos. Surpreendentemente, mais de um quarto dos alunos disse que tem dificuldades na impressão dos desenhos. Visto que já estão cursando e produzindo trabalhos há algum tempo no curso, causa admiração que ainda tenham problemas com esse processo relativamente simples, se comparado aos demais.

Na fase de desenvolvimento de idéias, os alunos ainda dão preferência aos croquis feitos à mão (45,10%), porém o software Autocad aparece também como opção para cerca de um quarto dos alunos. A razão do uso desse software nessa fase foi especificada nas respostas complementares como sendo útil para o dimensionamento dos espaços ou para desenhar uma modulação que sirva de base para os croquis. Um aluno opinou que, utilizando esse software, poderia ficar preso a detalhes, que não são convenientes nessa fase de trabalho. Dessa forma o software foi considerado de médio a bom no conceito dos alunos. Outro software que foi citado nessa fase foi o programa Sketch-up, ensinado no primeiro ano da escola e conhecido pela facilidade de uso e produção de desenho de volumes e perspectivas. Entretanto, apenas nove alunos do total de cinqüenta e um dizem utilizá-lo, mas seu conceito vai de bom a excelente para estes.

A produção de desenho arquitetônico, que se constitui na elaboração de desenhos bidimensionais, não causou surpresa. Ela é feita quase que pela totalidade dos alunos utilizando-se o programa Autocad, e, nesse caso, seu conceito se eleva para bom a excelente. Apenas um aluno disse desenvolver essa fase do projeto com desenho a mão.

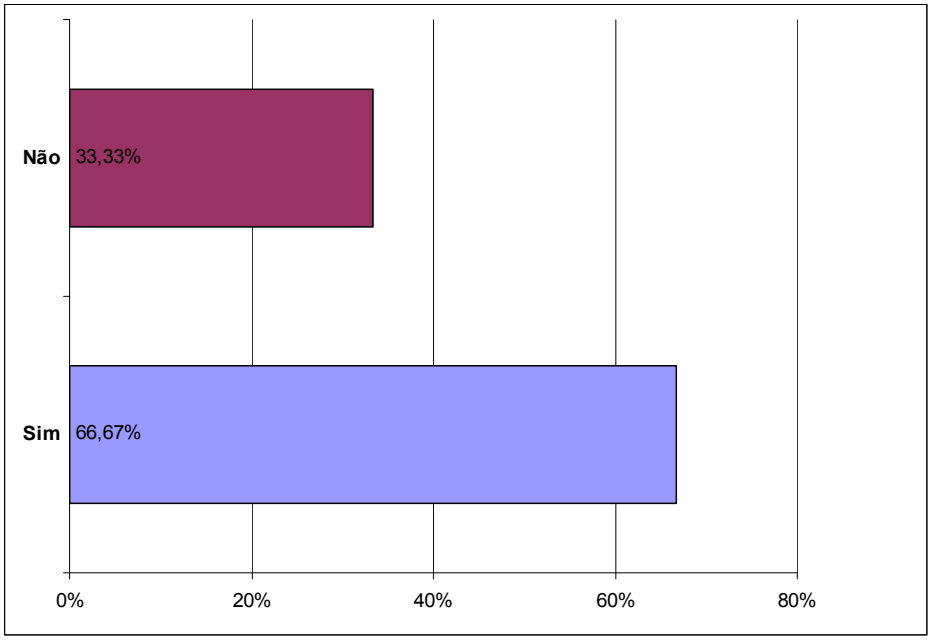
Na modelagem tridimensional, o programa Sketch-up aparece como a preferência dos alunos (88,24%), mas seu conceito vai apenas de médio a bom. Outros softwares com recursos similares ou mesmo mais sofisticados de modelagem tridimensional, como o 3DStudio Max, Vector Works e Autocad, são utilizados por cerca de treze por cento dos alunos.

A renderização é a fase que complementa a de modelagem tridimensional, quando o aluno seleciona determinadas vistas para apresentar seu modelo, e é capaz, de acordo

com o programa, de produzir um realismo virtual com a inserção de materiais, cores, luzes, etc. Entretanto, mais da metade dos alunos (56,86%) diz não fazer renderizações dos seus modelos. Quase 20% dos alunos dizem fazer renderizações com o Sketch-up. Visto que o termo renderização pode causar certa confusão no seu significado e o programa Sketch-up, sem um aplicativo adicional, não é capaz de produzir essas imagens através de renderização propriamente dita, pode-se considerar que estes alunos também não produzem renderizações. O que eleva o total de alunos que não fazem renderizações para cerca de ¾ dos alunos. No restante da turma, as opções são os programas Autocad, Accurender, 3DStudio Max e Vector Works, com peso maior para os dois primeiros. Porém, na avaliação da maior parte dos alunos, os programas são considerados de médios a bons.

No que se refere à questão principal dessa pesquisa, o dado mais importante foi obtido na questão treze. Os alunos, quando questionados se deixam de desenvolver algumas idéias ou partidos face à dificuldade de desenho ou de modelagem nos softwares que utilizam, na turma do terceiro ano 60% responderam sim. Na turma de quarto ano mais de três quartos dos alunos (76,19%) também responderam afirmativamente. Este é um resultado expressivo que não deixa dúvidas de que o uso das ferramentas de desenho digitais interfere no processo de aprendizado do projeto e que existem obstáculos a superar. Como razão principal, os alunos justificaram a dificuldade no uso do software, no que tange a elaboração de formas mais complexas, como formas curvas ou angulosas, no desenho ou modelagem. Este seria o principal fator a impedir o desenvolvimento de determinadas idéias. Com esta justificativa não se pode afirmar se essa razão está ligada apenas ao conhecimento e percepção tridimensional das formas ou se também estaria ligada ao software em si, ou mesmo na combinação de ambos.

GRÁFICO 7 – RESPOSTA À QUESTÃO PROPOSTA SE OS ALUNOS DEIXAM DE DESENVOLVER IDÉIAS OU PARTIDOS EM FUNÇÃO DE DIFICULDADES DO USO DAS FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS



Para quase 1/3 dos alunos (31,37%) a falta de conhecimento das possibilidades do software também é um fator que pode levar o aluno a relevar idéias ou partidos. Neste caso, os alunos dizem que os cursos que fizeram não o capacitaram plenamente a utilizar os programas (17,65%), ou não têm tempo para aprendê-los com suficiência (13,73%). Problemas relativos ao software propriamente dito são justificativas nessa questão para cerca de (17,65%), o que compreenderia excesso ou falta de comandos de desenho, falta de tutoriais, erros de programas, etc. Aproximadamente 10% dos alunos responderam que, apesar de conhecer bem o software, possuem dificuldade na elaboração dos desenhos e modelos, podendo, nesse caso, sugerir problemas de compreensão e visualização tridimensional.

GRÁFICO 8 – RAZÕES ATRIBUÍDAS PELOS ALUNOS PARA DEIXAREM DE DESENVOLVER IDÉIAS NOS PROJETOS, QUANDO RELACIONADAS ÀS FERRAMENTAS DE DESENHOS DIGITAIS

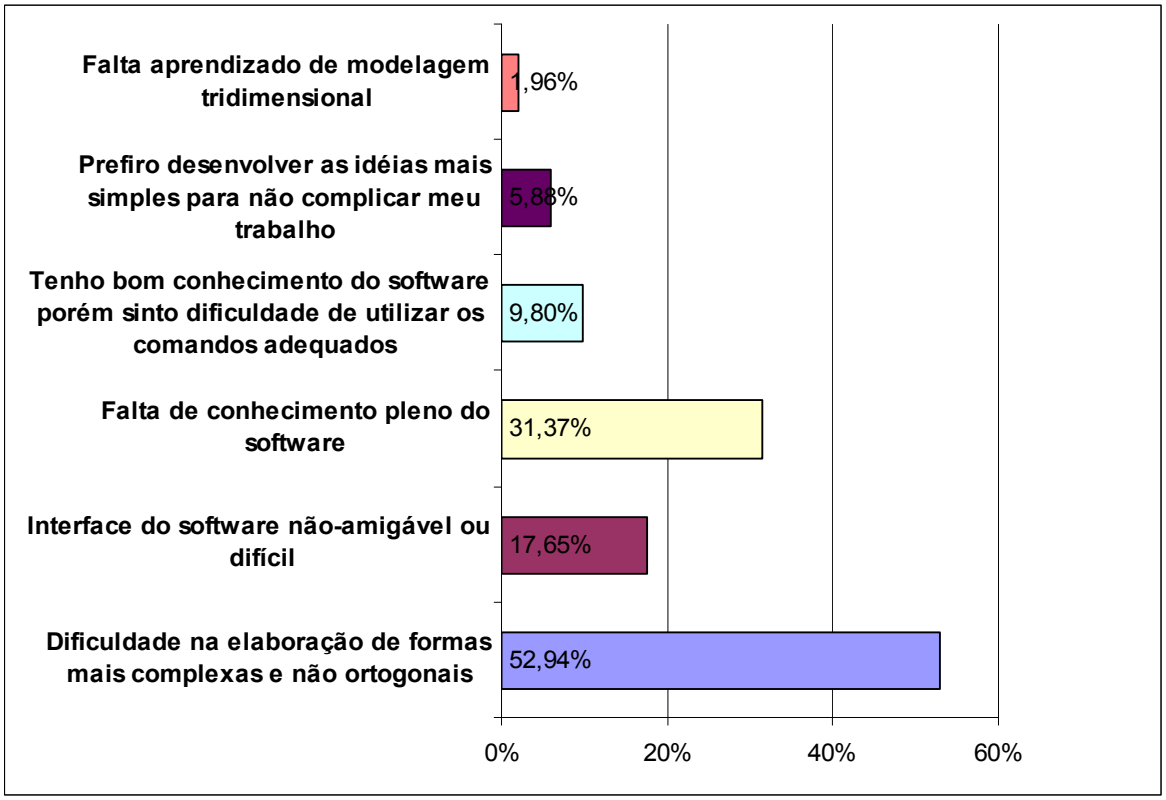
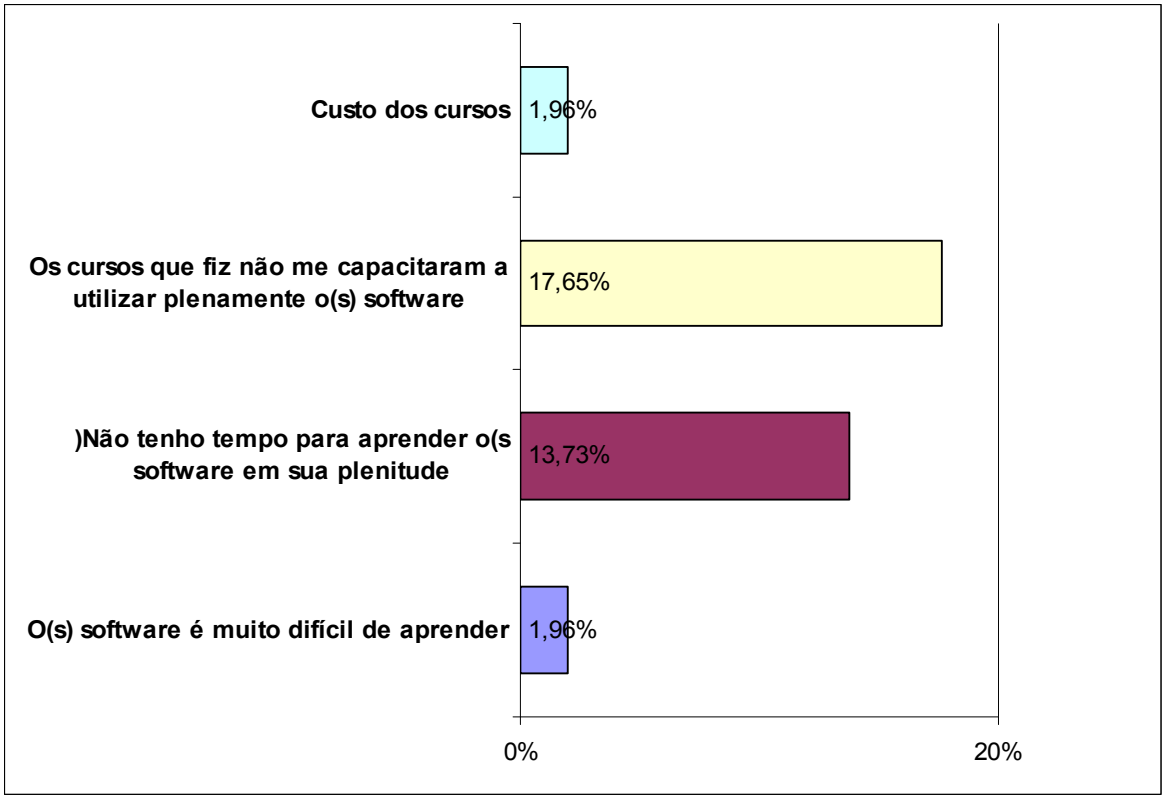


GRÁFICO 9 – RAZÕES QUE O ALUNO ATRIBUI PARA NÃO TER CONHECIMENTO PLENO DO SOFTWARE



De acordo com as categorias de análise das hipóteses sugeridas no capítulo 4.6 temos a seguinte distribuição de categorias, resumida no quadro seguinte:

QUADRO 1 – DISTRIBUIÇÃO EM CATEGORIAS DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS À QUESTÃO PRINCIPAL DA PESQUISA, CONFORME AS HIPÓTESES NORTEADORAS

CATEGORIAS	3. ANO	4. ANO	TOTAL
INSTRUMENTAIS (fatores ligados especificamente ao software)	63,33%	80,95%	70,79%
COGNITIVAS (fatores ligados à própria capacidade de percepção e ao conhecimento)	13,33%	4,76%	9,80%
FORMATIVAS (fatores ligados ao aprendizado do software)	33,33%	33,33%	33,33%
SÓCIO-AFETIVAS (fatores ligados ao comportamento do aluno)	6,67%	4,76%	5,88%

Em resumo, pelos resultados obtidos na fase quantitativa da pesquisa, pode-se concluir que as ferramentas de desenho digitais já se encontram totalmente integradas à metodologia de desenvolvimento de trabalhos de projeto no curso de arquitetura desta universidade, em igual proporção ou até mesmo preponderando sobre o desenho a mão, que ainda possui seu papel importante em determinadas fases do trabalho. Durante o curso, o aluno continua utilizando as ferramentas de desenho digitais que aprendeu no primeiro ano do curso, porém considera esse ensino superficial, e em geral penso que essas ferramentas poderiam ser melhores. O aluno utiliza programas diferentes em cada fase do trabalho, conforme a necessidade, em geral a partir de algumas idéias desenvolvidas através do desenho a mão. Com referência à questão desta pesquisa, uma parte expressiva dos alunos declara deixar de desenvolver idéias e partidos em função de dificuldades com os programas, que atribui ser de ordem predominantemente cognitiva e instrumental.

A partir desses resultados, pode-se ampliar a discussão dos aspectos que se consideram mais relevantes dos questionários, que devem ser investigados na fase qualitativa da pesquisa:

1) Se os alunos utilizam as ferramentas de desenho digitais conforme a necessidade, quando e quais razões fazem-nos optar pelos programas?
2) Visto que os alunos julgam que as ferramentas poderiam ser melhores, em que aspectos elas podem ser aperfeiçoadas?
3) Nas fases do trabalho em que declaram ter maior dificuldade de uso, quais são especificamente os problemas enfrentados?
4) Como os alunos vêem a necessidade de usar diferentes programas nas diversas etapas do trabalho? Achariam melhor usar um mesmo programa que pudesse atender a todas?
5) Se os alunos consideram que o desenho e modelagem de formas mais complexas a razão para deixar de desenvolver idéias ou partidos, qual o motivo específico para isso ocorrer?

5 O SENTIDO ATRIBUÍDO PELOS ALUNOS – AS ENTREVISTAS

Este capítulo descreve a fase qualitativa desta pesquisa, descrita no capítulo 4.2; revela pormenores que não foi possível obter apenas através dos questionários. As entrevistas com os estudantes, cuja seleção e contato foram feitos conforme os critérios abordados no capítulo 4.4, foram realizadas individualmente ou em duplas. Esta fase foi construtiva no sentido de que conclusões provenientes dos questionários da fase anterior puderam ser confirmadas e também refinadas. Os alunos entrevistados demonstraram interesse em participar e opinar, certamente por se tratar de um tema atual e que influencia diretamente na produção do ateliê de arquitetura.

Metodologicamente, adotou-se o procedimento de entrevistas semi-estruturadas, apoiadas nos aspectos relacionados ao final do capítulo 4.6, e tiveram duração média de 35 minutos. Os alunos foram orientados previamente sobre questões como: privacidade das respostas dadas, objetivos da pesquisa, e da importância de se falar livremente sobre o tema. Conforme o teor das respostas, organizou-se a análise por capítulos, que serão descritos a seguir.

5.1 FORMA, CRIAÇÃO, EDIÇÃO E VISUALIZAÇÃO

O procedimento das entrevistas individuais veio confirmar a suposição de que fatores ligados ao software na criação, desenho e modelagem de formas mais complexas, como superfícies curvas, por exemplo, predominam como razão para que o aluno opte em abandonar uma determinada idéia ou partido na elaboração do trabalho de projeto. Em algumas situações o programa permite a realização da forma, porém, quando o aluno necessita alterá-la ou editá-la, torna-se difícil. Para a aluna Eva[24]:

(...) em todos é até possível fazer curvas, mas não é fácil, rápido. A gente não pode perder muito

[24] Os nomes dos alunos utilizados na pesquisa são fictícios.

tempo. O programa é limitado, não aceita ou faltam comandos. Para fazer a esfera é um baile.

Para a aluna Fernanda o processo de editar as formas nos programas utilizados não é intuitivo:

... Consegue-se fazer, mas editar é complicado. Não é uma coisa intuitiva.

O programa Sketchup é a principal ferramenta utilizada pelo aluno Carlos na modelagem tridimensional. Apesar de não conseguir modelar formas complexas, não abandona a idéia, porém opta pelo desenho a mão para desenvolvê-la:

(...) o sketchup que é fácil de usar em parte, mas tem algumas coisas para trabalhar como curvas, criar planos, mas algumas vezes... já "encheu o saco"... vou fazer a mão mesmo. Não deixei de desenvolver idéias, mas procurei outra forma de representar,... outro método..

(...) formas curvas no sketchup é complicado (de fazer), tem que trabalhar só em planta para levantar depois, e você não consegue alterar. ...Coberturas curvas são complicadas. No sketchup quando você quer fazer algo mais elaborado, o programa é limitado.

O aluno Fabricio partilha da opinião de seus colegas:

(...) quando as formas são orgânicas, o "cad" não permite desenvolver os desenhos facilmente.

Lauro entende que o software é apenas um complemento, não uma ferramenta de criação. Para ele, o software não é capaz de acompanhar a velocidade do pensamento que o desenho a mão permite. Apesar de afirmar nunca ter deixado de desenvolver idéias ou partidos em função de dificuldade no uso das ferramentas de desenho digitais, critica os programas pela mesma razão de seus colegas, quando se refere às dificuldades de uso:

... a agilidade do desenho (a mão) acompanha a velocidade do pensamento e o software não acompanha. Acho que o software não acompanha a velocidade do pensamento. Talvez evolua, mas se você vai fazer uma linha curva, até você fazer nos softwares, muitas coisas estão esperando para vir no processo do pensamento.

Outro fator citado como empecilho no desenvolvimento do projeto com ferramentas de desenho digitais é a questão da área de trabalho se restringir à tela do computador. Para desenhar nos programas de computador é necessário que o aluno utilize o comando "zoom" a fim de ampliar ou reduzir partes do desenho no qual está trabalhando. Isso pode gerar um problema de compreensão do conjunto do desenho. Esta compreensão do todo é uma vantagem do desenho a mão na prancheta com relação às ferramentas de desenho digitais:

> *(...) há um problema em trabalhar com o zoom na tela do micro, trabalhamos em um projeto em que a escala era maior e todos tiveram dificuldades, as notas foram muito baixas.(Fabricio)*
>
> *Nesse ano, no quarto ano, eles proibiram computador, tudo a mão, e com o tempo você cria o hábito de desenho, até prefiro, porque tenho a visão do todo, no "cad" não, você visualiza através de uma portinha, depois tem que plotar.(Carlos)*

As alunas Fernanda e Eva acrescentam que o fato de se ampliar o desenho pode levar o aluno a executar tarefas que não seriam próprias de uma determinada fase do projeto, em detrimento de outras, que seriam pertinentes:

> *... no "cad" quando você dá o zoom você se preocupa com detalhes.(Fernanda)*
>
> *... mas às vezes isso é ruim, você se preocupa em detalhar a esquadria mas não trabalha o espaço. Faz coisas de uma etapa posterior. (Eva complementando)*

5.2 INTERATIVIDADE COMO SOLUÇÃO

Interação com o modelo no qual se está trabalhando é um ponto importante quando se questiona o aluno sobre a evolução que as ferramentas de desenho digitais, a fim de tornar mais efetiva a tarefa de desenvolvimento de projeto. Os alunos não sabem dizer ao certo quais aspectos devem ser melhorados, mas citam programas que levam vantagens sobre outros como sendo referência para a questão. Por exemplo, o programa Vectorworks levaria vantagem sobre o programa Autocad porque permite trabalhar em

duas dimensões, mas possibilitando a visualização e modelagem tridimensional, simultaneamente:

> *quanto às ferramentas serem aperfeiçoadas parece que o Vector possui uma maneira de trabalhar em 3D mais fácil que o Autocad.(Fabricio)*
>
> *meu irmão ta mexendo no Vector, mas quando apresentaram pareceu fácil, trabalha em camadas, em 2d e 3d ao mesmo tempo (Fernanda)*
>
> *Acho que o programa muito bom é o Vector, que trabalha 2d e 3d juntos. Visualização automática... (Carlos)*

O aluno Lauro também cita o Vectorworks como referência em relação à interação com o modelo tridimensional. A capacidade de se girar e visualizar o modelo de vários ângulos é um atrativo do programa. Lauro vai mais além, opinando que as ferramentas poderiam ser melhoradas na sua *interface*, para que possa corresponder à capacidade humana de desenhar:

> *A interface do software deveria ser melhorada, de acompanhar esse teu objeto. Já teria espaço para trabalhar isso, já tem tecnologia, talvez não se faça porque a exigência não seja tanta... O software deveria ser mais livre, que permitisse a liberdade de ação, que moldasse as coisas de forma livre, sem pensar que você está num software. Por isso que eu acho que o "second life"[25] é atraente, porque derruba um pouco essa fronteira, começa a romper essa interface, a percepção que tem a máquina. Isso é legal se você tiver consciência de que você está experimentando em outro mundo. Você sai de lá e volta.*

Para Lauro, o desenvolvimento do projeto está vinculado a um "gesto". Gesto que seria a expressão individual de cada aluno, por onde fluiriam as idéias e que é obtido através do desenho de croquis, o que as ferramentas de desenho digitais não proporcionam:

---

[25] Segundo a definição do site original "Second Life", trata-se da simulação de um mundo virtual tridimensional criado por seus milhões de participantes através da rede mundial de computadores, e que, desde 2003 cresce continuamente. Além de criar seus próprios personagens, os participantes podem interagir com outros participantes e até mesmo realizar transações comerciais, através da moeda virtual chamada "Linden". (http://secondlife.com/whatis/ acessado às 15:20 do dia 01/06/2008)

Acho que nesse processo em que arquitetura é arte você precisa encontrar teu gesto, no ato de desenvolver o projeto. Nesse processo o software te rouba isso, porque é um fluir das tuas idéias, porque o gesto diz muito... Se você sabe teu mecanismo de expressão tuas idéias fluem melhor... É encontrar esse teu fluir, e só vai enquanto você está com croquis, com liberdade de espaço, quando você lida com o software você leva um choque.

5.3 ESCOLA, ENSINO E MERCADO DE TRABALHO

Um aspecto importante a ser considerado é a falta de conhecimento de ferramentas de desenho digitais no curso de arquitetura por parte dos alunos com também dos professores, o que influencia diretamente o desempenho dos alunos no uso dos programas. Na fase qualitativa da pesquisa, mais de 30% dos alunos atribuíram as dificuldades de uso das ferramentas digitais de desenho a capacitação, que abrange tanto o ensino do software pela instituição, como a falta de tempo para aprendê-los. O aluno Fabricio argumenta que o ensino é básico, envolvendo apenas os comandos do programa. Fabricio e Roger são da mesma opinião, porém Roger acrescenta que no ensino a falta de metodologia de desenvolver projetos também é um fator preponderante:

Tive poucas aulas, na minha época foi bem superficial. Para modelar tinha também o autocad, mas pouquíssimas aulas. O sketchup era mais rápido.(Carlos)

O ensino do software é muito básico, não tenho muito tempo para aprender pois faço outra faculdade. Não há ensino de metodologia de desenvolver projetos com o CAD. Os professores exigem os desenhos em CAD, porém não há ensino do processo no CAD. (Roger)

Ainda em relação ao ensino de ferramentas de desenho digitais, um aspecto surgiu nas entrevistas pessoais, aspecto que não se havia revelado nos questionários da primeira fase. A preocupação sobre quais ferramentas de desenho digitais são utilizadas com mais freqüência no mercado de trabalho, e a conseqüente oportunidade de se obter uma colocação nos escritórios de arquitetura, também leva o aluno a preferir determinadas ferramentas, mesmo que elas não sejam, em sua opinião, as melhores para cumprir seus objetivos. Eva e Fernanda expõem de uma forma bem clara essa opinião:

> *Eu pretendo aprender outro tipo de ferramenta e aí vou saber qual é melhor, me adapto ... ninguém vai sair daqui e montar um escritório, então vai trabalhar num local. Você vai ter que se adaptar ao que você conseguir (Eva)*
>
> *o mercado dita muita coisa ...o Vector está sendo conhecido no mercado agora, sou contra terem tirado o Autocad do primeiro ano, porque esses alunos vão sair no mercado com defasagem, se eles não buscarem cursos vão só trabalhar em escritórios que utilizem o Vector, mas quantos utilizam? ...acho que irão ter dificuldade, mas a maioria dos escritórios usa que programa??? O "CAD" (Fernanda)*

Por outro lado, Lauro argumenta que vale a pena ter um conhecimento geral, pois, à medida em que você trabalha dentro de uma empresa, você pode contribuir demonstrando que há outras possibilidades. Para ele não há nenhuma guerra entre ser humano e tecnologia.

5.4 FERRAMENTAS DE DESENHO DIGITAIS VERSUS DESENHO A MÃO

Pode-se perceber que o aluno procura a melhor forma de desenvolver seu projeto, em função das exigências dos professores e do tempo para realizá-lo. Neste caso não há um consenso sobre o meio que seria mais apropriado, desenho a mão ou ferramentas de desenho digitais. A aluna Eva prefere trabalhar com ferramentas de desenho digitais a trabalhar com desenhos a mão, utilizados apenas conforme a necessidade. Considera desenhar com Autocad mais rápido que desenhar a mão, tanto que perdeu a prática dessa habilidade:

> *(...) principalmente quanto à agilidade do trabalho, o (Auto)cad é mais ágil que o desenho a mão. Fiz o último projeto a mão depois fui pro CAD, no integrado fui pra mão, na etapa final quase morri. Eu poderia ter tido mais tempo para trabalhar em perspectivas. (Com o desenho) a mão faltou representação na hora do acabamento final, o desenho ficou meio morto, não dava tempo. Não tinha experiência para fazer a mão porque me acostumei desenhar com o computador. Eu faria de novo, mas preciso ter tempo para fazer a mão. (Eva)*

Em contrapartida, Carlos e Lauro utilizam intensivamente o desenho a mão para seus trabalhos, e consideram as ferramentas de desenho digitais apenas um meio

complementar de representar seus projetos:

> *Enquanto eu desenvolvo projetos eu faço bastante a mão. ... Quando tenho o projeto redondo aí passo para o Cad. (Carlos)*

Lauro, por sua experiência anterior num curso de Belas Artes, possui maior gama de alternativas de desenvolver seus projetos. Considera também as maquetes físicas como apropriadas ao desenvolvimento da forma, e, apesar de as ferramentas de desenho digitais serem apenas complementares em sua opinião, procura fazer exercícios de modelagem com os programas de que tem conhecimento:

> *Na maquete, já usei argila, sinto facilidade em trabalhar, já tive experiência anterior em Belas ... quando estudei Álvaro Siza, fiz em poliuretano, você trabalha como escultura que respeita todos os lados, no desenho se você não for bom você perde. Eu gosto do Sketchup, acho que ele vem como complemento quando você faz perspectivado, volumetrias básicas, quando você tem esse conceito inicial o software te proporciona a agilidade de pegar o modelo, girar e visualizar de vários ângulos, ou um trabalho em conjunto. Enfim funciona como modelo de interatividade. Não como regra, já fiz coisas só com software, mas sempre com a preocupação de fazer (como) um exercício.*

O aluno demonstra a preocupação de que as ferramentas de desenho digitais possam alterar o resultado do trabalho, porque, quando se trabalha numa ferramenta que favoreça o uso de linhas retas, a solução se tornaria mais rígida. Segundo ele, um conhecimento mais profundo das capacidades dos programas poderia amenizar o problema:

> *No início, você trabalha e se empolga, sempre estive atento que criaria uma rigidez de forma, porque se trabalha com linhas retas e aí vem a questão: você pode tornar uma forma mais mole, a partir do momento que vai conhecendo o software.*

5.5 DIVERSIDADE COMO EXPERIÊNCIA

Quando questionamos os alunos sobre como entendem a necessidade de aprender vários programas para o desenvolvimento de projetos, há um consenso. Este fator, isoladamente, não representa um problema. Aliada à questão das exigências do mercado de trabalho vista no capítulo 5.3, aprender uma série de ferramentas de desenho digitais serve como laboratório de experimentação, para um futuro uso na vida profissional. Alguns alunos aliam automaticamente a questão à vida profissional:

> *Não vejo problema em aprender vários programas. O Autocad é importante em função do mercado de trabalho (Fabricio)*

> *Não há problema em aprender várias ferramentas. Na minha vida profissional acho que vou continuar utilizando os mesmos softwares. O Autocad é importante porque podemos não conseguir trabalhar em alguns escritórios. (Roger)*

Diversificar o aprendizado das ferramentas também pode contribuir para que o aluno conheça e compare as ferramentas, e encontre as soluções às quais ele mais se adapta para o desempenho escolar e profissional futuro:

> *Para mim nunca foi problema trabalhar com vários programas, passa pela cabeça trabalhar com um programa mais simples, quando trabalhei com o Vector vi que era mais fácil, em comparação ao Autocad. (Carlos)*

A deficiência do ensino das ferramentas não reduz o interesse do aluno que procura na internet, através de tutoriais, e em versões estudantis dos softwares, complementar sua formação:

> *(...) ganha experiência, mas no Autocad poderia se mexer na imagem (... para mim não é complicado eu gosto de aprender mexendo, através de tutoriais, é a melhor forma de aprender, vai fuçando.(Fernanda)*

Muitas vezes as ferramentas de desenho digitais oferecem possibilidades difíceis

para o aluno utilizar. A aluna Fernanda utilizou o termo intuitivo como sendo um ponto positivo para se referir a um procedimento que seria realizado num programa. Isso, talvez, explique o fato da impressão dos documentos ser considerada um problema para 27,45% dos alunos do terceiro e quarto ano da instituição. Nesses casos, o aluno deixa de utilizar o programa para realizar sua tarefa num outro programa que lhe pareça mais conveniente:

> *É bom e é ruim, (...) no Autocad falta diagramação, é meio complicado. Edição de imagens tem que ser à parte. Às vezes faço um croqui e depois complemento no Photoshop. (falando da questão de se ter um programa único) De uma maneira ou outra você iria ter que carregar a parte do programa para fazer aquilo. Para mim não é complicado, mas para alguns sim.(Eva)*

Nesta experimentação, o aluno deixa perceber claramente a busca de uma linguagem particular de apresentação, que se torne a expressão pessoal e profissional do seu trabalho. O aluno entende as possibilidades que a tecnologia pode lhe oferecer e os possíveis benefícios profissionais que ela pode trazer:

> *Para usar vários softwares vem a questão de apresentação, software, de renderização, etc, mas estou questionando. Você está aprendendo uma série de coisas e estou de saco cheio, não consegui achar o jeito de como eu vou gostar de apresentar o projeto, de vender o peixe. Nesses últimos tentei com perspectivas renderizadas (...) ainda não é isso. (Lauro)*

> *Quando você pensa a tecnologia associada com o que você possa fazer, com a própria arquitetura. Você tem que usufruir do que tem. Se é melhor o cliente entender em 3D, do que em planta baixa...é legal..vamos fazer. Se você vai fazer tem que fazer melhor, e pensando nisso as pessoas começaram a renderizar imagens, mais próximas do que se conceitua como real. Mas você tem que estar atento porque sempre algo te limita.(Lauro)*

> *Acho que a tecnologia vai entrar no processo de larga escala de coletar informações. O Arcgis te dá isso, um cruzamento de informações com muita facilidade, mas você tem que saber o que perguntar pra máquina. Então o peso do outro processo de ficar refletindo sobre a questão de se observar o próprio mundo, de ver a cidade, sentir a cidade, vai fazer um vôo, uma vista aérea, vai ser permeado por tudo aquilo (...) vai usando o software que vai te fazer cruzar informações e enriquecer, tentar formalizar os conceitos que você tenha.(Lauro)*

5.6 INTUIÇÃO E CRIATIVIDADE

A série de entrevistas com os alunos envolvidos na pesquisa pode trazer uma visão mais clara de como as ferramentas de desenho digitais são entendidas dentro da instituição de ensino. O sujeito aluno percebe a ferramenta de desenho digital sob três ângulos distintos:

a) a ferramenta é um meio de representação e apresentação de seus projetos.

b) a ferramenta representa uma possibilidade de se inserir no mercado de trabalho.

c) a ferramenta serve como meio de criação de projetos.

Estas percepções são, naturalmente, objetivos para os quais a instituição emprega tais ferramentas. Entretanto, devemos tentar perceber quais, entre elas, são predominantes no ensino de projeto de arquitetura. Esta pesquisa não pode quantificar a proporção dessas maneiras de ver, pois elas são variáveis de aluno para aluno, conforme suas habilidades e anseios pessoais. Entretanto, pode-se afirmar que há, com base nos questionários e entrevistas, uma insatisfação no que se refere a utilizar a ferramenta de desenho digital como meio de criação, por razões intrínsecas ao desempenho da mesma, razões abordadas no capítulo 5.1.

Baseado nas experiências de ensino de arquitetura que citamos no capítulo 1.1.1, é plausível afirmar que as ferramentas de desenho digitais não devam predominar apenas como meio de representação e apresentação de projetos. Outras possibilidades tecnológicas existentes, como internet e realidade virtual entre outras, permitem que essas ferramentas possam explorar múltiplos caminhos e explorar a potencialidade da tecnologia com mais eficiência no sentido pedagógico.

Embora o aluno, em seu objetivo de conquistar uma posição no mercado de

trabalho, ache válido aprender a série de ferramentas de desenho digitais utilizadas na instituição, não se pode considerar esse uso como suficiente, nem deve predominar sobre os outros. Como muitos dos programas utilizados são voltados aos profissionais do mercado de trabalho, e desenvolvidos por empresas que não têm compromisso pedagógico, as instituições de ensino de arquitetura não podem priorizar a utilização dessas ferramentas sem razões bem claras, razões que devem priorizar, em minha opinião, as necessidades pedagógicas definidas no ensino.

Quando a aluna Fernanda se refere à ferramenta de desenho digital como sendo não intuitiva (*"... consegue-se fazer, mas editar é complicado (...) Não é uma coisa intuitiva")*, ela está se referindo, num sentido mais amplo, ao processo de criação que envolve os trabalhos no ateliê de arquitetura. OSTROWER (1977, p.68) afirma que a intuição "caracteriza todos os processos criativos" e "intuindo, procura-se estabelecer relacionamentos significativos – significativos para uma matéria e para nós". Ela está na base dos processos de criação e vem a ser um dos mais importantes modos cognitivos do homem. Permite lidar com situações novas e inesperadas. "Permite que, instantaneamente, visualize e internalize a ocorrência de fenômenos, julgue e compreenda algo a seu respeito. Permite-lhe agir espontaneamente" OSTROWER (1977, p.56). Segundo CHING (1999, p.IX), a arquitetura é "geralmente concebida – projetada – e realizada – construída – em resposta a um conjunto de condições existentes". É na fase inicial do projeto que reconhecemos tais condições. Para esta autora, essa fase é crucial porque a natureza da solução está relacionada à maneira pela qual problema é percebido, definido e articulado. Por esta razão, a intuitividade[26] proporcionada pela mediação, através da qual o aluno desenvolve seu trabalho, condiciona melhor desempenho e aprendizado, ou seja, a construção do conhecimento.

---

[26] Optou-se em utilizar o termo "intuitividade" ao invés de "intuição", apesar de consistir-se de um neologismo, que já figura no livro "Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa" da Academia Brasileira de Letras. Nessa pesquisa refere-se com maior significado ao caráter intuitivo da ferramenta de desenho digital, proporcionado por sua interface, em transformar os desenhos ou modelagens, e não no sentido da intuição em se achar as soluções finais de um projeto.

Ao utilizar as ferramentas de desenho digitais, de maneira análoga ao desenhar a mão, o aluno estabelece sua percepção do problema ao desenvolver e analisar as formas. A forma aqui referida não se reduz apenas à geometria que a ferramenta gera, mas também suas relações e significados dentro de um contexto.

Forma, segundo OSTROWER (1977, p. 79) é:

> "O modo porque se relacionam os fenômenos, é o modo como se configuram certas relações dentro de um fenômeno (...) A forma será sempre compreendida como a estrutura de relações, como o modo porque as relações se ordenam e configuram (...) É a forma que corresponde ao conteúdo significativo das coisas".

O ato de projetar é um processo de elaboração e desenvolvimento das formas e, neste sentido, é um processo dinâmico de transformação, em que a matéria, que orienta a ação criativa, é transformada pela mesma ação. Formar importa em transformar. (OSTROWER,1977, p. 51). "A criatividade se elabora com a capacidade de selecionar, relacionar e integrar os dados do mundo externo e interno, de transformá-los com o propósito de encaminhá-los para um sentido mais completo".

O aluno, ao projetar, estabelece as relações, transforma, objetiva e, em conseqüência, comunica. É o "pensar graficamente", visto no capítulo 3.1, que pode abrir canais de comunicação com nós mesmos e com pessoas com quem estamos trabalhando (LASEAU, P., 2001, p.8). É essa comunicação que se realiza entre professor e estudante no ateliê de arquitetura e se torna fundamental ao ensino prático-reflexivo. SCHON (2000, p.81) acrescenta:

> "*(...)* cada participante deve construir por conta própria o significado das mensagens do outro e deve construir o design de suas mensagens de forma que o outro possa decifrar seus significados. Quando o processo funciona bem, há um tipo de construção recíproca, que resulta em uma convergência de significado."

Deste modo, podemos concluir que o aluno, ao trabalhar a forma e seus significados implícitos através da mediação das ferramentas de desenho digitais, terá melhor desempenho no processo criativo se este for realizado num processo intuitivo. Este processo, que depende do desempenho das ferramentas utilizadas, pode facilitar a comunicação entre professor /aluno e, num sentido mais amplo, contribui para o ensino prático-reflexivo.

Este processo intuitivo é o que o aluno Lauro espera encontrar nas ferramentas de desenho digitais, quando as compara negativamente ao fluir que o desenho a mão proporciona:

> *"Acho que o software não acompanha a velocidade do pensamento... muitas coisas estão esperando pra vir no processo do pensamento, esse fluir que tem. Nesse processo o software te rouba isso, porque é um fluir das tuas idéias, porque o gesto diz muito... Se você sabe teu mecanismo de expressão tuas idéias fluem melhor ... basta encontrar teu jeito de desenhar"*

A formação artística anterior do aluno Lauro possibilita-lhe empregar o desenho a mão como forma de expressão e de comunicação na prática-reflexiva. Porém, esta forma de expressão também é uma habilidade a ser desenvolvida, para que se esteja em condições de produzir resultados. LASEAU (2001, p.17) afirma que este desenvolvimento é necessário para a capacidade do "pensar graficamente" e de habilidades de percepção. Mais além complementa que, para desenvolver a habilidade do desenho a mão, como qualquer habilidade, duas condições devem ser levadas em conta:

1) Habilidade vem com repetição
2) O modo mais correto para praticar uma habilidade é gostar do que está fazendo

A primeira condição provavelmente justifique o fato de a aluna Eva enfrentar dificuldades ao desenhar a mão seu trabalho, preferindo o computador para desenhar. Sem praticar o desenho a mão, não conseguiu adaptar essa prática à metodologia de projetos que havia construído em trabalhos anteriores. A prática no uso das ferramentas de

desenho digitais condiciona sua preferência pelas mesmas no desenvolvimento do projeto. Nestes termos podemos afirmar que o sentido inverso também é verdadeiro. Um aluno que não se proponha a desenvolver seus trabalhos com o computador, de maneira constante e aplicada, não poderá ter bom desempenho com as mesmas.

Podemos traçar um paralelo de comparação entre essas mediações, manual e digital. Perceber que ambas podem exercer um papel semelhante no exercício da reflexão-na-ação. Para isso, é fundamental que essas mediações sejam exercidas de modo intuitivo. Não apenas por parte dos alunos, mas também dos mestres. O professor que não domine a ferramenta poderá enfrentar dificuldades no diálogo e na comunicação com o aluno, condições necessárias ao ensino prático-reflexivo. Assim como é necessário que o professor domine o desenho a mão para poder expressar suas idéias, pode ser necessário, em determinadas situações, que ele tenha experiência com a ferramenta de desenho digital para que haja um bom desempenho pedagógico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira consideração a ser feita refere-se à importância que as ferramentas de desenho digitais assumem em relação à construção do conhecimento do aluno de arquitetura na disciplina de projeto. Autores como SCHON, JONSON, LASEAU e OSTROWER, que embasam essa pesquisa, demonstram que mais do que simples instrumentos de desenho no ateliê de arquitetura, as ferramentas de desenho digitais agem como mediadores de um complexo processo cognitivo, que envolve criatividade, capacidade de percepção, abstração, reflexão e comunicação.

Sendo o ateliê de arquitetura o espaço da experimentação social do aluno, como abordado no capítulo 4.2.3, as ferramentas de desenho digitais atuam de maneira decisiva nessa experimentação. Por sua vez, essa experimentação influencia todo o processo de reflexão, subjetivação e objetivação de seu trabalho. Se as ferramentas interferem nas soluções que o aluno possa optar para a continuidade do seu trabalho, como constatado, é correto supor que elas poderão determinar, num sentido mais amplo, sua identidade social, que o professor B busca construir no aluno (cap. 4.2.1).

Uma determinada maneira de projetar, que o aluno desenvolva e cujo processo terá continuidade após a conclusão do curso, será influenciada e dependente, em determinados aspectos, da ferramenta que ele utilize. Esse fator não se relaciona, porém, somente com a mediação das ferramentas de desenho digitais, mas com qualquer mediação que seja utilizada ao longo de sua formação. O importante é que as mediações não sejam restritivas no sentido da criatividade e produtividade.

Na perspectiva de SCHON, citada no capítulo 3.1, que atribui o talento artístico profissional a uma *performance* habilidosa, que é capaz de individualizar o sujeito no sentido de criar soluções próprias, as ferramentas de desenho digitais são parte fundamental dessa capacitação. Elas não atuam isoladamente como mediação, porém em complemento a outras, como evidencia JONSON no capítulo 2.2.

Para responder à questão principal desta investigação, ou seja, porque o aluno deixa de desenvolver determinadas idéias ou partidos nos seus projetos, por razões ligadas às ferramentas de desenho digitais, num primeiro momento os alunos atribuem a fatores ligados à deficiência dos programas para elaborar formas mais complexas, como curvas ou ângulos. Porém, as entrevistas individuais revelaram que essas deficiências estão intimamente ligadas à busca da mediação através de um processo intuitivo, que em alguns casos a ferramenta deixa de suprir. É este processo intuitivo que o aluno busca para obter seus resultados, e que, segundo OSTROWER, está relacionado, num sentido mais amplo, com o processo criativo (ver capítulo 5.4).

É importante salientar que em determinadas situações, o aluno não abandona simplesmente suas idéias, mas opta por outra mediação que seja capaz de produzir os resultados por ele desejados. Se o aluno tiver a impressão de que a ferramenta de desenho digital não é suficiente, ou não poderá lhe fornecer o resultado adequado no tempo disponível, ele pode optar pela mediação do desenho a mão.

O projeto do Museu de Bilbao, citado no capítulo 1.1, é exemplo da dificuldade de se projetar com formas complexas com o desenho a mão. Mesmo naquele caso, entretanto, as ferramentas de desenho digitais, que seriam o meio para a execução dos projetos, tiveram que ser escolhidas com muito critério dentre a vasta gama de aplicativos existentes no mercado. O aluno, por outro lado, em geral não possui o conhecimento suficiente para fazer sua opção entre as ferramentas disponíveis, e trabalha preferencialmente com as ferramentas que lhe foram ensinadas no primeiro ano do curso, como indica o gráfico 3. Ele acredita que as ferramentas de desenho digitais aprendidas poderão lhe fornecer tudo o que precisa para a realização de seus trabalhos, mas aos poucos se adapta às condições que essas ferramentas lhe oferece.

Desta forma, pôde-se perceber que, através dos resultados, a utilização dessas ferramentas no âmbito pedagógico e criativo será enriquecida, quando elas forem capazes de proporcionar o trabalho de maneira intuitiva, comparável ao que se pode obter com o desenho a mão. Assim, considera-se que o primeiro objetivo desta pesquisa foi alcançado,

pois essa mediação pode influenciar de maneira significativa o desempenho do aluno, em determinadas situações de projeto. Situações nas quais o aluno se vê impelido a utilizar outras mediações para poder completar seu trabalho ou mesmo abdicar de idéias, que ele ou o professor consideram mais apropriadas, para continuar utilizando a ferramenta.

É razoável afirmar, entretanto, que o segundo objetivo da pesquisa também foi atingido, porque, ao se analisar as razões que os alunos atribuem às suas ações, como resumido no quadro da página 92, temos a visão clara sobre os caminhos que novos estudos nessa área de pesquisa devem trilhar.

Apesar das razões inerentes aos programas, na questão da utilização dessas ferramentas na atividade de projeto, a pesquisa também revelou que a formação de professores e alunos para o uso das mesmas tem grau de importância elevado. Novos estudos devem considerar esse aspecto como intrínseco ao uso das ferramentas, e que, isoladamente, nenhum irá conduzir a conclusões definitivas.

Dois aspectos merecem ainda ser destacados nessas considerações. Em primeiro lugar, a relação das ferramentas de desenho digitais e o desenho a mão. Ambas as mediações exercem um papel relevante no que se refere ao processo criativo do aluno de arquitetura. Face ao desenvolvimento das ferramentas digitais, da cultura e cibercultura dos nossos dias, e da prática constatada no ateliê de arquitetura, o desenho a mão não pode mais ser considerado o único meio para o processo de criação. É plausível afirmar, entretanto, que o desenho a mão não perdeu importância, mas pode e deve ser utilizado de maneira harmoniosa com as ferramentas digitais, dependendo das condições envolvidas no processo.

Em segundo lugar, ao se considerar e analisar o aluno como centro do processo de ensino-aprendizagem, conduziu-se essa pesquisa para situações reais de trabalho, e que, sem isso, qualquer resultado poderia ser considerado parcial.

Para finalizar, algumas palavras para os que estão envolvidos no processo de ensino de projeto de arquitetura, não no sentido prescritivo-normativo, mas no sentido que

possibilitem uma reflexão do papel que cada um representa no uso, transformação e evolução das ferramentas de desenho digitais:

Aos fabricantes:

- Trabalhar no sentido de desenvolver ferramentas mais intuitivas que possam atender também às necessidades das instituições de ensino, não apenas na produtividade necessária ao desempenho da profissão do arquiteto. Devem lembrar que os alunos, futuros usuários de seus produtos no mercado profissional, entendem o período de aprendizado na escola como uma oportunidade de formar opinião sobre seus produtos.

- Disponibilizar um diálogo mais estreito com as instituições de ensino e com os professores, para que possam perceber suas necessidades pedagógicas e, se possível, criar alternativas de software para uso exclusivamente pedagógico.

Aos alunos:

- A eles cabe experimentar, opinar e dialogar. Através da prática no uso das ferramentas, o aluno pode perceber se a tecnologia está lhe oferecendo condições para aprender.

- Opinar conscientemente com critérios fundamentados na busca de novas idéias de aperfeiçoamento das tecnologias utilizadas, o que, através do diálogo com professores e alunos, pode criar uma massa crítica positiva no sentido de evolução.

Aos professores:

- Responsáveis pelo processo dentro do ateliê, o questionamento sobre como utilizam ou permitem a utilização das tecnologias se faz necessária:

  - No ateliê onde leciono, as ferramentas de desenho digitais são instrumentos de criação ou apenas de apresentação?
  - Tenho conhecimento das possibilidades existentes neste campo?
  - De que forma essas ferramentas podem se adaptar melhor à metodologia de ensino que utilizo?
  - Através delas posso transmitir conteúdos de forma mais eficiente e dinâmica?

- Devem, acima de tudo, se conscientizar da importância da mediação das ferramentas digitais e observar com atenção como os alunos as utilizam.

Às instituições de ensino:

- Estabelecer critérios adequados para a aquisição de ferramentas de desenho digitais e hardware, através do diálogo com professores e alunos, no sentido de atender às suas necessidades pedagógicas e metodológicas.
- Evitar que o ensino das ferramentas seja meramente instrumental e buscar constantemente incorporar novas idéias no campo da experimentação.
- Disponibilizar e facilitar o ensino das ferramentas, entendendo isto como condição necessária para o aprimoramento do ensino de arquitetura.

Se houver trabalho e consciência no sentido do que foi exposto nesta pesquisa, temos a convicção de que o ensino de arquitetura irá seguir o rumo desejável no que se

refere ao uso das novas tecnologias como meio efetivo para o desenvolvimento de projetos. O ensino caminhará na direção às idéias de LEVY (1999, p.172), que me inspiraram a realizar essa pesquisa e com as quais eu a finalizo:

"(...) manter as práticas pedagógicas atualizadas com os novos processos de transação do conhecimento não é usar as tecnologias a qualquer custo, mas sim acompanhar conscientemente e deliberadamente uma mudança de civilização que questiona profundamente as formas institucionais, as mentalidades e a cultura dos sistemas educacionais tradicionais e, sobretudo os papéis de professor e aluno."

Laus Deo!

REFERÊNCIAS

ASCOTT, R. The Architecture of Cyberception. **Leonardo Electronic Almanac,** v. 2, n. 8, 1994. Disponível em: <http://www.leoalmanac.org/journal/Vol_2/lea_v2_n08.txt > Acesso em: 19 fev. 2008.

BITS AND SPACES. Disponível em: <http://caad.arch.ethz.ch/main.html > Acesso em: 19 fev. 2008.

BRITO, G. S.; PURIFICACAO, I. . **Educação professor e Novas Tecnologias: em busca de uma conexão real**. Curitiba: Protexto, 2003.

BRUYNE, P.; HERMANN. J.; SCHOUTHEETE, M. **Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais: os pólos da prática metodológica.** Trad.: Ruth Joffily. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Ed., 1991.

CHIESA, P. **O desenho como desígnio. Por uma ética do risco.** São Paulo, 2001.Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor. Curso de Pós-Graduação em Estruturas Ambientais Urbanas. FAUUSP.

CUNHA, J.G; BERALDO, A. T. M.; BARREIROS,F.P.;BATTAIOLA, A.L., **Computação Gráfica e suas aplicações em CAD** São Paulo: Ed. Atlas, 1987

DEMO, P. **Metodologia cientìfica em Ciências Sociais**. São Paulo: Ed. Atlas, 1995.

DENCKER, A.F.M. E VIÁ, S.C. **Pesquisa Empírica em Ciências Humanas (com ênfase na comunicação).** São Paulo: Futura, 2001.

DENZIN, N. K. E LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research.** Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.

DORTA, T. Virtuality and creation? The emptiness of computers in conceptual design. **Inovation and Design**, p. 160 – 170. Disponível em: < http://www.din.umontreal.ca/documents/dorta/ 14-TdD23_ANG_Dorta.pdf > Acesso em: 19 fev. 2008.

DUARTE, FÁBIO. **Arquitetura e Tecnologias de Informação: da Revolução Industrial à Revolução Digital**. São Paulo: Ed. UNICAMP, 1999.

FERRARO, S.W. **A importância do aprendizado do desenho para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, através da prática reflexiva.** Curitiba, 2003. Dissertação

apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação, Linha de pesquisa: Saberes, Cultura e Práticas Escolares, Programa de Pós-Graduação em Educação, Setor de Educação, UFPR.

GOMES, P. V. **Design de Interação em Produtos Educacionais: Uma nova disciplina**. In: Heloisa Luck. (Org.). TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO: PERSPECTIVAS INTEGRADORAS. Curitiba: Editora Positivo, 2005, v. 1, p. 41-50..

GOLDEMBERG, M.. **A Arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais.** Rio de Janeiro: Record, 2002

JONSON, B. Design Ideation: the conceptual sketch in the digital age. **Design Studies, Vol. 26.** London: Elsevier Ltd., 2005

KERLOW, Isaac. Victor. **The art of 3D computer animation and imaging** New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000.

LASEAU, P. **Graphic Thinking for Architects & Designers** New York: John Wiley $ Sons, Inc., 2001.

LEMOS, A. **Cibercultura, tecnologia e vida social na cultura contemporânea**.. Porto Alegre: Sulina, 2004.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência**. Trad.: Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Trad.: Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY, P. **O que é o virtual?**. Trad.: Paulo Neves. São Paulo: Editora 34, 1996.

MATUI, J. **Construtivismo: teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino.** São Paulo: Moderna, 1995.

MAIA, ENGELI. **Bits and Spaces, Architecture and Computing for Physical, Digital, Hybrid Realms, 33 projects by architecture and CAAD**. Basel: Birkhäuser Publishers for Architecture, 2001.

MARTÍNEZ, A. C. **Crise e Renovação no ensino de Arquitetura.** In:Comas, C.E.(Org). PROJETO ARQUITETÔNICO DISCIPLINA EM CRISE, DISCIPLINA EM RENOVAÇÃO. São Paulo: Projeto, 1986.

MARTÍNEZ, A. C. **Ensaio sobre o projeto.** Trad.: Ane Lise Spaltemberg. Brasília: ed.

Universidade de Brasília, 2000.

MORAES, R. (Org.) **Construtivismo e ensino de Ciências: Reflexões epistemológicas e metodológicas.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

NARDELLI, E. S. Arquitetura e Projeto na era digital. **Arquitetura e Revista**, v. 3, n. 1, 2007. Disponível em: < http://www.arquiteturarevista.unisinos.br/pdf/ART03_Nardelli.pdf> Acesso em: 19 fev. 2008.

NARDELLI, E. S. O Uso do Computador como Ferramenta de Ensino de Projeto de Arquitetura. **Construindo o espaço digital**, SIGraDi, 2000. Disponível em: < http://cumincades.scix.net/data/works/att/8ff7.content.pdf > Acesso em: 19 fev. 2008.

NARDELLI, E. S. Uma estratégia pedagógica para cursos de modelagem digital e renderização em escolas de arquitetura: o caso da Universidade Presbiteriana Mackenzie. **Estrategias y Experiencias Pedagógicas**, SIGraDI, 2002. Disponível em: < cumincades.scix.net/data/works/att/5138.content.pdf > Acesso em: 19 fev. 2008.

OSTROWER, F. P. **Acasos e criação artística**. 2ªed. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

OSTROWER, F. P. **Criatividade e processos de criação**. Rio de Janeiro, Imago Editora ltda., 1977.

PIMENTA, S. e ANASTASIOU, L. G. **Docência no ensino superior Volume 1.** São Paulo: Cortez, 2002.

SALAMA, A. **New Trends in Architectural Education: Designing the Design Studio.** New Jersey: Taylored Text & Unlimited Potencial Publishing, 1995.

SANCHO, J.P. e HERNÁNDEZ, F.H. **Tecnologias para transformar a educação.** São Paulo: Artmed, 2006.

SANDERS, Ken. **The Digital Architect** New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.
.
SCHÖN, D.A. **Educando o profissional reflexivo***:* um novo design para o ensino e a aprendizagem. Trad.: Roberto Cataldo Costa. Porto alegre: Artes médicas Sul, 2000.

TEDESCO, J. C. **Educação e novas tecnologias.** Trad.: Claudia Berliner e Silvana Cobucci Leite**.** São Paulo; Cortez; Buenos Aires: Instituto de planeamiento de la Educacion; Brasília: UNESCO, 2004.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Bases teórico-metodológicas da pesquisa qualitativa em ciências**

sociais. Porto Alegre: Faculdades integradas Ritter dos Reis, 2001.

UNESCO – União Internacional dos Arquitetos. Relatório sobre o ensino de arquitetura no Brasil. In: **Sobre a História do Ensino de Arquitetura no Brasil.** São Paulo, Associação Brasileira das Escolas de Arquitetura, 1977.

VAN BRUGGEN, C. **Frank O. Gehry Guggenheim Museum Bilbao.** New York: Guggenheim Museum Publications, 1997

VINCENT, C. C; NARDELLI, E.S. Estado da arte em projeto digital: quanto tempo até logo ali ?. **III Iórum de pesquisa FAU-Mackenzie**, 2007. Disponível em: < http://www4.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/FAU/Publicacoes/PDF_IIIForum_a/MACK_III_FORUM_CHARLES_VINCENT_2.pdf > Acesso em: 19 fev. 2008

WAUTIER, A. M.**. Para uma sociologia da experiência. Uma leitura contemporânea: François Dubet.** Revista Sociologias. Porto Alegre, Ano 5, n0. 9, jan/jun 2003, p. 174-214.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Trad.: Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXO I – QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE DOS SUJEITOS DURANTE O PERÍODO DE DOCÊNCIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Programa de Pós-Graduação em Educação / Setor de Educação
Projeto de Docência
Aluno: Norimar Ferraro
1. semestre de 2007

- Para alunos:

1) Como você vê a orientação do professor no desenvolvimento do seu trabalho?
2) Descreva sucintamente a metodologia empregada no desenvolvimento do seu trabalho.
3) Quais os recursos que você utiliza para esse desenvolvimento?

- Para Professores:

1) Descreva sucintamente a metodologia empregada no desenvolvimento na orientação do trabalho dos seus alunos
2) Quais os recursos utilizados nessa metodologia?
3) Quais são os resultados esperados com esse trabalho?

ANEXO II – QUESTIONÁRIO COM ALUNOS NA CONCLUSÃO DO PERÍODO DE DOCÊNCIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Programa de Pós-Graduação em Educação / Setor de Educação
Projeto de Docência
Aluno: Norimar Ferraro
1. semestre de 2007

QUESTÕES A SEREM DEBATIDAS

Debate com alunos da Disciplina de Projeto de grande porte do curso de Arquitetura e Urbanismo

4) Vocês acham que a dificuldade de trabalhar com formas mais complexas em programas de CAD e modelagem 3D podem limitar a criatividade dentro do trabalho? Isso ocorreu nesse trabalho?
5) Como vocês acham que essas ferramentas de desenho e modelagem poderiam ser melhoradas?
6) Como vocês vêem a integração com outras disciplinas durante o trabalho?
7) Vocês acham fundamental o diálogo com os colegas para o desenvolvimento do trabalho?

ANEXO III – QUESTIONÁRIO PARA FASE QUANTITATIVA APLICADO ÀS TRÊS ESCOLAS DE ARQUITETURA, APÓS A ESCOLHA DOS SUJEITOS, CONFORME GRÁFICO DA METODOLOGIA GERAL

Questionário sobre uso de ferramentas de informática nos cursos de Arquitetura e Urbanismo

-Se possível responda todas as questões.
-Assinale com um "X" a resposta mais exata ou escreva a sua resposta no espaço vazio quando houver.
-Todas as suas respostas e identidade serão guardadas de forma sigilosa.

1	Algumas informações sobre você:

Nome Completo:	
Telefone:	
Ano do curso de Arquitetura que está cursando:	
Sexo:	
Idade:	

2	No desenvolvimento dos seus trabalhos de projeto você:

	Utiliza apenas o desenho a mão para todo o trabalho
	Utiliza principalmente o desenho a mão, porém usa CAD e outros softwares em alguma parte do trabalho
	Utiliza tanto desenho a mão como CAD e outros softwares
	Utiliza principalmente CAD e outros softwares, porém utiliza o desenho a mão em algumas parte do trabalho
	Utiliza apenas CAD e outros softwares para todo o trabalho
	.....

3	Se você utiliza ferramentas de CAD e outros softwares em qual parte do trabalho você usa?

	No desenvolvimento das primeiras idéias e croquis
	Somente a partir de algumas idéias previamente desenvolvidas à mão
	Somente na finalização e apresentação final
	Em todas as fases, dependendo da necessidade e/ou do tipo de projeto
	Utilizo apenas CAD e outros softwares para todo o trabalho
	.....

4	Assinale os softwares de CAD, modelagem, desenho, pintura digital ou outros que você já tenha utilizado em seus trabalhos:

	Autocad
	3D Studio MAX / VIZ
	Aplicativos do Autocad como Arch 3D ou Active 3D
	Vector Works

	Microstation
	Sketch-up
	Maia
	Adobe Photoshop ou Corel Photopaint e outros programas de pintura
	Piranesi
	Outros (nomear): .....

5	A sua instituição de ensino disponibiliza disciplinas ou cursos para o aprendizado dos softwares que você utiliza nos seus trabalhos de projeto:

	Sim para todos e de maneira satisfatória
	Sim para todos porém de maneira superficial
	Parcialmente e de maneira satisfatória
	Parcialmente porém de maneira superficial
	Não disponibiliza
	.....

6	Se você tem que aprender um software de desenho e/ou modelagem que sua instituição de ensino não disponibiliza, você:

	Recorre a cursos disponíveis no mercado
	Consegue uma cópia do programa e tenta aprender por si mesmo e/ou pede ajuda de colegas e amigos
	Recorro aos cursos disponíveis do mercado somente para os programas mais complexos
	outra resposta: .....

7	Como você considera os softwares que você utiliza em seus trabalhos?

	Eles atendem plenamente aquilo que quero fazer
	Acho que consigo fazer o que gostaria mas poderiam ser melhores
	Acho que em geral são muito difíceis de utilizar
	Eu considero que: .....

8	Quais dos seguintes aspectos você considera mais difícil nos softwares que você utiliza (marcar 1 ou mais):

	produção de desenho arquitetônico (inclui elaboração de plantas, cortes, elevações)
	modelagem tridimensional
	desenvolvimento de idéias (croquis, perspectivas de estudo, etc)
	renderização e produção de perspectivas finais
	impressão dos desenhos
	outros (nomeie): .....

9	Nomeie o programa que você utiliza para a **produção de desenho arquitetônico** e assinale um

	conceito

quanto à sua facilidade de uso nesse aspecto:

Software que utilizo: .....

	Excelente
	Bom
	Médio
	Ruim

Explique a razão da sua opção (opcional):
.....
.....
.....

10	Nomeie o programa que você utiliza para a **modelagem tridimensional** e assinale um conceito

quanto à sua facilidade de uso nesse aspecto:

Software que utilizo: .....

	Excelente
	Bom
	Médio
	Ruim

Explique a razão da sua opção (opcional):
.....
.....
.....

11	Nomeie o programa que você utiliza para o **desenvolvimento de idéias** e assinale um conceito

quanto à sua facilidade de uso nesse aspecto:

Software que utilizo: .....

	Excelente
	Bom
	Médio
	Ruim

Explique a razão da sua opção (opcional):
.....
.....
.....

12	Nomeie o programa que você utiliza para **renderização** e assinale um conceito

quanto à sua facilidade de uso nesse aspecto:

Software que utilizo: .....

	Excelente
	Bom
	Médio
	Ruim

Explique a razão da sua opção (opcional):
.....
.....
.....

13	Nos seus trabalhos de projeto você já deixou de desenvolver algumas idéias ou partidos face à dificuldade de desenho e/ou modelagem nos softwares que utiliza?

	Sim
	Não

14	Se sua resposta anterior foi sim, marque as opções que você considera mais relevantes para sua resposta (máximo 2) e/ou escreva outra razão no último campo:

	Dificuldade do uso do software, no que se refere à elaboração de formas mais complexas e não ortogonais (formas arredondadas e angulosas entre outras)
	Interface do software não-amigável ou difícil (excesso ou falta de comandos, dificuldade de visualização do desenho, lentidão, falta de tutoriais, erros de programação entre outros)
	Falta de conhecimento pleno do(s) software
	Tenho bom conhecimento do software porém sinto dificuldade de utilizar os comandos adequados para elaborar meus desenhos e modelos
	Prefiro desenvolver as idéias mais simples para não complicar meu trabalho
	Minha razão é: .....

15	Se você assinalou a alternativa "falta de conhecimento pleno do software" na questão anterior assinale a(s) razão(ões) para isso:

	O(s) software é muito difícil de aprender
	Não tenho tempo para aprender o(s) software em sua plenitude
	Os cursos que fiz não me capacitaram a utilizar plenamente o(s) software
	Minha razão é: .....

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo