

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA DOUTORADO
PROPAR UFRGS**

Linha de pesquisa : TEORIA HISTÓRIA E CRÍTICA DA ARQUITETURA

Fundamentos, Princípios e Paradigmas de Projeto da Arquitetura

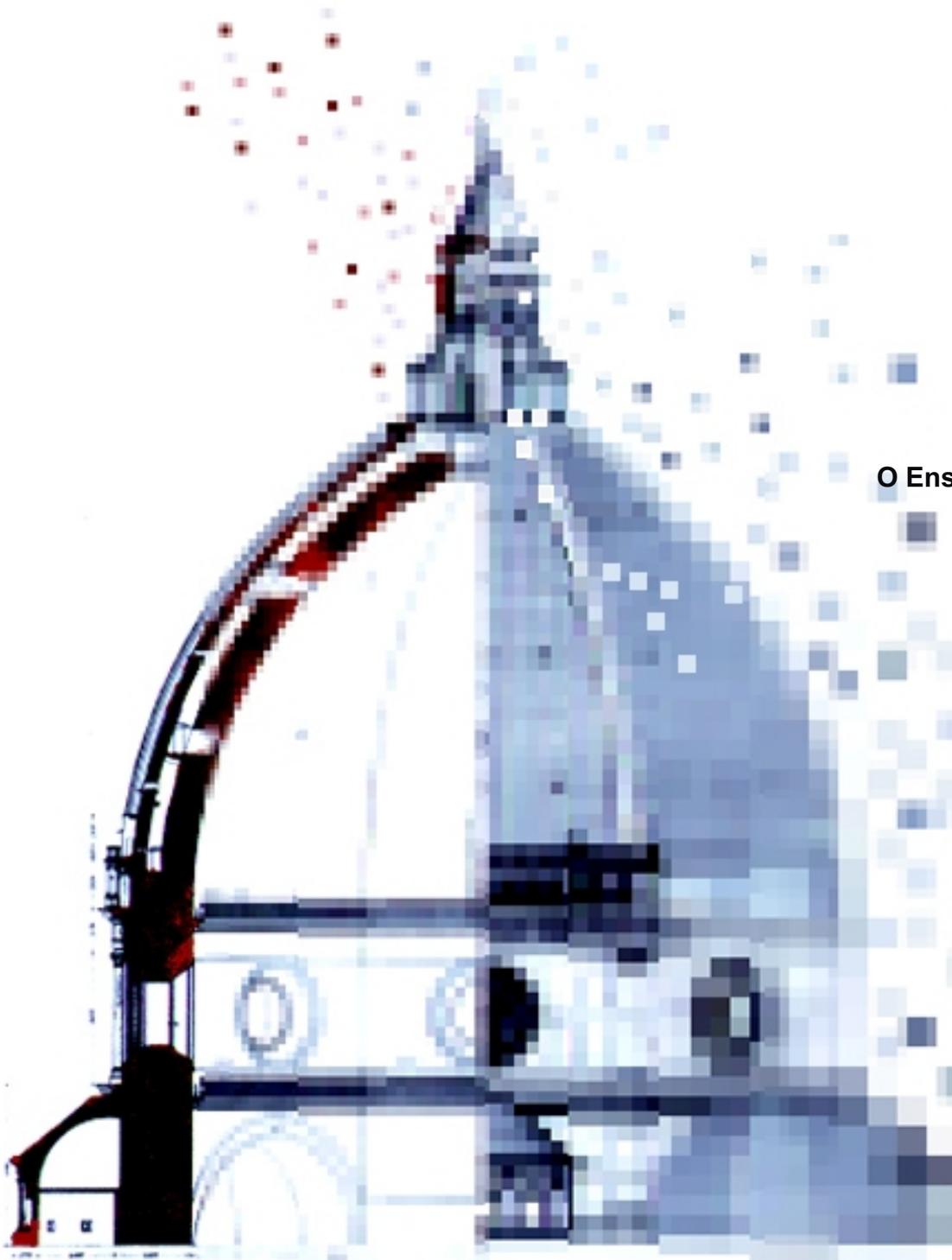
PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL

O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos

Autor: Isabel A. Medero Rocha

Orientador: Prof. Dr. Fernando Freitas Fuão

Porto Alegre, novembro de 2009.



PREFÁCIO

Eduardo Catalano, em sua obra *La Constante*, no diálogo entre dois personagens, o matemático e o arquiteto Durek, se refere à cúpula de Florença (1420 - 1436) de Brunelleschi, como inovação estrutural através da descrição de um suposto procedimento projetual do arquiteto.

O personagem Durek, descreve o processo projetual de Brunelleschi, pressupondo o pensamento e operações do arquiteto enquanto projetava sua obra:

“[...] No estaba solo. Su mente era su compañera, dirigiendo su mano para dibujar con precision las primeras figuras geométricas de la forma sistema de la cúpula. [...] Cantaba com voz baja por un tiempo breve como si celebrara la magia de la geometria. Completó un círculo alrededor del cual dibujó un cuadrado tangencial. Con este orden de pasos demostraba su conocimiento porque si el hubiese invertido el proceso inscribiendo el círculo en el cuadrado se habría requerido más precision, una vista aguda y un mayor número de operaciones. Sabia que era mas fácil dibujar tangentes a una curva que curvas tangentes a líneas rectas. Luego, dibujó dos líneas diagonales en el cuadrado [...] era una época en que los arquitectos volvian a adorar números y proporciones com el fin de establecer las dimensiones de los edificios y las relaciones entre las partes y el todo. Com anterioridad los constructores medioevales habian usado, en su lugar, intuición estética y comprensión de conducta estructural basada en el critério que los esfuerzos definen formas. Pero Brunelleschi, en un instante genial, combinó su adoración de números y proporciones com una intrépida exploración geométrica para estructurar el espacio y simplificar su construccion.

[...] y la imaginacion y la geometria tridimensinal comienzan a tomar vuelo. [...] Brunelleschi investigó, como construir la cúpula sin encofrado y combinó dos conceptos: uno geométrico y outro constructivo. [...]

[...] Brunelleschi visualizó como construir una cúpula de ocho caras sin necesidad de cambiar los ladrillos en las esquinas al ser todos radiales por pertenecer a la superficie de revolucion de sus conos correspondientes. [...]

Qué lecciones hemos aprendido? - se preguntó Durek:- La necesidad de visualizar complejas intersecciones geometricas que tienen lugar en el espacio. Algunos podrian pensar que, durante la concepción de la cúpula Santa Maria dei Fiori estaba rogando sentada a su lado”. (Catalano, 1996: 56-58)

PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL
O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos

hacer y haciendo, hacerse.

Guido Molinari Rojas

Às três mosqueteiras, Sara, Mela e Carola.

PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL
O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador, professor Dr. Fernando Freitas Fuão.

À UFRGS, UFPB e UNISINOS por confiarem neste projeto.

Aos meus colegas e amigos que me apoiaram nesta caminhada.

Aos meus alunos, sem os quais nada disso faria sentido.

À amiga e colega Elisabetta Romano.

E, em especial, à minha filha Carmela,
pela amorosa colaboração na concretização deste trabalho, e pela ilustração da capa.

PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL
O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos

Resumo. O argumento desta tese é delineado no bastidor da noção de 'programa'. O termo 'programa' inclui, em seu significado, *software* (programa computacional) e programa de arquitetura. É tramado pelas diferentes instâncias da natureza projetual, em que interagem programa e projeto. Equaciona o fenômeno digital a partir das diferentes naturezas que o conceito de 'programa', como software e programa de arquitetura, pode assumir. Analisa a interação entre projetista, 'programa', imagem e informação no projeto digital. Propõe a experimentação como forma de transcender as limitações impostas pelas regras programadas nos 'programas'.

Palavras-chave: Projeto digital; teoria de projeto; ateliê de projeto.

Abstract. The thesis argument is delineated in the embroidery frame of the notion of 'program'. The term 'program', includes in its meaning computational program and program of architecture. It is conspired by the different instances of design nature where "program" and design interact. It equates the digital phenomenon from the different natures that can assume the concept of "program" as software and as architecture program. It analyzes the interaction among designer, 'program', image and information in the digital design. It considers the experimentation as a way to exceed the limitations imposed by the programmed rules of the 'programs'.

Key words: Digital Design; design theory; design Studio.

PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL
O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos

SUMÁRIO

Resumo, abstract

APRESENTAÇÃO 01

ARENA TEÓRICA 15

PARTE 1 - ARQUITETURA NA ERA DIGITAL 17

1.1	O Passado da Era Digital -----	19
1.1.1	Cultura Informática -----	19
1.1.2	A cronologia da Computação Gráfica -----	20
1.1.3	Cronologia Sistemas CAD -----	22
1.1.4	Panorama na América Latina -----	26
1.2	Contexto da Era Digital. A geografia física e digital da crítica -----	28
1.2.1	Ruptura – 1ª Geração de arquitetos (1980) -----	31
1.2.2	Projeto digital - 2ª Geração de arquitetos (1990) -----	41
1.3	A Crítica da Era Digital -----	52
1.3.1	Fórum teórico da década digital -----	52
1.3.2	Década da crítica (2000) -----	58
1.3.3	Flusser – Uma visão crítica da pós-modernidade -----	66
1.3.4	Filosofia da caixa preta e arquitetura -----	71
1.3.5	Filosofia da caixa preta e os 'programas' -----	76

PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL
O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos

PARTE 2 - O ENSINO DE PROJETO NA ERA DIGITAL	85
2.1 Projeto de Arquitetura. Construção do Conhecimento -----	93
2.2 Projeto de Arquitetura e os 'Programas'. Interação com o computador -----	98
PARTE 3 - PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL	119
3.1 Programas de Arquitetura e Programas Computacionais: 'Programas' -----	121
3.2. A natureza do Projeto Digital -----	141
3.2.1 O olhar na era digital: Imagem artística e imagem técnica -----	141
3.2.2 Genealogia dos programas computacionais -----	152
3.2.3 Representação Vs. Simulação -----	157
3.2.4 A modelagem e os comandos -----	160
3.2.5 Modelagem geométrica dos programas computacionais -----	166
3.2.6 A questão do bidimensional e o tridimensional -----	168
3.2.7 O projetista no projeto digital -----	175
3.2.8 O dialogo da interface: Interação projetista/representação digital -----	189
3.2.9 O programa como conceito do programador -----	193
3.2.10 O programa como conceito do arquiteto -----	201
3.3 A intermediação digital na concepção e na produção da arquitetura "complexa" -----	207
3.3.1 A forma, o espaço, a dinâmica, o informe -----	207
3.3.2 O <i>intersect</i> das operações booleanas. O interstício, a incerteza -----	210
3.4 Arquiteturas nem boas nem más: arquiteturas possíveis -----	217
3.4.1 Os sólidos platônicos <i>versus Blobs</i> -----	221
3.4.2 Da dinâmica espacial do percurso para uma arquitetura dinâmica -----	224
3.4.3 A geração das formas arquitetônicas como uma arquitetura dinâmica -----	228

PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL
O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos

3.4.4	Técnicas geradoras das arquiteturas dinâmicas -----	229
3.4.5	Gramática das formas e Sistemas Evolutivos -----	232
3.4.6	Entre a concepção do projeto e a construção: o objeto como modelo digital. Processos generativos Sistemas Interativos -----	234
3.5	Conclusões -----	244

ARENA EMPÍRICA **245**

PARTE 4 - UMA AUTOBIOGRAFIA INTELLECTUAL **247**

4.1	O profissional arquiteto e o ensino de arquitetura -----	251
4.2	Contexto nos cursos de arquitetura -----	254
4.3	Panorama na América Latina -----	256
4.4	Antecedentes da prática pedagógica -----	257
4.4.1	Ensino de projeto e a tecnologia digital: pressupostos pedagógicos - 1992 -1998 00 -----	261
4.4.2	Crítica dos pressupostos 1992-1998 -----	264
4.4.3	Ateliê de projeto -----	271
4.5	Do croqui análogo-digital ao processo integrado concepção / construção -----	274
4.6	Ateliê virtual de projeto - período 1998/2007 -----	281
4.6.1	PAAVI – projeto de arquitetura em ambiente virtual interativo - Período 1998/2007 -----	282
4.6.2	Procedimentos didático-pedagógicos em ambiente computacional -----	284
4.6.3	Sobre o aprendizado do programa computacional -----	285
4.6.4	Conteúdos e procedimentos -----	287
4.6.5	Sobre os programas da disciplina -----	288
4.6.6	Processo de projeto em contexto virtual -----	289
4.6.7	Processo de projeto em contexto real -----	289
4.6.8	Sobre o processo -----	290

PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL
O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos

4.6.9	Sobre o tema, conceitos, textos e imagens -----	292
4.6.10	Sobre a modelagem 3D durante a concepção -----	297
4.6.11	Sobre projeto em ambiente virtual e projeto em ambiente físico -----	300
4.6.12	Produção dos alunos -----	304

CONSIDERAÇÕES FINAIS ----- **309**

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ----- **319**

6. ÍNDICE DE FIGURAS ----- **336**

PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL
O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos

Leveza ●

'Cada ramo da ciência, em nossa época, parece querer nos demonstrar que o mundo repousa sobre entidades sutilíssimas – tais as mensagens do A.D.N., os impulsos neurônicos, os quarks, os neutrinos errando pelo espaço desde o começo dos tempos...

Em seguida vem a informática. É verdade que o *software* não poderia exercer seu poder de leveza senão mediante o peso do *hardware*; mas é o *software* que comanda, que age sobre o mundo exterior e sobre as máquinas, as quais existem apenas em função do *software*, desenvolvendo-se de modo a elaborar programas de complexidade cada vez mais crescente.

A segunda revolução industrial, diferentemente da primeira, não oferece imagens esmagadoras como prensas de laminadores ou corridas de aço, mas se apresenta como *bits* de um fluxo de informação que corre pelos circuitos sob a forma de impulsos eletrônicos. As máquinas de metal continuam a existir, mas obedientes aos *bits* sem peso.'

Ítalo Calvino. "Seis propostas para o próximo milênio". 1985

APRESENTAÇÃO

Atualmente, a crítica arquitetônica exige um novo 'olhar' sobre os cânones tradicionais da arquitetura. Vive-se um momento de transição, em que se passa a conviver com outra arquitetura, cujo referencial difere na interação de princípios de espaço, forma e meio, instaurando novos conceitos na apropriação do espaço arquitetônico e suas diferentes dimensões.

Que olhar é este? O que é real, físico, virtual ou digital na 'Cultura do Espetáculo'? Que papel a cibernética, a informática e a automação do *hardware* e *software*, tem no processo de projeto do arquiteto, no ensino de arquitetura e na própria Arquitetura? Cada termo citado na formulação dessas questões tem profundas implicações e significados no pensar e fazer arquitetônico, com reflexos visíveis nas Arquiteturas do mundo digital.

A tecnologia digital tem contribuído para fazer emergir novas regras para o projetista de acordo com sua interação com o meio. O projetista, hoje, interage com controles, modos de geração, processos de funcionamento das máquinas e dispositivos, cujas características transcendem a noção de ambiente gráfico digital, instaurando novas regras que incluem o projetista como um “construtor de ferramentas”.

O programa computacional é manipulado pelo projetista através dos *inputs* e *outputs* de sua interface, formando um ciclo constantemente alimentando pelas regras do projetista e pelas regras do programa. Nesse processo de retro-alimentação o universo da arquitetura interage com o universo dos programas computacionais.

Durante as operações projetuais com maior ou menor ingerência da tecnologia digital, emergem arquiteturas que transitam desde os cânones do movimento moderno, do minimalismo, ou do deconstrutivismo, até arquiteturas cuja gênese está dentro do projeto digital, configurando um processo onde o meio é constituído pelos programas computacionais e pelos programas de arquitetura.

Neste sentido, o objeto de estudo desta tese é delineado no bastidor da noção de ‘programa’ e é tramado pelas diferentes instâncias de natureza projetual em que interagem programa e projeto.

A delimitação deste argumento tramado na fundação da noção de ‘programa’, se dará ao longo da trajetória aqui instaurada, por um olhar que aceita a experimentação com os programas computacionais, os programas de arquitetura e os mecanismos (aparelhos) como meio de gerar conhecimento arquitetônico.

Na medida em que o conceito de programa é central na tese, convém defini-lo desde o início. O termo programa, quando grafado 'programa', inclui em seu significado programa computacional (*software*) e programa de arquitetura.

O primeiro, programa computacional, refere-se aos softwares, dispositivos e mecanismos utilizados durante a concepção, representação e produção da arquitetura no meio digital. O segundo, programa de arquitetura, geralmente simplificado como "programa de necessidades", é considerado, na tese, mais abrangente, incluindo todos os condicionantes físicos, sociais, culturais, econômicos e de contexto que se inter-relacionam com o projeto, sendo assim denominado programa de arquitetura. O significado conotativo de funcionalismo e função subjacente ao termo "programa de necessidades", fez com que se adote a terminologia – programa de arquitetura - mais aberta a outras possibilidades.

A idéia deste trabalho surgiu ao perceber que as transformações que estavam ocorrendo na estruturação formal e programática da arquitetura, tinham uma relação forte com sua representação no meio digital. E que, a reflexão efetuada em minha dissertação de mestrado, em 1998, precisava ser revisitada. Uma ruptura começava a delinear-se na análise e metodologia proposta em 1998, quando a intermediação digital na concepção arquitetônica, foi vista a partir de um panorama arquitetônico do clássico ao moderno, fechando o ciclo na citação das proposições formais de Frank Ghery.

Essas mudanças na arquitetura e nos programas de modelagem tridimensional começavam a transparecer no ateliê de ensino de projeto através de referências e conceitos que os estudantes buscavam na Internet, assim como, nas tentativas que eles faziam em explorar comandos dos programas computacionais na geração de formas irregulares, que transbordavam dos sites de arquitetura. Alguns eram movidos pela curiosidade em relação às possibilidades do software e outros, porém, pelo interesse de entender o sentido e o significado que as propostas e conceitos de equipes de arquitetos, tais como Morphosis, MVRDV, Toyo Ito, Greg Lynn, traziam subjacentes aos seus projetos.

O primeiro aporte, conceitualmente mais consistente, foi desenvolvido por Maroni Klein em seu trabalho de conclusão no curso de arquitetura da Unisinos, em 2005, e me despertou para o fato de que os conceitos da pós-modernidade estavam começando a insinuar-se no ateliê de projeto.

Embora o primeiro impacto destas arquiteturas geradas no meio digital seja visual, devido a sua complexidade formal, essas transformações transcendem a forma como figura exterior ou aparência visual. Neste caso o conceito de forma, na tese, é entendido a partir do conceito de estrutura formal.

O termo "estrutura", para dar significado à forma arquitetônica, indo além de seu aspecto visual e (ou) estilístico, é utilizado por diversos autores, entre eles Josep Maria Montaner, Helio Piñon e Marti Aris. Montaner considera, na definição, a forma como estrutura essencial e interna, onde forma e conteúdo tendem a coincidir na construção do espaço e da matéria. O termo "estrutura" é a ponte que engloba todos os significados da forma. (Montaner, 2002:8)

Na ação projetual a estrutura formal e programática, são constantemente, transformadas pelo projetista através de sua representação. Quando a representação ocorre no meio digital, a interferência do meio de representação na arquitetura necessita ser reavaliado por uma crítica consistente.

A reelevância do tema abordado reside na compreensão das questões conceituais entre a tecnologia e a arquitetura. Os programas não são neutros; eles atendem à ideologia do programador. As ações (e reações) de *input* e *output*, entre projetista e programa, são operacionalizadas através das interfaces gráficas. A interação entre projetista, modelo digital e programa computacional gera o ambiente onde se produz a arquitetura, desde a imprecisão da concepção inicial, até a precisão necessária à concretização em obra construída. Da mesma forma, o programa de arquitetura também não é neutro, e sua interpretação depende da ideologia do arquiteto, e do pensamento arquitetônico vigente em um contexto cultural específico. A tese, não se atendo somente aos 'programas', transcende para o ambiente do ateliê de projeto, como um universo particular, onde projetista e projeto interagem produzindo uma relação de ensino-aprendizagem. As conseqüências do meio digital na representação da arquitetura necessitam de uma crítica que aborde não somente a tecnologia, mas o projetista e as pessoas que usufruirão os espaços.

Novos conceitos são introduzidos, advindos da ciência e da filosofia, que passam a ser referências na concepção da arquitetura e a justificar processos e espaços arquitetônicos.

A inter-relação vigente entre a representação digital e o processo de geração formal da arquitetura passa a ter um papel preponderante na ruptura de princípios e conceitos estabelecidos pela tradição clássica e moderna da arquitetura. A representação arquitetônica precisa ser repensada.

A possibilidade de gerar e executar superfícies complexas, com caráter estrutural e autoportante, dá condições a que as estruturas tradicionais do arquivado, viga-pilar, percam o protagonismo estrutural da arquitetura. Ao mesmo tempo, as formas e superfícies irregulares enfatizam rupturas nas demarcações tradicionais dos conceitos e princípios da escala arquitetônica, subvertendo

conceitos canônicos e acentuando as contradições já proclamadas pelos teóricos nas duas últimas décadas.

Retornam, ao cenário da arquitetura, alguns conceitos de espacialidade como, por exemplo, o de 'continuidade espacial', gerados pela linguagem formal do uso de cascas de concreto na arquitetura moderna, rompendo com o conceito de fachadas como anteparos bidimensionais e com a noção de espacialidade cartesiana tradicional de piso-parede. Esta ruptura traz, subjacente, idéias alheias à arquitetura; Federico Soriano se refere ao conceito de 'Dobra' de Gilles Deleuze, dizendo que "devemos trabalhar hoje sobre as dobras do espaço moderno. Operamos na borda de ruptura da planta livre. A dobra separa e une o interior do exterior". Também Miguel Gausa, se refere as "dobras, (des-) dobras e (re-) dobras", salientando que elas devem ser percebidas como trajetórias dinâmicas, que "desde um movimento favorecem um desenvolvimento variável e uma mutação virtual da forma em evoluções combinadas e combinatórias definitivamente abertas por virtualmente incompletas." (Metápolis, 2000:473)

Conjuntamente, os programas computacionais intermediando a concepção destas arquiteturas, passam a incorporar, através de suas técnicas e funcionalidades (comandos e geometrias), parte da 'responsabilidade' pelos conceitos oriundos destas áreas de conhecimento, exógenas também à informática.

Outra grande transformação dá-se na produção da arquitetura em sua possibilidade de construção digital, no âmbito que relaciona a idealização e a materialização da arquitetura em que, a simultaneidade temporal, possível com a tecnologia de prototipagem rápida, incide diretamente no processo de projeto. Conceitos como modelagem da informação construtiva, modelagem paramétrica e prática projetual integrada passam a fazer parte do âmbito acadêmico e profissional internacional com poucos respingos, ainda, no cotidiano do arquiteto brasileiro.

Acredita-se que a materialidade da Arquitetura, embora se traduza em sua materialidade construtiva e física, na atualidade, cada vez mais, o ambiente digital nos aproxima da experiência concreta, reproduzindo, não apenas os aspectos físicos e visuais, como os aspectos sensoriais do espaço vivenciado.

Durante o processo de projeto, as características de operação dos programas gráficos computacionais podem induzir o projetista à adoção de estratégias projetuais, contidas no programa,

baseadas apenas em operações e figuras geométricas; principalmente, no que diz respeito ao projetista estudante, que não possui, ainda, uma cultura arquitetônica que lhe permita optar conscientemente por uma linguagem arquitetônica adequada e conceitualmente consistente.

É importante uma mudança de olhar quanto ao atual cenário da arquitetura.

Esse olhar que vagueia entre a arquitetura e os programas pode abrir margem para que os programas sejam utilizados, ou em arquiteturas e etapas de projeto que necessitam ou optam por usos mais precisos e previsíveis, ou em arquiteturas que abrem espaço para um grau de incerteza. A tecnologia digital impregnou o mundo contemporâneo, os programas computacionais estão saindo do aparelho e migrando para o espaço arquitetônico e cotidiano.

Desta forma a **hipótese** da tese é demonstrar que, na era digital, os programas computacionais e os programas de arquitetura, não são neutros e tem uma interferência significativa no processo de projeto, transformando a concepção e a produção arquitetônica, gerando produtos definidos pelo 'programa'.

Acrescem-se à hipótese dois objetivos: primeiro, demonstrar que tecnologia e a mídia digital (*softwares* e *Internet*) podem ser utilizadas como um importante instrumento pedagógico para estimular a experimentação e instaurar o conhecimento teórico necessário à prática projetual no ateliê de projeto. Segundo, demonstrar que, no processo de concepção de arquiteturas mediadas pela tecnologia digital, as transformações que ocorrem não implicam apenas em mudança técnico-instrumental, mas repercutem na estrutura formal e programática da arquitetura proposta.

O cerne deste trabalho relaciona dois universos: programa computacional e programa de arquitetura – informática e arquitetura. Estes universos, tratados em separado, caracterizam corpos de conhecimentos específicos e independentes, porém, ao serem utilizados em conjunto, geram uma relação de correspondência conceitual que permite estabelecer analogias na investigação teórica. A relação de correspondência entre os programas de computador e os componentes significativos do projeto arquitetônico configura os eixos que estruturam este trabalho, cuja argumentação desenvolve-se através de discussão teórica, em torno de analogias e de aproximações sucessivas.

As operações projetuais são vistas como estratégias de projeto, cuja estrutura formal sofre transformações durante a abstração do processo projetual, em atendimento a uma lógica espacial que

satisfaça o programa de arquitetura em sua totalidade e, ao mesmo tempo, cumpram todos e cada um de seus requisitos. (Piñon. 2006: 48)

As operações computacionais são vistas pela ótica das 'primitivas geométricas' e dos 'comandos' dos programas gráficos computacionais, cuja funcionalidade transparece através da interface como seqüências de ordens lógicas, programadas em seu interior. Estas 'primitivas' geométricas irão configurar a 'forma' (*shape*) com todas as propriedades, transformações e articulações que a mesma adquire como forma arquitetônica definidora de espaços. Os 'comandos' correspondem às ações e seqüência de procedimentos para criar, alterar, visualizar o que se está modelando, para extrair informações dos desenhos ou para fornecer dados sobre o projeto. Ou seja, é o diálogo entre projetista e programa computacional.

A abordagem proposta se dá através de aproximações sucessivas à temática, traçando analogias entre as características e o conteúdo geométrico e matemático dos programas de computador e os conceitos e idéias de teoria do projeto, história da arquitetura, da ciência e da filosofia, subjacentes aos componentes e dispositivos dos programas computacionais.

Esta metodologia foi testada por mim e demonstrada, em estudos anteriores, quando o recorte temporal estava referido nos operadores dos programas gráficos computacionais baseados nos sistemas CAD tradicionais utilizados até início da década de 1990, onde as operações tinham sua base principalmente na geometria euclidiana. Nessa ocasião, a analogia proposta entre as operações projetuais, e a não neutralidade dos programas computacionais, derivava da teoria da composição arquitetônica, abrangendo desde os cânones da arquitetura clássica até a arquitetura moderna. O resultado teórico e experimental desta investigação encontra-se registrado, entre outros, na dissertação de mestrado concluída em 1998, em livros publicados pela Unisinos em 2001, pela Universidad de Mar Del Plata em 2006 e pela <http://www.arquiteturarevista.com>, 2005 ¹

A metodologia consistia em, por exemplo, traçar a analogia entre o comando *mirror*, *rotate*, *array*, *copy* e *offset* com os conceitos de teoria e história do projeto. Desenvolvia-se desde o conceito de eixo como princípio ordenador de L'école de Beaux Arts, até o eixo visual e perceptivo de Le Corbusier.

¹ Ver Bibliografia da tese.

Ou, o comando *mirror* e a simetria, eram associados ao conceito de equilíbrio, cotejando conceitos como centralidade, ordem, repetição, rigidez, hierarquia e classicismo. Abrangia desde o conceito de simetria de Alberti e Palladio às dualidades das relações simétricas e assimétricas de Venturi, passando pelo conceito de equilíbrio assimétrico de Gropius ao conceito de assimetria balanceada de Comas, até o conceito de composição periférica de Collin Rowe.

Todos esses comandos ainda fazem parte dos programas de CAD, no entanto, com a introdução de novos comandos de modelagem, outras analogias possíveis passam a integrar a reflexão teórica. Tal fato se dá, devido à geometria topológica introduzida nos programas gráficos e a geração de arquiteturas de formas complexas com novos conceitos, processos e dispositivos de geração da forma.

Como aproximação ao problema e às hipóteses formuladas, são equacionados pressupostos que norteiam a investigação proposta na arena teórica e na arena empírica:

(1) A noção e o conceito de materialidade se modificam quando a geração da arquitetura passa a ter, como suporte de representação, o ambiente digital. Esta arquitetura é exportada para o mundo analógico, em uma linguagem arquitetônica que privilegia os efeitos espaciais, através da percepção e manipulação de variáveis sensoriais, cuja materialização privilegia características físicas de novos materiais, proporcionando (ou induzindo) outras formas de utilização, de domínio, de apropriação e de percepção deste espaço pelo usuário.

(2) O ambiente computacional (programas gráficos vetoriais, ferramentas e dispositivos digitais de prototipagem rápida e WEB) possibilita o surgimento de outras 'referências' para conceber arquiteturas; produz o surgimento de linguagens arquitetônicas com repertórios formais e espaciais, cujos princípios, não mais poderão ser explicados a partir das geometrias euclidianas convencionais.

O marco teórico da tese abrange três áreas de conhecimento - Arquitetura, Educação e Informática, que, se interconectam em abordagens simultâneas, porém com ênfases diferenciadas, conforme incida o foco da argumentação. Não se pretende esgotar a matéria, tanto no âmbito da tecnologia, nos exemplos de arquiteturas produzidas com (e) no meio digital, nem nas experiências pedagógicas do ateliê de projeto. A argumentação proposta em torno de três temáticas visa contribuir para criar uma consciência crítica na utilização dos programas, no sentido de qualificar o projeto durante o processo de ensino-aprendizagem e, como conseqüência, produzir conhecimento de arquitetura. A não neutralidade dos programas leva a que se desvelem suas implicações projetuais e computacionais

nos meandros do processo projetual, sem desvincular, no entanto, o projeto de seu contexto social, econômico e cultural.

É na interação projetista/programa/projeto que a prática pedagógica, a tecnologia digital e a prática projetual se movimentam simultaneamente. As relações de correspondência entre os programas computacionais, os componentes significativos do projeto arquitetônico e seu rebatimento no ensino de arquitetura, especificamente no ateliê de projeto, configura o método e instrumento de reflexão – análise crítica - desenvolvido através de discussão teórica, com base em referencial bibliográfico pertinente, exemplos de projetos e obras de arquitetos e de estudos de caso apresentados na arena empírica.

Segundo Aristóteles, "a marcha natural [do intelecto] é ir das coisas mais conhecíveis e mais claras para nós, às que são mais desconhecíveis. [...] Ora, (escreve o filósofo) o que para nós é primeiramente manifesto e claro, são os conjuntos mais misturados; é só depois que, dessa indistinção, os elementos e os princípios se destacam por meio da análise." (Aristóteles em Phisique)

Dessa forma, considerando o método como caminhada (*marche*), a tese desenvolve sua trajetória do conhecido ao desconhecido, do geral ao particular, uma visão global para descer aos detalhes. Sob este enfoque, o trabalho está enunciado a partir de duas arenas, denominadas "Arena Teórica" e "Arena Empírica". A Arena Teórica está estruturada em três partes que correspondem respectivamente a "Arquitetura na Era Digital"; "Programa e Projeto na Era Digital" e "O ensino na Era Digital". A Arena Empírica corresponde a "Uma Autobiografia Intelectual".

A parte 1 da arena teórica aborda o 'Passado', o 'Contexto' e a 'Crítica' da Era Digital.

No "Passado da Era Digital" busca-se, nas origens da cultura informática, mostrar que, por trás da conotação científica e técnica da informática, existiam idéias que estudavam o fenômeno abrangendo diferentes áreas do conhecimento humano. A seguir, traça-se uma síntese da cronologia da computação gráfica, desde os primórdios científicos nos Estados Unidos, quando começou a se configurar a idéia de que é possível utilizar o *hardware* e *software* como uma ferramenta de representação gráfica e não apenas como processador numérico. Em seguida, apresenta-se o mais significativo do panorama na América Latina, destacando no relato da experiência de Arturo Montagú, um dos primeiros a pensar a informática na arquitetura na América Llatina na década de 1970, entender a relação inicial do arquiteto com os programas, programadores e dispositivos computacionais.

Deste "passado" como portal, abre-se ao "Contexto da Era Digital", onde se buscam as bases do Projeto Digital, nas transformações ocorridas no pensamento arquitetônico e no confronto com o pensamento contemporâneo das idéias da pós-modernidade. Esta abordagem, que vai desde a ruptura das idéias modernistas, configurando a primeira geração de arquitetos na década de 1980 até a segunda geração na década de 1990, é a porta de entrada para o que hoje se conhece como 'projeto digital'.

Em "A geografia física e digital da crítica", procura-se situar o fenômeno, não apenas no contexto digital, mas localizá-lo geograficamente. Isto é, de onde provêm as arquiteturas que alimentam o contexto nacional, para finalmente no capítulo 1.3 "A Crítica na Era Digital", lançar as bases da crítica teórica que referenciam a investigação proposta.

No item 1.3.1 sobre o "Forum teórico da Década Digital", e 1.3.2 a "Década da Crítica" (2000), apresenta-se o grande número e o alto nível de publicações sobre a era digital, demonstrando a preocupação e interesse despertado, na crítica arquitetônica, pelas novas possibilidades projetuais no meio digital. Apresenta-se neste ítem a biblioteca virtual Cumincad, (*Cumulative Index of Computer Aided Architectural Design*), uma das fontes teóricas importantes da década de 2000, cujos textos fazem parte de conteúdos teóricos referenciais utilizados na tese.

Como fechamento da "Arquitetura na Era Digital" parte 1 da Arena Teórica, é apresentado Vilém Flusser, cujas idéias filosóficas constituem a base que dá o tom e o referencial teórico fundamental à argumentação da tese, que consiste na crítica aos programas e ao universo tecnológico que envolve o projetista na era digital. A escolha de Vilém Flusser como base filosófica para o argumento da tese, 'programas', deve-se à crítica que o autor faz à tecnologia digital, principalmente em seu conceito de "caixa-preta", onde expressa o fenômeno da automação e suas conseqüências no mundo contemporâneo. Situa seu ponto de vista "dentro da funcionalidade da máquina", cujo funcionamento misterioso escapa ao usuário. Nesse contexto, a 'caixa-preta' é um 'aparelho' tecnológico, no qual o operador tem um completo desconhecimento do que acontece em seu interior, podendo avaliar apenas o que entra e o que sai, através do *input* e *output* definidos pelo programador. Foram utilizados, principalmente, como referencial bibliográfico, seus livros publicados em português, "Filosofia da Caixa Preta" (2002), Mundo Codificado (2007) e o "O Universo das Imagens Técnicas - o elogio da superficialidade" (2008).

Em conjunto a Flusser, são consideradas as idéias de Fernando Freitas Fuão, principalmente seus textos: "Folhas de Arquitetura" (2001), "Cidades fantasmas" (2001) e "Sobre Programas e necessidades" (2004). O autor encaminha sua argumentação cotejando as idéias de Flusser, introduzindo na discussão o tema da arquitetura.

Na Parte 2 da Arena Teórica, "O Ensino de projeto na Era Digital", lançam-se as bases de aproximação entre as três áreas que interagem na temática proposta: 'arquitetura-informática-conhecimento'. Situa-se o tema no âmbito do ensino de projeto, no impacto da tecnologia computacional centrada nos programas computacionais e no processo de construção do conhecimento arquitetônico.

O marco teórico que fundamenta o enfoque pedagógico sobre o projeto toma como base, os estudos de Rogério de Castro Oliveira, em sua dissertação de mestrado, "Conhecimento e projeto: o conceito de imitação como fundamento de um paradigma didático da arquitetura" (1992) e em sua tese de doutorado, "Construções figurativas. Representação e operação no projeto de composições espaciais". (2000). Em sua tese, Castro Oliveira investiga a noção de 'figura' abordando as condições que se dá a construção do conhecimento no âmbito de suas manifestações icônicas. Seu estudo centra-se no saber prático que constitui o campo icônico das construções figurativas e interroga as condições epistemológicas de sua explicitação. (Oliveira, 2000: 11-14)

Outro autor adotado como referencia, também, para a relação de ensino-aprendizagem no ateliê de projeto, é Donald Schon, principalmente em seu conceito de reflexão-na-ação desenvolvido em seu livro "Educando o Profissional Reflexivo" (2000).

Na parte 3 da Arena Teórica, "Programa e Projeto na era Digital", toma corpo o argumento 'Programa', enfocando a dialética existente entre o programa computacional e o programa de arquitetura. Lançam-se as bases e estuda-se a natureza do projeto digital, nas relações entre projetista, programa, imagem e informação. Estudam-se os conceitos da ciência e da filosofia, as técnicas e funcionalidades dos programas computacionais, e as arquiteturas e seus processos projetuais, geradas dentro desse contexto, com a finalidade de estabelecer as analogias que sustentam o argumento e a hipótese da tese.

O referencial teórico bibliográfico da Parte 3 está baseado, entre outros, no estudo efetuado por Wilson Flório em sua tese de doutorado: "O uso de ferramentas de modelagem vetorial na concepção de uma arquitetura de formas complexas."(2005). E também no estudo sobre representação digital e

os processos de projeto de arquitetos contemporâneos, efetuado por Underléa Miotto Bruscato em sua tese de doutorado "De lo digital en arquitectura" (2006).

Na abordagem do Projeto digital, foi considerado o aporte de Rivka Oxman em seu texto "Theory and Design in the first Digital Age" (2005). Fazem parte ainda, do referencial teórico, textos originais de Peter Eisenman, Bernard Tschumi, Greg Lynn, Gilles Deleuze, Jacques Derrida, e ensaios específicos publicados em revistas, livros e na biblioteca virtual Cumincad.

A Arena Empírica desenvolve-se sob o formato de "Uma Autobiografia Intelectual", onde são lançadas as bases teóricas e experimentais das práticas pedagógicas em ensino de projeto em ambiente computacional, da autora desta tese, que fundamentam os casos exemplificados de estudantes, durante a relação de ensino-aprendizagem no ateliê virtual de projeto.

O aspecto experimental do ateliê de projeto toma como referência as idéias de José Cabral Filho, cujo trabalho teórico e experimental está baseado na busca de uma 'arquitetura dos sentidos', com a interferência da tecnologia digital do ponto de vista das tecnologias de informação e comunicação. O autor em seu ensaio "Corpo e Arte", e "De Volta às Origens - Por Uma Arquitetura Sempre Contemporânea" fundamenta seus aportes nas mudanças que estão resultando da conjunção da teoria da arquitetura e as novas tecnologias computacionais. Assim como a investigação efetuada em sua tese de doutorado, "Formal Games and Interactive Design - Computers as formal devices for informal interaction between clients and architects".

Também fazem parte do referencial teórico da Arena Empírica, os textos, "Behind the Mask: A Psychoanalytic Perspective on Interaction in the Design Studio", de Jeffrey Karl Ochsner; e "CAD abusing Computing" de Ranulph Glanville, entre outros .

Na Arena Empírica, três matrizes se sobrepõem permanentemente na argumentação: o computador, arquitetura e o ensino. Destas três áreas, são tomados como fenômenos a serem analisados criticamente, as ferramentas digitais, e a experimentação pedagógica em AVP (Ateliê Virtual de Projeto) durante o processo de concepção de arquitetura do estudante, sob o enfoque construtivista de geração de conhecimento.

As considerações finais da tese, retomando aspectos importantes da caminhada conduzem o leitor à demonstração da hipótese.

ARENA TEÓRICA

ARENA TEÓRICA

1. ARQUITETURA NA ERA DIGITAL

PARTE 1. ARQUITETURA NA ERA DIGITAL

1.1 O passado da Era Digital

1.1.1 Cultura Informática

Philippe Breton introduz o prefácio de seu livro “História da Informática” dizendo que:

"Durante muito tempo, o computador foi a única vitrine da informática perante os olhos do grande público. Na atualidade, é de conhecimento geral que esse domínio comporta dimensões múltiplas: os investimentos industriais, o universo complexo da programação e das linguagens, a abundância de diferentes usos, mas comporta igualmente a afirmação de que a lógica e uma determinada forma de racionalidade fazem, doravante, parte de nossa cultura ao lado - ou em detrimento – dos valores marcados pelo humanismo. Na verdade, atrás dessas máquinas poderosas diferentes existe, principalmente, o homem como criador, assim como concorrente da "inteligência artificial". [...] a questão em pauta, é a do domínio dos desafios suscitados por sua inserção na vida quotidiana. Eis a razão pela qual tanto se fala em "cultura informática" [...] (Breton, 1991: 11)

Lembrando que um dos fenômenos mais surpreendentes, é que praticamente todos os computadores construídos desde o final da década de 40 obedecem ao mesmo princípio de base. “Trata-se de máquinas inteiramente automáticas, que dispõem de uma memória ampliada e de uma unidade de comando interno, que efetuam operações lógicas de cálculo e de processamento da informação graças a algoritmos gravados”. Tal princípio distingue radicalmente as calculadoras construídas até então do computador moderno. A construção desses novos protótipos tornou-se possível graças às tecnologias eletrônicas amoldadas nas últimas grandes calculadoras. A síntese de diferentes trabalhos levará o matemático americano John Von Neuman (1903) a preparar, em 1937, os planos da nova máquina. Não obstante, Alan Turing, já havia lançado as bases teóricas da noção de algoritmo. O princípio técnico do computador irá situar-se no exato ponto de convergência das tradições que se aproximavam há séculos: a nova máquina construída como uma espécie de “cérebro artificial”, será um automatismo de programação que irá permitir ao mesmo tempo efetuar cálculos aritméticos e processar informações de forma lógica. (Breton, 199: 90)

É interessante observar, conforme diz Breton, que algumas das grandes noções que irão alimentar a cultura científica e a técnica contemporânea foram discutidas e concretizadas quando da grande efervescência de idéias que se produziu principalmente de 1942 a 1948. Informação, comunicação, comportamento, complexidade, realimentação, controle, lógica, programação, regulação: todos estes temas foram objetos de incansáveis debates no interior de pequenos grupos interdisciplinares de pesquisadores. Foi a época em que os psiquiatras construíam máquinas, em que os lógicos ocupavam-se com o cérebro humano, em que os matemáticos montavam animais artificiais, em que os antropólogos procuravam “modelos” que explicassem o comportamento humano. O vasto domínio das ciências e das técnicas da informação e da comunicação, novo continente intelectual, estava se construindo. (Breton, 1991: 149).

Outro aspecto é que embora existissem os computadores, não havia informática, e quem operava os computadores, eram os engenheiros eletrônicos, os matemáticos, os neuro fisiologistas e os lógicos.

1.1.2. A cronologia da Computação Gráfica

O pioneiro da Computação Gráfica pode ser considerado Ivan E. Sutherland que com sua tese de doutorado de 1963, criou o primeiro programa de desenho interativo de elementos geométricos elementares sobre um monitor de computador, o *sketchpad*, o qual utilizava um dispositivo de dial para realizar os desenhos sobre um monitor experimental e uma estrutura de dados (coordenadas) que permitia controlar numericamente as dimensões das formas desenhadas e por sua vez, representar topologicamente as propriedades dos desenhos e dar um nome às formas definidas no monitor.

Este sistema já permitia precisão tendo em vista o paralelismo existente entre as coordenadas e os *pixels* dos primitivos monitores. Já com a participação de Timothy e. Jhonson (MIT), o sistema *Sketchpad III*, podia gerar formas tridimensionais em algumas das três projeções ortogonais ou em uma perspectiva paralela. (Montagu, 2004: 98)

É interessante lembrar, a partir da ótica de Flusser, que a caixa preta destes primeiros sistemas era mais transparente, e o operador tinha total controle das operações do programa. Montagu nos recorda este aspecto ao destacar no sistema *Scketchpad*, que o monitor podia ser usado como um elemento interativo para entrada e saída (input/output) de dados, tanto gráficos quanto alfas-numéricos

e a tela podia ser usada como controle da seqüência do programa. Resultava muito mais eficiente analisar o desenvolvimento de um programa através do monitor do que sobre a saída o output gerado, pela impressora matricial de pontos. Era a origem do diálogo interativo entre o operador e o sistema, algo que hoje resulta tão comum.

Ao representar sobre a tela a seqüência de instruções do programa se formalizava pela primeira vez o conceito de "menu de tela", que não se deve confundir com os menus icônicos atuais: o programador podia sobre um conjunto de instruções alfanuméricas, selecionar um conjunto para efetuar as operações. (Montagu, 2004: 98)

O *Sketchpad*, "desde uma perspectiva histórica e desde o ponto de vista cognitivo produziu um câmbio de paradigma no campo do "processamento da informação". Pela primeira vez aparece a idéia de interface ou interconexão homem-máquina interativa, ou como se denomina hoje, uma interface centrada no usuário. (Montagu, 2004: 99)

Celani, em sua tese de doutorado, vai de encontro ao que no início deste texto, Montagu, relata sobre a importância da criação da interface homem-máquina: "Embora mais inputs e outputs tenham influenciado o CAD, historicamente a tela gráfica tem tido o maior efeito na interação com o usuário. Com o desenvolvimento da tela gráfica, o CAD foi tornando-se mais interativo e incrementando sua orientação no sentido gráfico". (Celani, 2002: 28)

Montagu lembra, no final dos anos sessenta, o equipamento da IBM2250, que apresentou pela primeira vez uma tela realmente interativa. Mediante o dispositivo *light pen*, o lápis de luz, que consistia um tubo de alumínio com uma célula fotoelétrica em sua extremidade, o computador permitia desenhar diretamente sobre a tela do monitor, previa uma programação em linguagem PLI, dos elementos geométricos a delinear.

Nessa época também se criaram as primeiras "*Tablets*" (pranchetas ou mesas digitalizadoras) que permitiam ingressar com os dados em combinação com o teclado e ofereciam maior liberdade para armar "menus de mesa" com o fim de operar com primitivas geométricas (formas básicas bidimensionais). Naquela época não existia o conceito atual de bloco (formas genéricas ou específicas em duas ou três dimensões) como um complemento do "menu de tela". (Montagu, 2004: 99)

Ainda é Montagu, que foi um dos precursores do CAD, na América Latina, que nos lembra os primórdios. Entre 1966 e 1967, a primeira experiência com "*Tablets*" na *Architectural Association School*

of Architecture em Londres, ao se utilizar um lápis de ponta seca ou um cursor ótico para ingressar dados no lugar do teclado, estava de acordo com o conceito de “desenho assistido”.

Em 1967 e 68, criou-se na Grã Bretanha, o primeiro sistema de desenho, “Computer Graphic Aids to Industrialised Building Design”. Em 1968, se publica no *IBM journal*, um número todo dedicado a “Interactive graphic in data Processing” acerca das possibilidades técnicas e científicas de projetar e desenhar com um computador. Durante a década de 70, há um salto qualitativo e quantitativo muito grande, quando se começa a processar a tríade RGB, as conhecidos 256 cores básicas eletrônicas, com correspondência a um *pixel* no mapa de cores. Começam a ser criadas rotinas de desenho em diferentes linguagens de programação, e é naqueles anos, que ficam definidas todas as operações assistidas que possuem os sistemas CAD atuais, como p. ex. ponto final, perpendicular, extensão, ponto meio, intersecção, etc., assim como, as entidades círculos, e arcos e comandos *offset*, *insert fillets*, entrelinhas, cortar, mover, trocar ou apagar objetos, entre outros. Com as operações de *Pan* e *Zoom*, provenientes da cultura cinematográfica, somada ao aperfeiçoamento das placas gráficas, melhoraram a interface do usuário. É dessa época o Sistema IGDS (*Interactive Graphic Design System*) da Intergraph. (Montagu, 2004: 101)

1.1.3. Cronologia Sistemas CAD

Como pode ser visto, os fundamentos da computação gráfica se estabeleceram no início da década de 60, até chegar aos sistemas CAD atuais, que embora possuíssem desde a década de 80, modelagem sólida, eram módulos separados, utilizados principalmente no âmbito da indústria mecânica, pouco utilizados na arquitetura, que começa a absorver a cultura de modelar com os incrementos dos modeladores 3D na década de 90, já embutidos nos sistemas CAD.

Celani, em sua tese de doutorado, lembra que o desenvolvimento do CAD até os nossos dias, não pode ser entendido sem considerar as inter-relações com os diferentes campos que se desenvolveram paralelamente. A evolução do seu suporte físico, o computador, está vinculada ao desenvolvimento da Ciência da Computação e das teorias científicas que estão por trás da tecnologia computacional, assim como o próprio CAD, tem recebido do campo da Pesquisa operacional, Ciências Cognitivas e da Inteligência Artificial. Segundo a autora, “a tecnologia de hardware tem sido sempre o

maior empecilho ao CAD, quanto á capacidade de processamento de memória e ao armazenamento, que corresponde ao input e output da ferramenta.(Celani, 2002: 25)

No princípio da década de 80, não se previa que os sistemas CAD poderiam fazer parte de um sistema de informação integrada, não só o desenho geométrico, mas modelagem e processamento de imagens, e trabalhassem com pixel e vetor na mesma plataforma de software. No fim da década de 80, nos Estados Unidos, praticamente não existia diferença entre PCs e Workstation, quanto ao preço e à *performance*. (Celani, 2002: 35)

Desde a década de 60 têm existido dois campos de desenvolvimento do CAD: (1) Representação e produção de geometrias e topologias para desenhar/projetar objetos, referidos na Computação gráfica e às vezes acompanhado pela automação de tarefas repetitivas; (2) Representação e uso do conhecimento para manutenção e armazenamento da síntese dos desenhos/projetos, primeiro com independência e depois com sistemas inteligentes. (Celani, 2002: 30)

Esse conjunto de fatores induziu, segundo Celani, a que na teoria e na prática arquitetônica, houvesse propostas como o conhecido Método de Projeto, influenciado pela pesquisa operacional, da década de 60 e início da década de 70, estabelecendo que:

Primeiro, o projeto era melhor com o entendimento de seu processo. Esta proposta derivava de um descontentamento generalizado com o movimento moderno. Segundo, o “método de projeto” permitia que partes repetitivas do processo de projeto fossem automatizadas pelo computador. Terceiro, permitia incorporar estratégias de projetistas de novas áreas, como do projeto industrial e, quarto, possibilitava estender o processo de projeto, englobando grande equipe de colaboradores, desde as primeiras etapas, procurando um processo rico e de alto nível de complexidade. (Celani, 2002: 30)

A Geometria Computacional constitui ferramenta fundamental em diversas áreas da computação que necessitam de uma abordagem geométrica, tais como Computação Gráfica, Robótica, Sistemas de Informações Geográficas, Visão Computacional, Otimização Combinatória, Processamento de Imagens, entre outras. A grande semelhança entre a geometria computacional e o desenho geométrico, está referida no fato de que ambos pretendem obter novos elementos geométricos à partir de construções elementares. A diferença está no fato de que, na Geometria Computacional, as figuras geométricas e construções correspondem a estruturas de dados e algoritmos. No caso dos programas utilizados pelos arquitetos, o interesse nos algoritmos, acompanha o desenvolvimento de estratégias

projetuais em atendimento a necessidades conceituais, programáticas e de contexto que prevalecem no pensamento arquitetônico, oriundos de um contexto social e cultural.

Os primeiros programas CAD eram utilizados principalmente dentro dos princípios da geometria euclidiana e mongeana, em um espaço cartesiano, delimitado por linhas pontos e planos, junto à possibilidade de entrar com múltiplas variáveis alfanuméricas. Observa-se sua aplicação na arquitetura, dos anos 60 a 70 influenciada, pela teoria da Pesquisa Operacional, Ciências Cognitivas e Inteligência Artificial. A idéia de projeto como método de “resolução de problemas”, derivou em técnicas implementadas nos sistemas CAD, tais como a *teoria dos grafos* e sistemas especialistas, que incorporavam conhecimento de um banco de dados, para resolver problemas de arquitetura, gerando modelos matemáticos e estatísticos de otimização. Este enfoque passava pela idéia de que a solução de uma arquitetura podia ser inicialmente, codificada em partes, vista em detalhes separados, partindo da análise para fazer a síntese.

Embora o processo de projeto do arquiteto, não seja linear, o pensamento da época junto às possibilidades de uso do computador como um grande banco de dados de *input* que poderia gerar diagramas, matrizes e modelos matemáticos de origem estatística e probabilística, transformou a ação projetual em um exercício dedutivo e de lógica matemática. Os algoritmos genéticos como técnica computacional, usada inicialmente sob a ótica de ‘solução de problemas e otimização’, com a evolução da computação, passaram a gerar novas ‘estruturas formais’ de projetos através de princípios científicos de ‘acasalamento, cruzamento e mutações’.

Pertence a esta época, também, o início de utilização do computador para explorar a geração da forma através de princípios conhecidos, trazidos da tradição geométrica e da tradição numérica da arquitetura e que tem sido usada por milhares de anos. Esta tradição, que contempla desde os números místicos, seqüências lógicas como ‘serie fibonacci’, números observados na natureza, tais como a ‘seção dourada’, a proporção humana (antropomórfica), proporções musicais e compositivas usadas na Renascença, assim como o sistema Modulor de Le Corbusier, e a especificação das proporções para

cada parte dos edifícios de Palladio estavam embutidos nos programas de CAD e nos primeiras incursões em programações de multimídia.²

Fins da década de 1980, foram geradas aplicações computacionais, que utilizavam princípios da composição arquitetônica para separar os elementos de arquitetura e de composição de obras exemplares, e produzir aplicativos, como um "jogo de armar" para gerar novos projetos. Os CDROMs mais conhecidos eram as Villas de Palladio³, (1992) e das casas de Frank Lloyd Wright⁴, (1994) para PC, ambiente Windows.

Enquanto os arquitetos estavam utilizando a informática e os primeiros CADs para gerar modelos através dos conhecidos princípios da 'gramática da forma' (*shape grammars*), as técnicas de modelagem estavam sendo aprimoradas durante um longo período que vai dos anos 60 a 80. Foi somente no final da década de 80 que começaram a ser disponibilizados em programas de modelagem tridimensional, recursos de modelagem sólida, que utilizavam operações booleanas de adição, subtração e intersecção; e no início da década de 90, a geração de superfícies irregulares com a inclusão da geometria topológica na geometria computacional.

Até as operações computacionais de extrusão, de adição e subtração, o processo é executado com ferramentas de desenho (*draw*) e de edição (*modify*) semelhantes aos de desenho com instrumentos manuais. Ao incorporar a realização de operações de 'intersecção', (*intersect*) recurso que já diferencia a técnica computacional da técnica de desenho manual, os programas pela primeira vez abrem possibilidades de manipulação tridimensional da forma somente possível com processos computacionais.

1.1.4. Panorama na América Latina

² Para aprofundar ver Dissertação Rocha, 1998:143. Parte 3, item 3.5 A geometria dos programas e a geometria da arquitetura, e item 3.5.1 Tradição geométrica e a Tradição numérica da Arquitetura.

³ HERSEY, G., Freedmann, R. *Possible Palladian Villas* (Plus a few instructively impossible ones). London, England: The MIT Press, 1992. 188 p. Palladio: Aplicativo digital em disquete 3.5" para sistema Macintosh.

⁴ THE ULTIMATE FRANK LLOYD WRIGHT. CD-ROM. Producer Byron Preice Multimedia Company - Nova York: 1994. Para PC, ambiente Windows.

Um dado pouco conhecido, esclarece Montagu, é que os “primeiros sistemas CAD, em 1980, não foram pensados para ser utilizados de forma direta pelos usuários, e sim, para ser utilizado pelos desenvolvedores de software que faziam aplicações específicas para cada área”. No entanto, quando em 1982, se apresentaram estes sistemas em grandes feiras internacionais de computação⁵, imediatamente as pequenas empresas de softwares mudam suas estratégias e orientam o desenvolvimento do software em direção ao sentido de “sistema de desenho multipropósito” (diversas aplicações), para que fosse utilizado diretamente pelos usuários. Com esse objetivo se geram *drivers* (programas) e interfaces que permitem a “personalização” (*customization*) para cada uma das disciplinas. Em 1985, surge o conceito de “terceirização”: um conjunto importante de desenvolvedores de software começam a realizar aplicações orientadas segundo a especialidade, a partir de programas existentes. (Montagu, 2004: 102)

Na América Latina, como atividades pioneiras, a criação do Laboratório de Técnicas Avanzadas de Diseño no ano de 1974, em Caracas, pelo arquiteto Gonzalo Vélez Jahn, na Facultad de Arquitectura de Venezuela. Em 1981, o arquiteto Leonardo Combes cria o Laboratório de Sistemas de Diseño na Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Em 1984, Arturo Montagu cria o primeiro grupo de Diseño Digital na Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, embrião do Centro CAO (Creación Asistida por Ordenador), criado em 1989 com financiamento internacional. (Montagu, 2004: 103)

No fim da década, se desenvolveram no Brasil sistemas voltados para arquitetura e Engenharia.⁶ Em 1987, a autora desta tese, organiza o grupo de Informática aplicada à Arquitetura, matriz inicial do Núcleo de Computação Gráfica do Centro de Ciências Tecnológicas da Unisinos, formado em 1989, a partir do início do Projeto Missões Computação Gráfica, em convênio com o IPHAN/RS e Governo do Estado do Rio Grande do Sul.

Em 1987, também foi o primeiro Encontro de Informática aplicada à Arquitetura, coordenado pelo arquiteto Carlos Fayet em São Paulo, SP. Em 1987, Elisabetta Romano, professora da USP,

5 Autocad, de John Walker, e Microstation, de Keith e Richard Bentley

6 Geraldo Broabeck, entre 1985 e 1986, começa a desenvolver as rotinas, que dão a base para o atual *arqui_3D* que passa a ser comercializado pela Grapho, sendo utilizado atualmente em todo Brasil.

desenvolve a primeira dissertação de mestrado, sobre a questão do computador, cujo título foi “O arquiteto e o computador – a computação gráfica como instrumento de projeto”, onde propunha um sistema construtivo pré-fabricado e metodologia para organização de layout de escritórios. Em 1990, foi o lançamento da versão 10 do Autocad (DOS), como a primeira versão 3D, embora seja considerada, pela crítica 2D e meio. Nesse contexto, em 1990, coordenado pela autora desta tese, foi iniciada a modelagem tridimensional da Redução de São Miguel Arcanjo, no Rio Grande do Sul; este trabalho inicial é o embrião do Projeto Missões – Computação Gráfica, desenvolvido em conjunto com o IPHAN/RS, e que perdurou até a execução em CDROM de aplicação multimídia, encartada no livro Missões publicado pela Unisinos em 2001. O modelo digital construído entre 1990-1992, apesar da limitação de software e de hardware existentes na época, permanece até hoje uma referência, podendo ser rodado e processado em versões mais atuais do mesmo programa. O Projeto Missões é considerado, na atualidade, um patrimônio da computação gráfica.

As primeiras versões do Autocad, mais transparentes para o usuário, permitiam a inclusão de rotinas em LISP, customizadas pelo próprio usuário/programador, e disseminadas pela Internet. No decorrer das novas versões, que foram adaptando-se ao padrão Windows, a AutoDesk, criou uma rede ADN (AutoDesk Developers Network), entre os usuários de empresas de desenvolvedores e universidades, para os quais permitia acesso até um determinado nível na estrutura de suas bases de dados e códigos-fonte.

No início dos anos 90, (no Brasil) a evolução do hardware e do software, (PC e Macintosh), permite o aparecimento dos sistemas para tratamento de imagens, (por exemplo, Photoshop), que até então tinham sua base de processamento em estações gráficas (Graphic Workstation), como a Silicon Graphic ou sistemas específicos de hardware/software integrados como Amiga e MAC, utilizados principalmente pelas agências de publicidade e estúdios cinematográficos. A migração e incorporação destes programas às plataformas PCs, que começam a trabalhar em rede com as estações gráficas, passa a disseminar a computação gráfica e o processamento de imagens, nas áreas de design, principalmente gráfico, editoração eletrônica, desenho industrial e fotografia e vídeo digital, e finalmente arquitetura. A utilização do software se converte em um Standard internacional, e surgem as versões iniciais dos atuais Sistemas de 3D Studio Max, 3D Studio Viz e Adobe Premier, substituindo os aplicativos autônomos de Render e Animação que eram incorporados como aplicações *plug-in* aos

programas de CAD, como o AutoShade, Auto Flix e o próprio Animator um aplicativo de fácil acesso e operação pelo usuário.

Diferente do PC, o Sistema Macintosh, foi criado desde sua origem, como um computador de ambiente gráfico, integrando hardware e software e com uma interface de ícones.

1.2. Contexto da era digital. A geografia física e digital da crítica

“A crítica comporta um juízo estético. [...] ao mesmo tempo parte de um compromisso ético: a melhoria da sociedade, o enriquecimento do gosto artístico, a defesa da adequação da arquitetura a seus fins. [...] A crítica artística, na medida que se caracteriza pela emissão de juízo, se desenvolve em proximidade da teoria, da estética e da história.” (Montaner, 1999: 7 e 11).

Toda abordagem teórica implica numa busca, cuja trajetória faz com que se selecione um caminho e se excluam outros. No caso de uma busca pela teoria e história da arquitetura moderna, por exemplo, muitos teóricos trilharam esses caminhos, e seus críticos, arquitetos e obras já fazem parte de um repertório conhecido, facilmente identificado por quem os busca.

Muitas máscaras dessa arquitetura transparecem em alguns momentos episódicos, na estética da arquitetura de metrópoles brasileiras, como pastiches de uma pseudo pós-modernidade digital, inspirada em arquiteturas externas à nossa realidade física, veiculadas pela mídia internacional. Arquiteturas estas, resultado de mega-construções de um grupo de arquitetos de atuação internacional atendendo a um mercado de poder econômico e social. Parte da tecnologia que auxilia a projetar e construir essas obras, principalmente como meio de representação, está presente em nossas escolas, sem o respaldo de uma crítica consistente.

Montaner aponta a dificuldade de avaliar uma obra arquitetônica sem visitá-la, apenas estudada por fotografias, pois faltaria nesse caso a experiência sensorial. Por isso, ao expressar que a atividade do crítico de arquitetura é nômade, se refere a que o lugar de onde o mesmo exerce seu juízo é no interior da obra, percorrendo seus espaços e valorando sua realidade material dentro do entorno e da cidade. Retomando as vertentes assinaladas pelo autor: teoria, estética e história; é flagrante na arquitetura contemporânea com meios digitais a exaustiva produção de textos teóricos, a imagem de

complexidade formal resultante e um contexto de ruptura com a história da arquitetura clássica e do movimento moderno.

No entanto, o olhar dessas transformações transcende a arquitetura e antecede os anos 1990, cujo marco cronológico foi considerado para situar o surgimento de arquiteturas pensadas ou possíveis, devido à tecnologia computacional. O fenômeno digital engloba um contexto filosófico, político e social antecipado pela arte, acelerado e transformado pela tecnologia e com antecedentes delineados na passagem da Era da Eletricidade para a Era da Eletrônica, e que tem seqüência em nossos dias com a Era Digital.

Embora o recorte temporal da tese estabeleça o marco da década de 1990, um grupo expressivo de arquitetos, de obras e de textos estava em sintonia com as transformações de um mundo em que se esgotava um modo de pensar. Um mundo que vivenciava a existência de uma cultura fragmentada, onde se dissolviam as fronteiras que delimitavam os saberes.

A passagem de um pensamento linear, clássico e dicotômico, para um pensamento não linear, com repercussões em todas as áreas da sociedade, também teve repercussão na arquitetura. O determinismo histórico, com base em princípios de causa-efeito da arquitetura clássica e do movimento moderno, buscava um novo “re-enquadramento”, outros conceitos e estratégias projetuais que respondessem às inquietudes do arquiteto e da sociedade.

O último filósofo-cientista, Descartes (300 anos), e o último filósofo-artista, Leonardo da Vinci (500 anos), cujos pensamentos e obras tinham dado consistência ao ‘saber’ e ‘fazer’ arquitetônico, já não supriam a base conceitual da arquitetura.

Outras categorias e circunstâncias precisam ser compreendidas. A diluição da fronteira entre sujeito (que pensa) e objeto (que é pensado) com a invenção dos dispositivos materiais funcionando como próteses, onde o pensamento é exportado para o mundo; a criação de entidades cognitivas artificiais de um processador análogo a setores do cérebro humano, colocando em cheque as relações de intimidade vs. exterioridade do homem; os dispositivos sensórios, que identificam padrões sensoriais do cérebro denotam a transparência do próprio pensamento, que se torna manipulável e vendável.

As categorias que usávamos para definir o existir encontram-se em movimento. É nesse mundo que continuamente temos que recriar nossa existência, nesse mundo de busca, onde as categorias conhecidas começam a se dissociar, as manifestações culturais do homem são efêmeras. Na tendência

de se afirmar, o humano nega ser parte de uma história milenar. É efêmero, assim como os momentos evolutivos também o são. É nesse meio, na crise da pós-modernidade, que a arquitetura coloca em dúvida conceitos importantes de representação e espaço, e busca a compreensão através da expansão a temas pensados e debatidos na área filosófica, nas ciências físicas e matemáticas, nas ciências biológicas e nas teorias da linguagem. Conceitos originários da filosofia passam a fazer parte da reflexão e dos textos teóricos da arquitetura e se refletem em algumas obras, muitas vezes sem entendimento do sentido desses conceitos, sendo usados literalmente na transposição para a estratégia de projeto. Paralelamente, os conceitos de teoria dos fragmentos, do caos, dos fractais, dos nós, da topologia passam da reflexão teórica à sua incorporação no processamento computacional.

Um novo Glossário de terminologias precisa ser incorporado à nossa atividade docente para discorrer sobre a arquitetura na Era Digital, e entender nossos alunos e textos que invadem o cotidiano do arquiteto: o que é geometria topológica, algoritmo computacional ou neodarwinismo? Diagramas? *Folds*, *Blobs*, Dobra, dobrável? *In-form*, híbrido, Khora? Heterotopia? Imagem-tempo, Imagem-Movimento? *Hyperstetics*, *Hypersurface*, *Hyper architecture*? Espaço in-formacional? BIM? Caos, geometria fractal, geometria topológica? Respostas a estas perguntas é que, gradualmente, formarão a matriz referencial em que se apóia a arquitetura digital.

Em 1995, editado por Andrew Benjamin, é publicado em Londres o *Journal of Philosophy and the Visual Art*, com uma compilação de textos agrupados sob o título de *Complexity- Architecture / art / Philosophy*. Benjamin diz, na introdução, que “complexidade torna-se uma maneira de pensar tanto o ser como as produções de objetos, trazendo à tona duas exigências: o reposicionamento ontológico e a reformulação de como o processo de produção – que é o efeito e a ação do trabalho – é entendido.”⁷

Na mesma publicação, no texto *On Machines*, Felix Guattari vê a máquina mais como um objeto afetivo do que como um objeto conceitual, descreve o *maquínico* sob um ponto de vista criativo, que ocorre face à ontológica cortina de aço (*iron curtain*) que separa o sujeito de um lado, das coisas do outro lado.⁸

⁷ [...] in resisting the hold of a semantic idealism on the one hand and the attempt to, give to it the position of being the basis of a new foundationalism the other, becomes a way of thinking both the presence and the productions of objects. Benjamin.1995: 7

⁸ Guattari, Op. Cit p. 12

O *maquínico*, de Guattari, não se limita a um jogo de interações entre partes de seus componentes desenvolvidas no espaço e no tempo; tem atuação ativa na relação entre o ser e as coisas (Guattari, 1995: 09). Um olhar panorâmico sobre a produção teórica destas últimas três décadas sugere a possibilidade de efetuarmos o agrupamento das idéias e dos conceitos principais em três momentos. Seria perigoso criar uma cronologia precisa, pois as transformações não são lineares no pensamento arquitetônico, no tempo e no espaço geográfico. Mas, de qualquer forma, a mudança de século estabeleceu um marco, considerar a década de 1980 a “Década da Ruptura”, 1990 a “Década Digital” e, a partir de 2000, a “Década da Crítica”, é uma sistematização possível.

A década de 1980 - ruptura - consiste ainda em reflexões dos arquitetos em reação ao determinismo regrado e axiomático do Clássico e do Movimento Moderno; a década de 1990 - digital – consiste em uma teorização, que embora não negue as anteriores, desenvolve-se dentro do projeto digital, um pensar que busca o entendimento da complexidade do presente, experimentando os limites dos programas, dos cálculos numéricos, dos dispositivos eletrônicos e da mídia digital, e a partir de 2000, torna-se um olhar crítico sobre os resultados destes últimos vinte anos, já com constatações e valorações do uso da tecnologia tanto no projeto, como no ensino de arquitetura.

1.2.1 Ruptura – 1ª Geração de arquitetos (1980)

Entre estes arquitetos destacam-se Peter Eisenman, Frank Gehry, Daniel Libeskind, Bernard Tschumi, que baseiam suas teorias na ‘nova visão da natureza’ e na ruptura com a História e, cujos projetos e obras caracterizam a polêmica do desconstrutivismo na arquitetura.

Frank Gehry trilha um caminho diferenciado no processo de concepção do projeto, instaurando nova relação entre a criação e a materialização construtiva da arquitetura; já Bernard Tschumi avança pela questão de uma nova interpretação programática para a concepção e a representação do espaço arquitetônico. Estes arquitetos são chamados por Denis Dollens de pré-digitais. Usaremos essa distinção apenas para caracterizar uma cronologia.

Nesta década, a teoria incorpora com ênfase principalmente os conceitos filosóficos de Michel Foucault, Gilles Deleuze e Jacques Derrida.

No livro “Depois do Movimento Moderno. Arquitetura da segunda metade do século XX”, Montaner assinala que a partir da década de 1980 o pensamento arquitetônico passa a ser instruído por

três aspectos: o primeiro, por parte de arquitetos como Einsenman, Kolhaas e Tschumi, de buscar a abstração dos espaços representados; o segundo diz respeito à “fascinação pelos jogos geométricos e conceituais decorrentes dessa abstração”; e o terceiro, a insistência no valor autônomo dessa arquitetura. (Montaner, 1993: 245)

Enquanto Peter Einsenman e John Hedjuk tomam como paradigma, respectivamente, a obra de Giuseppe Terragni e Theo van Doesburg, para desenvolver a idéia de abstração formal, onde a geometria que manipula o objeto tem um fim em si mesma, sem vínculo figurativo externo que não o do próprio objeto que está sendo transformado; Zaha Hadid, Tschumi, Libeskind, Rem Kolhaas, Grupo Morphosis, entre outros, olham mais no sentido de uma reinterpretação das vanguardas soviéticas (construtivistas, suprematistas) e seus protagonistas como Malevitch, Tchernikhov, Melnikov e outros. (Pons, 2002: 11)

No contexto internacional, duas escolas de caráter mais experimental protagonizaram a cena arquitetônica: *Architectural Association*, de Londres, e *Cooper Union*, de Nova York. O papel dos arquitetos que fizeram parte da exposição dos *Five Architects*⁹, principalmente Einsenman, Hedjuk e Meyer, teve seu paralelismo em Londres, com a obra do OMA (*Office for Metropolitan Architecture*), que incluiria inicialmente Rem Koolhaas, Elia e Zoe Zenghelis e Madeleine Vriesendorp.

Começa a transparecer fortemente, também, a importância que assume a representação na busca de uma arquitetura de abstração formal, gerada a partir de um processo de transformação geométrica, onde a própria forma explica a maneira como foi gerada. (Pons, 2002: 31)

Montaner, et al,¹⁰ no livro *Textos de Arquitectura de la Modernidad*, dedica o último capítulo ao que denomina *Arquitectura de la nueva abstracción formal*, publicando textos de Peter Einsenman, Bernard Tschumi, Michel Foucault e Jean-Francois Lyotard.

⁹ The Five architects: Peter Einsenman, John Hedjuk, Michael Graves, Richard Meyer, Charles Gwathmey. “La modernidad un proyecto inacabado”, escrito por Jurgen Habermas em 1980, e exposição do mesmo nome em Paris e Bienal de Veneza: “La presencia del pasado” 1980, PONS:2002:11.

¹⁰ Hereu, P., Montaner, J.P., Oliveras, J. “Textos de arquitectura de la Modernidad O autor salienta que poderiam estar neste conjunto de textos os participantes do grupo OMA (Office for Metropolitan Architecture), com o texto “Delirius New York” (1975) e “La historia de la piscina” (1977), de Rem Koolhaas, e “ A propósito del estilo y de la ideología”, de Elia Zenghelis”.

O início dessa ruptura pode ser vista no complexo texto de Peter Eisenman, *The end of the Classical*, publicado em 1984 como uma crítica ao realismo e ao funcionalismo, do renascimento até o movimento moderno, escrito no fim de sua primeira fase de produção arquitetônica denominada *carboard architecture* (arquitetura de papelão). Estão presentes neste texto os principais conceitos e o aporte filosófico que viria se tornar referência conceitual de seus projetos, em diferentes fases. Desenvolve a argumentação em torno de três 'ficções': a representação como 'a simulação do significado', a razão como 'a simulação da verdade' e a história como 'a simulação do atemporal' para finalmente chegar à 'arquitetura como ficção' e 'o fim do fim'. Eisenman conclui seu texto dizendo que "este artigo está baseado em três suposições ou valores não-verificáveis: a arquitetura atemporal (sem início, sem fim); a arquitetura não-representacional (sem objeto); e a arquitetura artificial (arbitrária, sem razão)." ¹¹

Entre outros, dois textos também marcaram as fases de Peter Eisenman, *Architecture as a second language: the text of between* e *Diagrams Diaries* (1999). A importância temporal de Peter Eisenman está justamente em ter lançado na década de 1980, as sementes de idéias em torno das quais muitos outros trabalhariam nas décadas seguintes.

Bernard Tschumi, arquiteto franco-suíço, estuda em AA (*Architectural Association*) com o professor tcheco Dalibor Vesely e desenvolve sua linha de raciocínio colocando ênfase em aspectos como temporalidade, seqüência e movimento em arquitetura, em paralelo à própria representação gráfica destes fenômenos. Seu livro *Architecture and Disjunction* começa com um artigo famoso, *Manhattan Transcripts*, aporte teórico que dá substrato a seu projeto do Parque de la Villette, em Paris. No texto, o autor propõe uma transformação nas "intenções programáticas e formais, tanto no discurso arquitetônico como em sua representação gráfica", tomando como referência para a dinâmica do tempo, espaço e movimento, a fotografia, o cinema e a dança. Este é considerado seu texto programático mais importante. Realiza propostas teóricas para Manhattan, focando o caráter cenográfico da arquitetura, que implicavam em pensar nos sistemas de movimento como uma ordem dinâmica da arquitetura, colocando a questão das *notations* como uma linguagem gráfica, descrevendo as implicações dinâmicas no espaço/tempo/movimento. Analisando a relação entre arquitetura e cinema, Tschumi diz

11 Eisenman, in Montaner, Op. Cit. 1998: 478

que a arquitetura constrói quadros que, ligados à ‘visão curta’, permitem gerar notações que possam registrar os momentos onde o espaço é resultado de procedimentos, assim como o plano de decupagem das seqüências fílmicas.

Neste texto, Tschumi se refere ao ‘Programa’ (analogia cinematográfica) como uma série de eventos, não como um rol de necessidades funcionais. Eventos interligados a uma rede de lugares. Um mesmo lugar pode abrigar diferentes eventos.

Tanto Peter Eisenman, com seu trabalho de manipulação de formas abstratas na transgressão do *grid* cartesiano, como Tschumi, no grafismo expressivo dos eventos e acontecimentos, fluxos, movimentos e imagem demonstram a necessidade de forte uso de recursos e conceitos geométricos, implicando que suas propostas tenham alto grau de subordinação à representação.

Os resultados projetuais destes arquitetos, cuja ênfase está na transformação da forma, e cuja idéia subjacente está colocada na desordem do mundo atual, prescindindo da clássica relação do Lugar e da história, são enquadrados, por alguns críticos, dentro de uma “corrente desconstrutivista”¹².

O projeto de Bilbao de Frank Gehry e o projeto do Museu dos Judeus de Daniel Libeskind são obras cujas formas irregulares, pontiagudas e quebradas caracterizam uma arquitetura desconstrutivista; no entanto, a desconstrução precisa ser vista como um fenômeno mais abrangente, cuja complexidade não está na imagem traduzida em ícones formais (*shape*), e sim, em outra forma de pensar o mundo¹³.

12 “Sobre el fenómeno de la reconstrucción y sus influencias de partida de otros campos ajenos a la arquitectura, como la filosofía y la literatura, se ha señalado que no se ha tratado de algo únicamente teórico, sino de un acontecimiento”, un hecho de cultura y de civilización característico del fin de la Modernidad y, en cuanto a sus contenidos positivos, antes que una teoría, es una “estrategia” hacia la que convergen haceres diversos:plásticos, arquitectónicos, literarios, filosóficos, de investigación sociológica e Histórica. Baudrillard afirma [...] que el siglo XX, en su final se reconstruye. Precisamente, a causa de que existe una suma de complejos procesos afines, ha encontrado fortuna la modalidad filosófica instaurada por Jaques Derridá José Luis González Cobelo: “El Angel y el laberinto” en el Croquis No 52. El Croquis Editorial, Madrid, 1991, p. 24. In Pons p. 12.

13 No conceito de desconstrução se destaca a modalidade filosófica, instaurada por Derridá, principalmente em seu texto sobre “Gramatologia”. “O movimento da desconstrução atua como inversão e deslocamento e aborda a questão da linguagem de uma tal forma que acaba, inevitavelmente, por alterar seu conteúdo. [...] a linguagem, tal como entendida pela tradição filosófica ocidental, seja como comunicação, relação, expressão, significação, constituição do sentido ou pensamento, essa linguagem em direção à qual deu-se a virada revela-se, segundo Derridá, apenas mais um efeito de um movimento ainda mais potente: a escritura. http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/cgi-bin/PRG_0599.EXE/11425_6.PDF?NrOcoSis=36951&CdLinPrg=pt acessado em 16/02/09

Estas arquiteturas enquadram-se também no fenômeno denominado de ‘Arquitetura do Espetáculo’, onde persistem projetos e obras, cujas imagens, caracterizadas pela monumentalidade, por formas irregulares e deformadas, pela linguagem *high tech* e pelos altos investimentos em marketing, têm transformado essas arquiteturas em ícones do poder econômico e político do mundo globalizado.

O conceito de ‘sociedade do espetáculo’ foi definido pelo teórico francês Guy Debord e seus companheiros na Internacional Situacionista. Para Debord, o espetáculo unifica e explica uma grande diversidade de fenômenos aparentes. O conceito descreve uma sociedade de mídia e de consumo organizada em função da produção e consumo de imagens, mercadorias e eventos culturais.

“A crítica de Debord sobre a sociedade do espetáculo baseou-se na ideologia do capitalismo e conectou o espetáculo urbano ao consumo e ao consumismo. A cidade tornou-se palco dos efeitos espetaculares que acarretaram sua alienação. [...] Desenvolveu uma crítica ao urbanismo modernista pela sua dimensão espetacular, através da análise do espaço abstrato criado pelo planejamento urbano [...] Juntamente com seus companheiros da Internacional Situacionista, propôs o mecanismo da deriva como uma forma de combater a alienação”. (Dorfman, 2003: 17)

Eduardo Subirats desenvolve a ‘Cultura como Espetáculo’ a partir da dissolução da arte e do conceito de ‘simulacro’:

”As técnicas de reprodução áudio visual, os meios de comunicação de massa, o projeto total da existência, desde os espaços urbanos até os símbolos da comunicação humana e a própria administração burocrática e política das imagens e da produção artística, ampliaram o significado social da arte, ao mesmo tempo que esvaziaram-no de seu valor como visão e experiência real. A cultura moderna celebrou, ao mesmo tempo, a morte da arte e sua transformação em princípio organizador da sociedade, da política à vida cotidiana. A Cultura como Espetáculo define essa dupla transformação da arte e da cultura modernas: a construção do mundo humano como uma representação do real, isto é,

Obra de referência no debate crítico sobre o conjunto do pensamento ocidental – o “logocentrismo” –, a Gramatologia (ou ciência de possibilidade de ciência) visa o rompimento dessa condição “logocêntrica”, mantida e alimentada dentro de uma concepção estrita de “escritura”. À procura de uma concepção mais ampla, que abarque um sistema total, aberto a todas as cargas de sentidos possíveis, Derridá coloca em questão mais uma vez a discutível oposição forma/conteúdo, examinando-a tal como ressurge dentro da lingüística a partir de Saussure.

como simulacro, e a liquidação da experiência individual do real, como única possibilidade de criação humana do mundo”. (Subirats, 1989: 15)

Beatriz Dorfman, em sua Dissertação de mestrado: “Beaubourg e Bilbao – O poder da Imagem na Sociedade do Espetáculo”, desenvolve uma análise crítica e comparativa entre o Beaubourg e o Museu Guggenheim de Bilbao, com a intenção de compreender as relações existentes entre a arquitetura e os conceitos destas instituições culturais¹⁴.

Ao analisar estes edifícios quanto à política cultural, Dorfman afirma que, enquanto Beaubourg prioriza a arte, Bilbao prioriza “a Mcdonaldização da cultura”, porém quanto à imagem, as duas obras caracterizam o ‘espetáculo’. Analisando a configuração espacial do programa de necessidades e a funcionalidade, conclui que o primeiro tem um programa complexo e uma organização simples, com uma composição lógica e racional, enquanto Bilbao possui um programa simples e uma organização complexa, apresentando uma funcionalidade ‘ilógica’.

Entre as diversas categorias analisadas pela autora, algumas caracterizam bem as diferenças no ‘pensar projetual’, implícito nestas arquiteturas. Embora prevaleçam nos dois a monumentalidade e o fato de ambos competirem com as obras expostas, a ruptura com o movimento moderno está expressa na arquitetura de Bilbao através da desconstrução dos elementos de arquitetura e a forma onírica, em contraste com a forma geométrica de Beaubourg: o aporte filosófico de Delleuze/Dobras e a desconstrução do primeiro em contraste com a filosofia do existencialismo e neo-realismo do segundo. (Dorfman, 2003: 76) Dorfman conclui, do ponto de vista crítico, seu trabalho, afirmando que:

“Ambos os edifícios materializaram, em suas configurações formais, as políticas culturais de suas instituições, e as transcenderam – suas configurações formais representaram as identidades, as culturas e as filosofias de suas respectivas épocas. Dessa forma as expressões formais do Beaubourg e do Museu de Bilbao evidenciaram o poder da imagem, na ‘Sociedade do Espetáculo’”. (Dorfman, 2003: 194)
Relacionando a natureza da desconstrução nos projetos de Peter Eisenman e Frank Gehry e a influência da tecnologia digital na concepção dessas arquiteturas, Dorfman assinala que as novas

¹⁴ Beaubourg e Bilbao – O poder da Imagem na Sociedade do Espetáculo, Dorfman: 2003.

geometrias também servem para descrever duas linhas de trabalho distintas, dois mundos abrigados sob o nome de 'desconstrutivismo'.

Por um lado, a obra de Peter Eisenman apresenta volumes fraturados, que “parecem ter sido produzidos por alguma catástrofe, ou que resultam de cálculos regidos por leis obscuras, inerentes a princípios de crescimento de um projeto que escapou ao controle humano”. De outro, Frank Gehry “apresenta uma profusão de croquis e de maquetes que representam uma criatividade alegre, dinâmica, viva e irresistível, fruto da espontaneidade e da vontade do homem. Até que ponto a ferramenta influencia o produto final?” (Dorfman, 2003: 3)

O 'produto final' ao qual a autora se refere é seguramente a concepção, a idéia concretizada através dos esboços e maquetes físicas do arquiteto. O uso da ferramenta foi imprescindível na viabilização construtiva das idéias iniciais. A influência das ferramentas digitais pode não ter participado na concepção inicial do arquiteto, mas teve uma influência decisiva no resultado final, como obra construída. Sem a tecnologia dos programas gráficos de modelagem 3D, as técnicas de prototipagem e os dispositivos de *input* e *output* de interação análogo, modelo físico/modelo digital, dificilmente as idéias de Frank Ghery seriam materializadas no mundo real. Neste projeto o arquiteto integrou, desde o início, os aspectos abstratos e concretos da concepção arquitetônica, utilizando tecnologias digitais de CAD/CAM/CNC, scanner 3D e laser 3D, auxiliados por programas como Catia, Autocad e 3DStudio. As primeiras maquetes conceituais do arquiteto foram scaneadas e transformadas em um modelo digital 3D, re-elaboradas e transformadas novamente em maquetes físicas e, assim, num *continuum* até formalizar construtivamente o sistema de montagem e execução dos elementos de arquitetura (Este projeto está minuciosamente detalhado no trabalho de Dorfman, de Florio e de Bruscatto).

Montaner, no quinto capítulo de “Las Formas Del siglo XX”, refere-se à “La cultura del fragmento: *el collage* y el *montage*”, incluindo os “mecanismos criativos e mundos formais contemporâneos: aqueles que aceitam plenamente a fragmentação, aceitando plenamente o mecanismo vanguardista do *collage* ou da montagem cinematográfica, aproximando-se às formas do caos, ou recriando os efeitos da energia, a luz e a desmaterialização” (2002).

Estas três lógicas, fragmentação, caos e energia, estão em obras e autores que, “na condição contemporânea recriam a referência intemporal da Torre de Babel, símbolo da dispersão; que existe em

um tempo feito de superposições e que se dirige a um sujeito ávido pelo consumo de impressões e espetáculo” (Montaner, 2002: 185).

O autor, ao tratar da Arquitetura do Caos¹⁵, refere-se à ampliação do Museu dos Judeus em Berlim (1988-1999) de Daniel Libeskind (imagem 1.2 – 1) antecessora cronologicamente do Museu de Bilbao (1991-1997) de Frank Ghery (imagem 1.2 – 3), assim como, à obra de Zaha Hadid, na fábrica Vitra em Wiel am Rhein (1989-1993) (imagem 1.2 – 2), como uma obra “manifesto de formas radicalmente dinâmicas e abstratas”, que inspiradas no construtivismo e suprematismo soviético (imagem 1.2 – 4), sofre uma nova interpretação segundo a fractalidade¹⁶.

Pode-se rastrear o pensamento do caos nos experimentos dos dadaístas e surrealistas, nas formas vivas e gestuais do expressionismo abstrato, nos *clusters* de Allison e Peter Smithson, e nas geometrias fractais (imagem 1.2 – 5) teorizadas pela ciência contemporânea. “Nos fractais se sintetiza a busca de leis matemáticas e geométricas para dois fenômenos intimamente relacionados, o caos e o azar”. (Montaner, 2002: 204-206)

Montaner afirma que em um mundo onde predomina a entropia, o imprevisível e a incerteza, o pensamento de Deleuze, no texto “A Dobra e o barroco”, publicado em 1988, “serve para legitimar a arquitetura recente.”. (Montaner, 2002: 208)

Deleuze, em seu livro, escreve que:

“O barroco remete não a uma essência, mas sobretudo a uma função operatória, um traço. Não para de fazer dobras.[...] O traço do Barroco é a dobra que vai ao infinito. [...] o tratamento da matéria por massas ou agregados, arredondamento dos ângulos, evitando o ângulo reto, a substituição do acanto denteado pelo acanto arredondado, [...] a tendência da matéria para transbordar o espaço, para conciliar-se com o fluido. [...] Sempre uma dobra na dobra, como uma caverna na caverna. Todavia uma simples mudança métrica não daria conta da diferença do orgânico e inorgânico [...] faria sobretudo esquecer que se vai não de partes em partes, maiores ou menores, mas de dobra em dobra”. (Deleuze, 1991: 13 a 18)



1. 2 – 1A - Museu dos Judeus em Berlim, Daniel Libeskind (1999)



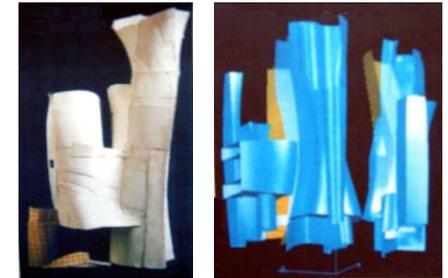
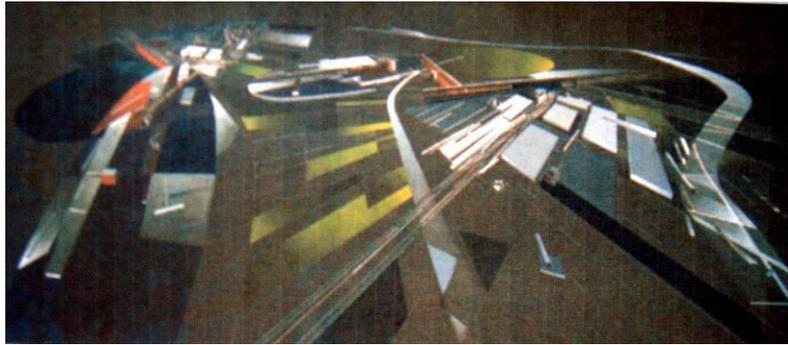
1. 2 – 1B - Modelo Digital em Sketch up modelado posteriormente



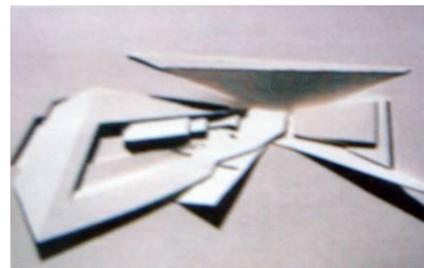
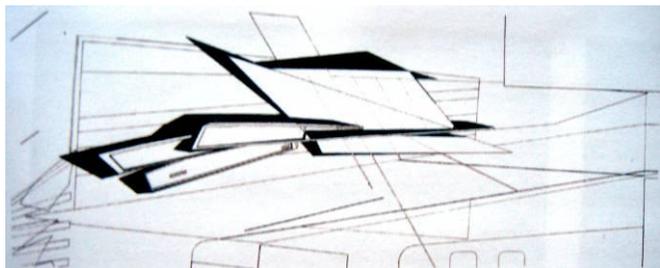
1. 2 – 1C – Vista interior do Museu

15 “El caos se manifiesta en la evidencia”, Montaner, 2002:204

16 Geometrias fractais de Benoit Mandelbrot, 1975. “[...] los fractales son una manera de geometrizar el caos de la naturaleza. “Arborescências, fractais e Número Áureo”, de Ribeiro e Carvalho, 1992, SP.Ed. Edusp



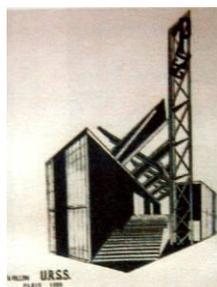
1.2 – 3A - Maquete e modelo digital inicial
 Museu Guggenheim em Bilbao, Frank Ghery
 (1991)



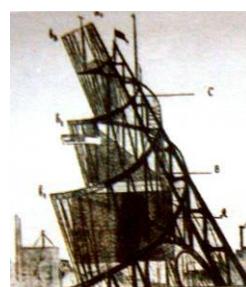
1. 1 – 2- Projeto FábricaVitra em Wiel am Rhein, Zaha Hadid (1990- 93)



1. 2 – 4A –
 Suprematismo,
 Kazimir Malevich
 (1915)
 Construtivismo Russo



1.2 – 4B - Melnikov
 (1924)
 Construtivismo Russo



1.2 – 4C – Tatlin (1919-20)
 Construtivismo Russo



1.2 – 5 - Fractal



1.2 – 3B - Museu Guggenheim em Bilbao,
 Frank Ghery (1991- 1997)

Deleuze refere-se à inflexão como o “elemento genético ideal da curvatura variável ou da dobra”. É ela que Klee “extrai como elemento genético da linha ativa, espontânea, [...] opondo-se a Kandinsky, cartesiano, para quem os ângulos são duros”. (Deleuze, 1991: 31).

Embora, em alguns casos, as idéias de Deleuze tenham sido transcritas diretamente para a geometria da arquitetura, o pensamento do autor transcende a geometria. Por exemplo, no capítulo 8, no item: “Por onde passam as dobras?” O autor escreve que:

“[...] o mundo atualiza-se nas almas e realiza-se nos corpos. Portanto ele é dobrado duas vezes nas almas que o atualizam e é redobrado nos corpos que o realizam, e, a cada vez, isso acontece de acordo a um regime de leis que corresponde à natureza das almas ou à determinação dos corpos (p. 199). [...] Dizer que os corpos realizam, não é dizer que sejam reais: [...] Não se realiza o corpo; realiza-se no corpo o que é atualmente percebido na alma. A realidade do corpo é a realização dos fenômenos no corpo. [...] Uma filosofia transcendental leibniziana, que se interessa mais pelo acontecimento do que pelo fenômeno, substitui o condicionamento kantiano por uma dupla operação de atualização e de realização transcendentais (animismo e materialismo)”. (Deleuze, 1991: 200)

Uma reflexão mais aprofundada faz-se necessária para analisar as relações filosóficas que levam os arquitetos a assumir determinadas estratégias de projeto. É possível que aquelas arquiteturas que utilizam as tecnologias no sentido ‘in-formacional’ se aproximem mais da interpretação do mundo deleuziano, do que aquelas em que predomina o *in-forme*, como prescrição inicial do projeto. No primeiro caso inscreve-se a arquitetura do escritório holandês NOX, liderada pelo arquiteto Lars Spuybroek, no segundo, a obra desconstrutivista do museu de Bilbao. As questões não podem ser vistas de uma forma isolada.

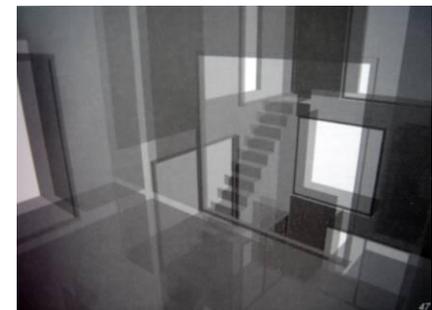
A complexidade do pensar contemporâneo não está somente relacionada às formas (*shape*) consideradas complexas pela sua irregularidade. Atualmente, este referencial teórico começa a ser identificado em algumas propostas espaciais de arquitetos recentes, como por exemplo, na casa Poli (2005) de Mauricio Pezo e Sofía Von Ellrichshausen (imagem 1.2 – 6). Embora a forma geométrica pura do Cubo seja sua imagem, o projeto traduz em sua concepção uma espacialidade complexa e ambígua, difícil de ser enquadrada em qualquer estratégia compositiva de um partido geral convencional.



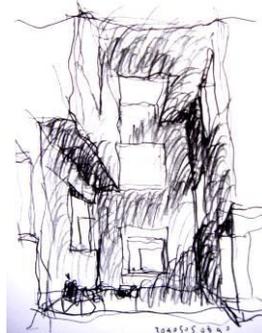
1.2 – 6A - Casa Poli (1991) em Tomé, Chile, de Mauricio Pezo e Sofía Von Ellrichshausen



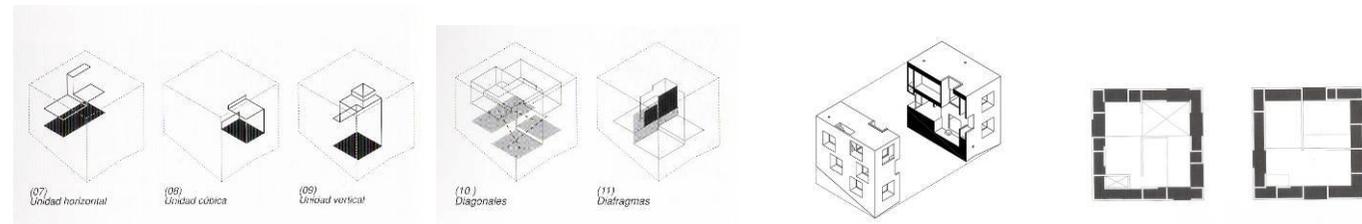
1.2 – 6B - Casa Poli, Interior



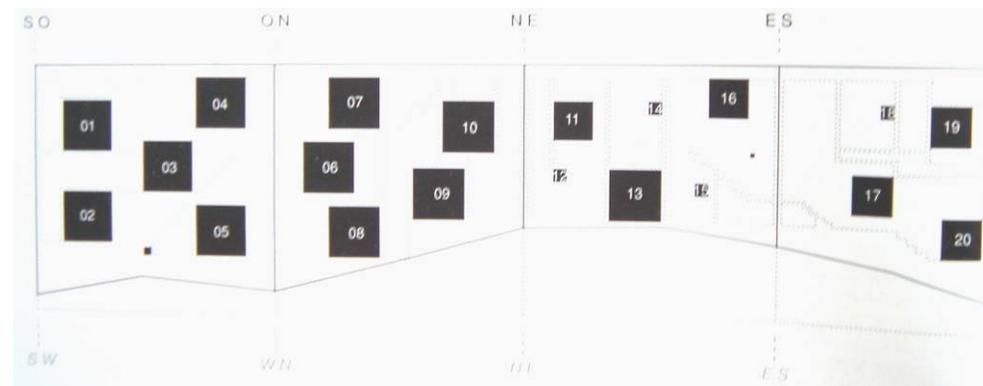
1.2 – 6C - Modelagem interna



1.2 – 6F - Croquis inicial – síntese conceitual da proposta espacial



1.2 – 6D - Diagramas esquemáticos do interior da casa, demonstram a estratégia de concepção de uma espacialidade ambígua, paredes – espessura habitável



1.2 – 6E - Visuais enquadradas



1.2.2. Projeto Digital - 2ª Geração de arquitetos (1990)

A década de 1990 vê surgir, a par das ferramentas que resolvem os problemas de representação das formas complexas, um grupo de arquitetos, cujo interesse não é romper com o passado, e sim, conhecer para entender, assimilar e experimentar os novos conceitos da ciência, da filosofia, em conjunto com as práticas digitais experimentais.

Durante esta década, em função das discussões sobre a filosofia da Desconstrução, [...] retomaram-se os escritos de Georges Bataille¹⁷, relativos ao conceito de informe e metamorfose.

17 George Bataille escreveu:

Em 1996, na exposição ocorrida no centro George Pompidou, organizada por Rosalind Krauss e Yves- Alain Bois¹⁸: *The Formless: A user's Guide* (O informe: Guia do usuário), foi promovida uma discussão sobre as questões da forma arquitetônica que estavam sendo instauradas desde o início da década digital. A busca do arquiteto pelo 'informe' não surgiu com o digital, antecedentes já podem ser encontrados no início do século.

As primeiras especulações com formas amorfas ocorreram nas décadas de 1910 e 1920, principalmente com Herman Finsterlin (1.2 – 8) e Erich Mendelson (1.2 – 7), nos desenhos do segundo, para os projetos de Lucknwalde e Bridgehead.

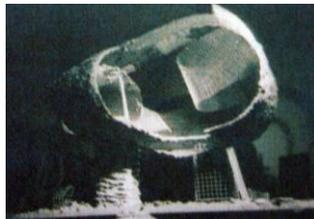
Porém, Frederick Kiesler¹⁹ é o arquiteto considerado precursor dessa arquitetura de formas livres e orgânicas, pelos quatro estudos realizados para uma residência denominada *Endless House* entre 1950-60 (1.2 – 9). Para representar os projetos eram utilizados, além de croquis, maquetes.

O arquiteto italiano Vittório Giorgini, em 1957 (imagem 1.2 – 10), projetou a Residência Saldanini também com formas irregulares, concebida a partir de uma maquete de argila. Enquanto as residências de Finsterlin e Kiesler nunca saíram do papel, a residência Saldanini foi construída.

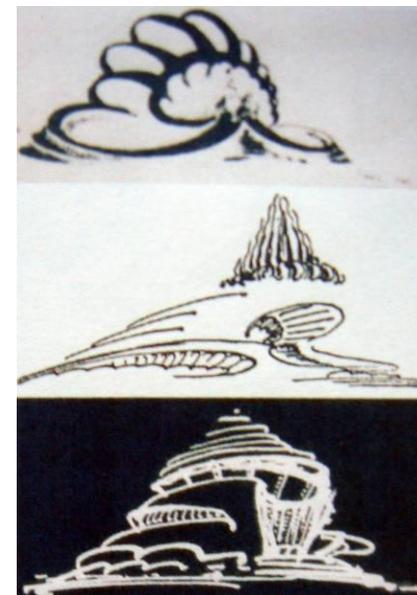
Com o desenvolvimento dos algoritmos computacionais e a aplicação de conceitos topológicos, a geometria computacional sofre um alavancamento, incorporando aos programas gráficos vetoriais além da modelagem sólida, a modelagem de superfícies topológicas. Formas irregulares, amorfas,



1.2 – 9 – Maquete - Endless House de Frederick Kiesler (1950 - 1960)



1.2 – 9 – Croquis - Endless House de Frederick Kiesler (1950 - 1960)



1.2 – 7A - Desenhos de Meldenson para projeto do pavilhão Lucknwalde (1920)



1.2 – 7B - Desenhos de Meldenson Torre Einstein (1917)

"...] de fato para os acadêmicos ficarem felizes, o universo teria que tomar uma forma. Toda filosofia não tem outro objetivo: dar uma vestimenta, que é a vestimenta matemática. Por outro lado, afirmam que o universo assemelha-se a nada e é formado de quantidades sem forma (informe), dizem que o universo é algo como uma teia ou cuspe". In Krauss, Rosalind & Bois, Yves-Alain, op. cit., pag 5, 1999.

¹⁸ Krauss, Rosalind & Bois, Yves- Alain. 1999. *The Formless: A user's Guide*. Second Printing New York: Zone Books. In FLORIO, p. 188.

¹⁹ Informações sobre sua obra são encontradas no site da Internet www.kiesler.or

superfícies NURBS podem ser manipuladas pelos seus vértices, em tempo real, no ambiente do programa gráfico pelo projetista.

O software incorpora-se ao projeto do arquiteto e surgem dois conceitos: *form-making* e *form-finding*, em que o primeiro caracteriza a possibilidade de modelar através de instrumentos digitais (modeladores 3D) formas orgânicas e irregulares imaginadas pelo arquiteto e o segundo, mais instigante, que é ‘procurar’ a forma, utilizando o *software*, para através de teorias físicas e matemáticas reproduzir ciclos e estruturas de geração e transformação da natureza (morfogênese e arquiteturas genéticas).

No ensaio “*Digital Environments for Early Design Form-Making versus Form-Finding*”, publicado em 2008, Jerry Laiserin escreve que “representações podem ser categorizadas ao longo dos eixos 2D-3D e do Análogo-Digital, adicionando um terceiro axioma, do *Form-Making* para *Form-Finding*. No *Form-Making*, o componente de construção mental nasce antes da representação. No *Form-Finding* a representação nasce antes da construção mental”²⁰. A escolha do *software* com uma ou outra ferramenta não é muito fácil, variáveis intervêm no processo de decisão. –

Na década de 1990, com a possibilidade do uso do novo instrumental para representar formas amorfas e, assim, solucionar as limitações do arquiteto, é retomada a teoria da transformação formulada por D’Arcy Thompson, em 1917. (“*On Growth and Form*”).

Greg Lynn, que trabalhou com Peter Eisenman, concentra-se na transformação das formas orgânicas e, entre os arquitetos de sua geração, é o que mais desenvolve um marco teórico sobre a nova geometria e os conceitos que permeiam a Ciência e a Filosofia, traçando relações com a história projetual da arquitetura. Para ele, as formas arquitetônicas são tratadas como organismos: crescem, se reproduzem, sofrem mutações. (Lynn, 1998)



1.2 – 8A - Maquete para clube de Herman Finsterlin (1953)



1.2 – 8B - Maquete para hotel de Herman Finsterlin (1920)



1.2 – 8C – Desenho ‘Sonho em Vidro’ de Herman Finsterlin (1920)

²⁰ “Representations may be categorized along the axes 2D-3D and Analog-Digital, plus a proposed third axis from Form-Making to Form-Finding. In Form-Making, the mental construct component (of distributed cognition) arises before the representation. In Form-Finding, representation arises before the mental construct. All media of representation have different affordances. Certain media and representations afford Form-Making more so than Form-Finding; and vice versa. Design educators, students and practitioners will benefit from conscious, systematic choice of media and methods that afford an appropriate range of Form-Making and Form-Finding behavior when proposing and testing design ideas.” Laiserin:2008

Nesse mesmo período, Marcos Novak, Roy Ascott, John Frazer teorizam em torno de suas experiências de prática projetual em ambientes digitais, abordando mais o campo da eletrônica e da virtualidade (espaço-digital) pelo lado da percepção do ciberespaço. Relacionam-se com a arte-eletrônica, a fotografia e o cinema. É quando o conceito do espaço in-formacional começa a tomar 'corpo'. Para esses arquitetos, Bernard Tschumi é o representante da geração anterior²¹ que mais dialoga com eles através de seus conceitos de evento/acontecimentos/movimentos, desenvolvidos em seu texto *Transcripts* e na concepção do Parc La Villette, em Paris. No entanto, a preocupação em 'humanizar' o uso do computador introduz em seus projetos aspectos psicosociais, originados de teorias comportamentais, na busca de espacializar percepções da vida e da natureza do homem contemporâneo, como diz Montaner, ávido por experimentações.

As escolas de arquitetura no Brasil, considerando os *softwares* e tecnologias que possuem, trabalham em sua maioria, dentro do conceito do *form-making*. As tecnologias da Informação e da Comunicação, embora já estejam incorporadas em Cursos de Design, Comunicação Digital, e há mais tempo em Cursos de Educação e Informática, começam gradualmente com experiências pontuais a assumir o espaço pedagógico através do intercâmbio com outras escolas latino-americanas.

É a partir 1995 que a idéia da concretização do espaço passa a estar fundamentalmente relacionada ao espaço existencial, ou seja, à percepção do sujeito. São introduzidos, na literatura, alguns dos novos conceitos que operam com essa dimensão da arquitetura na nova realidade: Hipersuperfície, arquitetura líquida, trans-arquitetura e espaço arquitetônico híbrido.

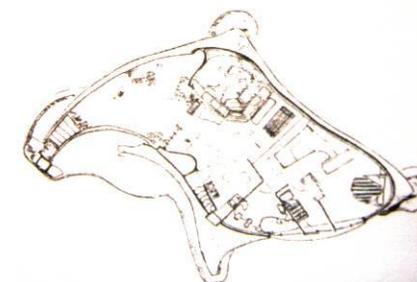
Piazzalunga²², cuja proposta teórica é "identificar as potencialidades do sujeito fenomenológico no espaço arquitetônico contemporâneo", seleciona três obras representativas, criadas, conforme a autora, "com base em uma concepção do espaço como fusão entre físico, mental e virtual." (Piazzalunga, 2005)



1.2 – 10A – Residência Saldanini de Vittorio Giorgini (1957) – vista exterior



1.2 – 10B – Residência Saldanini de Vittorio Giorgini (1957) – vista exterior



1.2 – 10C – Residência Saldanini de Vittorio Giorgini (1957) – desenho planta baixa

21 Toyo Ito, também na concepção de seus projetos, teve uma percepção que antecipou o diálogo com a tecnologia no âmbito da Informação e da Comunicação.

22 Op. cit. p. 69.

Mobius House de Stephen Perrella, 1997-1998; *Paracube* de Marcos Novak e *Active Innerskin* de Kas Oosterhuis, 1999, e o pavilhão *freschH2O eXPO* do Grupo NOX, são consideradas por Piazzalunga como as obra paradigmática da virtualização da arquitetura.

Bruscato também se refere ao Estudio NOX, e acrescenta o Estudio FOA de Alejandro Zaera-Polo e Farshid Moussavi (FOA), como arquitetos que projetaram e construíram com tecnologias digitais²³.

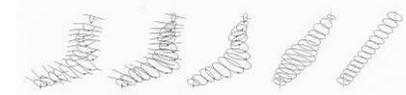
O projeto da *Mobius House* explora usos alternativos de *software* de animação e reconsidera o espaço doméstico com base na interação de mídias de comunicação. (Piazzalunga, 2005: 70)

O Estúdio NOX de Rotterdam, Holanda, fundado em 1991 pelos arquitetos Lars Spuybroek e Maurice Nio, investiga em seus trabalhos um território arquitetônico, onde arquitetura e informação interagem. Em relação ao NOX, no capítulo sobre “La arquitectura informacional”, Bruscato assinala que foi um dos primeiros a introduzir efetivamente em projetos construídos “os métodos de análise do comportamento humano em espaços arquitetônicos, facilitando projetar interativamente espaços mais complexos e menos deterministas, que acolhem com mais facilidade a diversidade e a imprevisibilidade de seus ocupantes” (Bruscato, 2006). [...] Para Lars Spuybroek, diretor de NOX, a arquitetura não é a da ‘forma livre’, e sim, aquela que vem marcada pela complexidade que deriva dos sistemas dinâmicos. [...] O programa utilizado para desenvolver os projetos não se baseia somente nos CADs e modeladores 3D habituais, mas incorpora *softwares* da indústria cinematográfica, com ênfase no movimento e no som, com grande flexibilidade na geração da forma. (imagem 1.2 – 11)

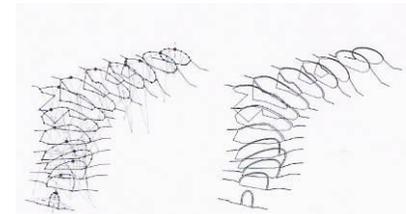
A incorporação do movimento no processo é, para NOX, o modo pelo qual são introduzidas no projeto a dimensão temporal e a experimentação com formas mutantes, seguindo a técnica do *morphing*, gerando o que veio a ser conhecido como *arquitetura líquida*. (Bruscato, 2006: 162).

Marcos Novak, um dos primeiros a falar de *arquitetura líquida*, assim a descreve:

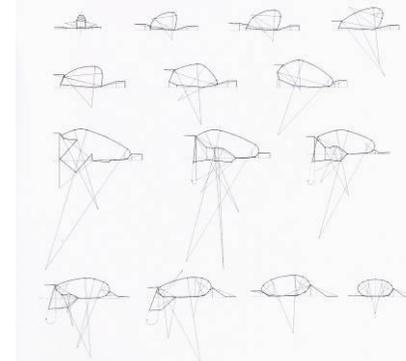
“A lógica líquida alude a processos flexíveis de flutuação que projetam a arquitetura tanto no tempo quanto no espaço, mudando interativamente segundo a duração, o uso e as influencias externas. Se a



1.2 – 11A – H2o EXPO - Primeiro passo nas operações: tubo elíptico movido de acordo com o ‘programa’



1.2 – 11B – Passos finais: Definição do encontro com o chão



1.2 – 11C – Cortes das seções estruturais. Cada círculo encaixa exatamente com o adjacente, fazendo uma curva suave. Foi feito no AutoCAD 11, que assim como as máquinas de cortar aço, somente trabalhava com o corte de círculos e não elipses.

collage sobrepõe material de diferentes contextos, o morphing os mescla; se a collage é mecânica, o morphing é alquímico”. (Novak, 1991: 406)

O trabalho de Marcos Novak não tem o objetivo de projetar o espaço concreto, está direcionado no sentido de investigar capacidades e limites dos sistemas computacionais.

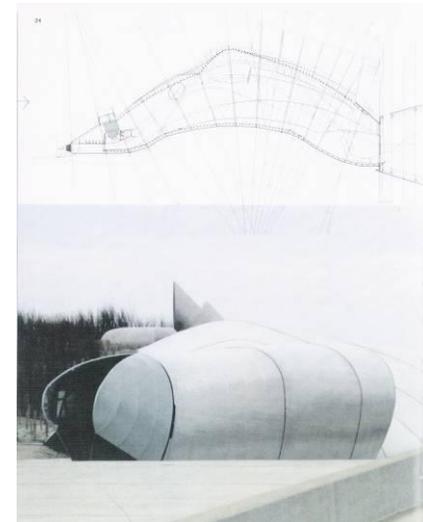
O projeto *freschH2O eXPO* (1993 – 97), que se tornou uma obra emblemática do conceito de arquitetura líquida, consiste num pavilhão de exposições temporárias (*Water pavillion and interactive installation*) para divulgação do programa de diretrizes de gerenciamento de águas do Ministério dos Transportes, Obras públicas e Gerenciamento de Águas da Holanda. A concepção do projeto atendeu às premissas do cliente, de que o espaço deveria explorar a fusão entre arquitetura e informação e que a diretriz conceitual do projeto deveria tomar como referência o ciclo hidrológico. O projeto seria configurado por duas edificações interconectadas: uma destinada a tratar as propriedades da água doce, que ficou com o grupo NOX, e a outra trataria da água salgada, com o arquiteto Kas Oosterhuis. (Piazzalunga, 2005: 75)

Bruscatto assim se refere ao trabalho do NOX nesse projeto:

“Mais que adaptar as tecnologias da informação à arquitetura, NOX as sintetiza e integra no uso diário de seus edifícios. No H2OExpo, a fusão de paredes, solo e teto produz um efeito de Corpo arquitetônico que se expande como uma onda para absorver o território. A arquitetura do NOX se converte em uma interface a partir da qual o visitante se relaciona e interagem com o edif. O H2Oexpo amplia o que entendemos por arquitetura construída a uma espacialidade multidimensional que inclui o movimento, o som, a luz e a interatividade”. (Bruscatto, 2006: 165)

Por outro lado, a principal característica do Studio FOA se refere ao modo como priorizam o processo de trabalho para fazer arquitetura. Bruscatto assinala que:

“[...] os arquitetos utilizam o processo como matéria para construir o projeto. [...] Não trabalham buscando um resultado formal específico, mas deixam que o próprio processo de projeto indique as decisões a serem tomadas. Utilizam as idéias de Peter Eisenman, quanto à técnica de superposição de idéias e formas, através de leituras contextuais de sítio, de onde definem um modelo diagramático gerador da forma”. (Bruscatto, 2006: 126)



1.2 – 11D – Planta baixa com os eixos estruturais e vista exterior da edificação



1.2 – 11E – Estrutura



1.2 – 11F – Construção, 1996

No caminho de relacionar teoria e projeto implícitos na prática experimental de arquitetura, Greg Lynn, em 1998, reúne no livro “*Greg Lynn – folds, bodies & blobs*”, editado na Bélgica, a coletânea de seus ensaios escritos de 1992 a 1995²⁴. O foco do livro aborda um conjunto limitado de questões que envolvem as relações entre a geometria e os modelos orgânicos, produzindo uma matriz diversificada de conceitos²⁵.

O primeiro capítulo apresenta a instalação “*encore...Bruxelles installation*”, que embora se refira à discussão das implicações e aplicações de conceitos e técnicas de animação à teoria e projeto de arquitetura, muitas das preocupações apresentadas no texto *Folds, Bodies and Blobs* são as mesmas do projeto desta Instalação, pois ambos exploram o modo de projetar baseado na noção de crescimento e mutação livre, focando a discussão sobre forma e *shape*, sem a influência de um campo de forças externas, incluindo as questões relativas a *movimento* e *gravidade*, em termos de combinações intercambiáveis entre múltiplos, complexos e intrincados sistemas. (LYNN, 1998: 15).

Conforme consta no Glossário, a palavra *blob* é a abreviação de um termo em informática: BLOB= *Binary Large Object*. BLOBS são diferentes das primitivas que descrevem o objeto, pois são modelos criados e manipulados indiretamente.

O edifício Korean Presbyterian Church, projetado por Greg Lynn, foi concebido a partir da técnica de modelagem *metaball*. Os blobs elípticos foram sendo justapostos e sobrepostos de modo a gerar ‘campos gravitacionais’ que ao serem fundidos geraram as formas principais do edifício.

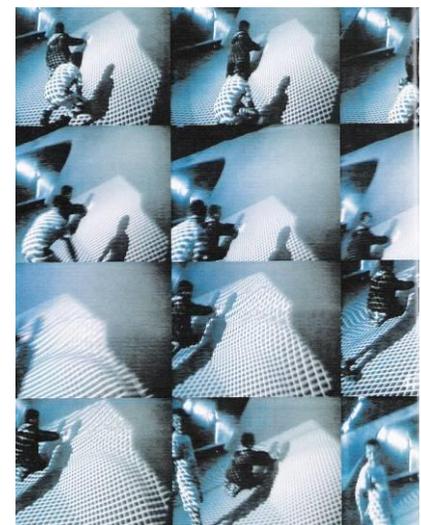
O termo Blob, instaurando o conceito de ‘informe’ na arquitetura contemporânea, foi trazido à cena arquitetônica principalmente por Greg Lynn, embora já fizesse parte do mundo das artes e da arquitetura no início do século XX, o seu domínio tornou-se possível com a utilização da computação gráfica. Este conceito também foi aplicado em seu projeto *Cardiff Bay Opera House* (1994).

24 Referência bibliográfica. Capítulos: e que foram publicados na *Architectural Design* (No. 102 e 106), na *Assemblage* (19,26), na *Arch+* (119/120,128,117,124/125,131,128); Na *Any* (0,14,11,7/8); no *Journal of Philosophy and the Visual Arts* (5,6); *El Croquis* (72/73);

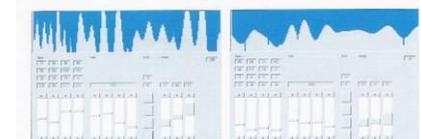
25 Onde consta “Multiplicitous and in-organica bodies”; “The renew novelty of symmetry”; “probable geometries”; “differential gravities”; “The folded, the pliant and the supple”; “Body matters”; “Blobs”; “Why tectonics is square and Topology is groovy”; “A physique out of proportion”; “new variations on the Rowe complex”; “Forms of Expressions”.



1.2 – 11G – Espaço interior interativo com os usuários – efeitos com água por sensores



1.2 – 11H – Utilização do espaço



1.2 – 11I - Diagrama elétrico dos computadores, projetores, autofalantes e sensores conectados

Estes primeiros textos de Greg Lynn, densos em citações de Bataille, Derridá, Delleuze e Guattari, e referências a textos significativos da história e da teoria da arquitetura, desde Vitruvio, Le Corbusier, Venturi, Collin Rowe, entre outros, denotam a busca por um corpo teórico que fundamente as práticas de projeto experimental no sentido de instaurar as bases para o 'projeto digital', como outra arquitetura possível, pensada e construída com a ferramenta da computação, mas, principalmente, em atendimento a uma nova forma de pensar a complexidade, a incerteza e a imprecisão do mundo e da própria natureza. A idéia de uma geometria inexata e complexa.

Para Greg Lynn, a distinção entre geometrias *exact*, *inexact and anexact*, embora, conforme o autor possa parecer esotérica, está se tornando referência para qualquer discussão sobre uma nova organização espacial. Jacques Derridá, Gilles Delleuze e Felix Guattari em "Mil Platôs" têm manifestado as características de várias proto-geometrias que não são nem exatas nem inexatas, conforme Lynn: *anexact yet rigorous*. (Lynn, 1998: 84).

Segundo o autor, trata-se de um novo paradigma do pensamento arquitetônico e para desenvolver uma prática crítica e experimental é necessário empregar as tecnologias contemporâneas digitais. No capítulo "Probable geometries", ao referir-se a rejeição de Bataille pelas formas puras, diz que esta deve ser vista como um convite a repensar uma arquitetura baseada em topologia, como um desafio para conceber uma arquitetura em processo de transformação no tempo, mais do que como a negação das formas e geometrias convencionais. (Lynn, 1998: 83)

O autor estende este conceito de uma "geometria com probabilidades" ao analisar a *Maison Citrohan* e o protótipo *Domino* de Le Corbusier, dizendo que geometrias *anexact* podem fornecer à arquitetura a capacidade de medir a incerteza da forma associada a uma abordagem narrativa da arquitetura antecipando, temporalmente, no meio digital, a sua forma física, animada e dinâmica. (Lynn, 1998: 93)

No capítulo *Differential Gravity*, Greg Lynn sugere que leveza (*lightness*) emerge de um conceito mais dinâmico, múltiplo, complexo e diferenciado da estabilidade da forma, salientando a necessidade de diferenciar a idéia de leveza de outras definições anteriores que se referem à leveza

como resistência à força de gravidade²⁶. Estas posições, que contrapõem as definições de leveza e gravidade, constituem a postura de uma posição arquitetônica conservadora²⁷.

Ao mencionar o conceito de desmaterialização em relação à arquitetura Digital e ao ciberespaço, o autor observa que desmaterialização invoca um estado ideal, definido como uma condição mínima absoluta de espaço etéreo, do ciberespaço, utilizado na 'gíria' dos teóricos de arquiteturas eletrônicas (*parlance of the theorist of electronic architectures*).

Materiais transparentes e estruturas mínimas estão no significado irrelevante destes projetos frustrados que aspiram ao ideal de um espaço imaterial. No caso de um ou outro, levitação ou imaterialidade anti-gravitacional, no ciberespaço, só pode ser entendida como resistência a uma gravidade absoluta. Leveza não é ausência de materialidade e, por conseguinte, não é simplesmente o oposto a peso e fixação na terra.

Esta dialética entre a definição de leveza e a gravidade encoraja especulações simplistas, segundo o autor, de que "arquiteturas materializadas e construídas possam ser substituídas pelas novas arquiteturas imateriais do ciberespaço." (Lynn, 1998: 100).

Lynn refere-se aos projetos baseados no conceito de anti-gravidade no ciberespaço, para justificar soluções que utilizam formas cujas estruturas de sustentação apresentam uma imagem de aparente instabilidade. Para ele, o desafio consiste em conceber uma arquitetura em processo, na qual a estrutura é menos uma totalidade estática, resistente à força da gravidade, mas é formada de maneira dinâmica e múltipla no contexto de um meio fluido e cambiante: "uma arquitetura formada em reação às forças, não simplesmente construída para resistir a elas." (Dorfman, 2003: 4)

Para Lynn, "este entendimento dualista e limitado da arquitetura – como absolutamente material e tectônica, ou então, absolutamente efêmera e eletrônica, torna impossível desenvolver conceitos de diferentes graus de gravidade e diferentes concepções no mundo" [...]é preciso investigar o que as máquinas querem, antes de pensar o que se quer fazer com elas". (Lynn, 1998: 100)

Flusser, no livro "O Mundo codificado - Por uma filosofia do Design e da Comunicação (2007), no capítulo "Design: Obstáculo para a remoção de obstáculos?", diz que existem indícios de que a

26 With lightness more dynamic, multiple, complex and differential form stability emerge" it is important first to differentiate the concept of lightness from earlier notions that were defined through resistance to gravity. Lynn,1998:99

27 Within the discipline of architecture, immateriality is as conservative a concept as the earlier ideas of grounded, rooted and regional architecture it claims to oppose. Ibidem

atitude do projetista (*designer*) está começando a mudar:

“Começamos de fato a separar o conceito objeto do conceito matéria, e a projetar objetos de uso materiais, como programas de computador e redes de comunicação. Isso não significa que o surgimento de uma “cultura imaterial” venha a ser menos obstrutiva: pelo contrário, pode ser que ela restrinja mais a liberdade do que a cultura material. Mas o olhar do designer, ao desenvolver esses designs imateriais, dirige-se espontaneamente, digamos, para outros homens. Os objetos de uso imateriais são ídolos transparentes, e, portanto permitem que os outros homens que estão por trás deles sejam percebidos. Sua face mediática, ínter subjetiva, dialógica é visível”. (Flusser, 2007: 197)

A natureza desta discussão sobre objeto e (i) materialidade é convergente à discussão de Lynn, na medida em que a imaterialidade proposta por Flusser está vinculada à programação de algoritmos computacionais no processo de concepção da arquitetura. O projetista, nessa modalidade de projeto, é aquele com *olhar* específico conforme denominação do autor, que programa as máquinas com códigos numéricos para extrair novas visões de arquiteturas, que transcendem ao computador, para o mundo real.

No entanto, por mais estranho que pareça, acrescenta Flusser:

“Essas formas imutáveis são passíveis de mudanças: os triângulos podem deformar-se, girar, encolher e ampliar. E tudo que surge desse processo é igualmente uma forma eterna e imutável. O segundo olho da alma continua olhando para a eternidade, mas agora consegue manipular essa eternidade. Esse é o olhar do designer: ele possui uma espécie de olho-sentinela (Scheitelauge) – como um computador-, graças ao qual deduz e maneja eternidades. E com isso, ele pode dar ordens a um robô, para que transporte essa eternidade intuída e manipulada para a temporalidade”. (Flusser, 2007: 192)

Os textos de Flusser, escritos depois da “Filosofia da Caixa Preta – Por uma Filosofia da Fotografia”, abordam mais especificamente as eras digitais, com os computadores e a mídia focando o papel do designer e o espaço que o mesmo tem para modificar as regras do jogo.

Na VII Bienal de Arquitetura em Veneza, no ano 2000, houve um Workshop de cinco semanas, dentro do Pavilhão dos EEUU com 25 estudantes da UCLA – Los Angeles e Columbia University, nas

quais Greg Lynn e Hanny Rashid, respectivamente, são professores. Foi instalado um ateliê de projeto funcionando durante toda a exposição.

A proposta de Max Hollein, como representante da comissão americana e curador²⁸ da Exposição, teve como programa explorar a aplicação de novas tecnologias em casas contemporâneas e em edifícios arquétipos, como aeroportos, performance centers e Stadium.

O tema da Bienal: Menos estética, mais ética – (*Less Aesthetics, More Ethics*), tendo em vista as características de algumas arquiteturas contemporâneas e a divulgação que a mídia tem dado a essas arquiteturas do espetáculo, levou Max Hollein a questionar a participação da sociedade nessas escolhas. Assim, a proposta previa que o workshop se tornasse um fórum de discussão aberto ao público profissional, ou não, que visitasse a exposição.

Os resultados, publicados em 2002, poderiam ser base de estudo nas escolas, no sentido de trazer subsídios, na busca de criar uma consciência crítica, na dinâmica de construção de conhecimento do ateliê de projeto. Se fosse o caso, que programa poderia ter um workshop no Brasil? (Habitação contemporânea para baixas rendas, Favelas, Fábricas de reciclagem de lixo, Centros Comunitários?). Em que fórum seriam debatidas as idéias. Nas escolas já existe no currículo disciplinas que estudam habitação de baixa renda. Não se tem um conhecimento preciso sobre como os estudantes estão utilizando a tecnologia digital disponível: programas, Internet, prototipagem rápida, ou, se a tecnologia ainda está, restrita ao âmbito da pesquisa sem rebatimento para a graduação.

Este panorama diversificado configura o que tem sido denominado de Projeto Digital. Rivka Oxman, em seu Ensaio sobre “Theory and design in the first digital age” (2005), diz que “A evolução do Projeto Digital, como empenho, de um campo do projeto único, motivado por um corpo teórico próprio, promulgado por uma cultura do discurso, baseado em novas tecnologias e produzindo classes de projetos únicos, é o fenômeno que se tem rapidamente cristalizado na década passada²⁹” (Oxman, 2005: 229)

28 O curador da Exposição, ocorrida de 10/06 a 29/10/2000, foi Massimiliano Fuksas.

29 “The evolution of digital design as a unique field of design endeavor, motivated by its own body of theoretical source, promulgated by a culture of discourse, supported by new technologies, and producing unques classes of design is a phenomenon that has been rapidly crystallizing in the past decade”. Oxman, p.229.

A minha experiência no ensino de projeto (Unisinos e UFPB) tem demonstrado que existe, nas escolas, preocupação com os programas gráficos computacionais, referenciada principalmente na potencialidade dos modeladores 3D, sua operacionalidade na geração de formas irregulares aliado à polêmica da desconstrução e os aspectos sociais, econômicos e políticos que a envolvem, e o uso da ferramenta pelos estudantes em manipulações formais, sem critério e razoabilidade lógica.

Embora esse assunto seja pertinente, o sentido de contextualizar-se a década de 1990 com suas várias tendências, tem o intuito de mostrar que a tecnologia digital faz parte de um panorama maior, que seria centrar em uma visão de causa-efeito, estabelecer que os programas de modelagem tridimensional, ao permitirem a geração de formas complexas são os únicos responsáveis pelas formas irregulares na arquitetura.

Seria pelo menos uma abordagem reducionista, assim como relacionar diretamente o uso do *morphing* do software ao conceito de Dobra de Deleuze. As questões dos programas precisam ser vistas como um fenômeno mais abrangente e tratadas no ateliê de projeto em seu potencial cognitivo.

A ferramenta insere-se como uma circunstância favorável a um pensamento arquitetônico que ainda busca caminhos para responder à complexidade do mundo atual.

1.3. A Crítica da Era Digital

1.3.1. Fórum teórico da Década Digital

A partir de 1990, devido ao extenso grupo de publicações que tem acompanhado o desenvolvimento da tecnologia digital, tem-se tornado difícil abarcar o domínio intelectual da cultura do projeto digital.

Ao referir o grande número de textos teóricos, Oxman, assinala que:

“O alto nível das publicações, sobre este assunto, representa o intenso interesse dos profissionais de projeto, nestas novas possibilidades projetuais, como representação de um “dramático” potencial de geração de formas. Em arquitetura [...] esta imagética inovação, rapidamente reconhecida (admitida, aceita) na prática experimental de jovens projetistas, tem sido a promulgação desta cultura, do projeto digital. (Oxman, 2005: 229)

Ao fazermos uma busca de ensaios lançados nos últimos 365 dias, no Cumincad³⁰, (*Cumulative Index of Computer Aided Architectural Design*), uma das bibliotecas virtuais mais atualizadas e completas sobre Tecnologia Digital na arquitetura, deparamos-nos com o resultado de 553 textos, representando uma produção teórica de mais de um texto por dia.

Atualmente, o Cumincad é a base de dados tida como uma das fontes mais atualizada sobre o estado da arte em CAAD (*Computer Aided Architectural Design*), acessada pelos pesquisadores e docentes que se preocupam com a investigação das novas tecnologias digitais. Esta biblioteca virtual inclui informações bibliográficas de 8.900 registros coletados nos últimos sete anos, entre teses e textos de diversas fontes. Destes, 6.200 são *ensaios* de eventos e congressos, com textos completos em PDF, entre os quais 1.000 estão em língua espanhola. Do total (6.200), equivaleria dizer que mais de três textos científicos são produzidos por dia, e baixados na Internet.

Estas publicações são coletadas principalmente pelas organizações SiGraDi (América ibero-americana), ACADIA (EUA, Canadá), CAADRIA (Ásia/Oceania) eCAADe (Europa), (ASCAAD) (Ásia Ocidental/África do Norte), ASCAAD Arab Society for Computer Aided Architectural Design, e outras, como CAAD futures (Austrália UK), DDSS (Eindhoven – Nederland - Países Baixos).

Estes congressos anuais agrupam principalmente arquitetos, urbanistas e profissionais de design gráfico, vinculados ao meio Digital.

A origem do Cumincad ocorreu em 2001, no “FIRST SciX Project Scientific Information Exchange”, sediado em Eindhoven, um importante centro tecnológico no sul dos Países Baixos. Grande parte do seu crescimento deve-se à Philips e a fábrica de automóveis DAF. Integraram esse evento um consórcio formado por oito participantes, entre Universidades, Institutos de Pesquisa Tecnológica e uma empresa de Tecnologia da Informação. São elas: *University of Ljubljana* (Slovenia), *Swedish Business School of Finland*, *Icelandic Building Research Institute*, *Technical University of Vienna* (Áustria), *FGG Institute* (Slovenia) e *University of Salford* (UK) e a empresa multinacional *e-business company Indra* (Spain)³¹. A Empresa Corporativa Indra³² investiu €1.000.000,00 e o Cumincad foi colocado no ar em 2001.

30 <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Home>

31 <http://www.scix.net/d/16/index.htm>

Conforme Tafuri já salientou, a crítica arquitetônica sempre esteve geograficamente sitiada nos lugares onde predominavam políticas estáveis e recursos (Tafuri, 1988).

Algumas universidades têm desenvolvido um trabalho experimental, mais autônomo, com eventos próprios, como é o caso da Universidade Politécnica de Milão, com debate anual através das conferências do Generative ART³³ e o MIT com longa tradição em pesquisa na área de tecnologias digitais.

Sob esse panorama globalizado de várias organizações que começaram, em alguns casos, como do CAAD Futures em 1985, no Brasil houve um esvaziamento dos Encontros de Informática na Arquitetura, cujo primeiro encontro foi em São Paulo, em 1987, promovido pela ABEA, e o último em 1996. O primeiro Sigradi, ocorreu em Buenos Aires, Argentina, em 1997.

No Brasil, atualmente, é na academia que encontramos teses sobre alguns arquitetos 'paradigmáticos',³⁴ ou sobre técnicas e processos tecnológicos, associando tecnologia digital e arquitetura³⁵, formando um corpo teórico e uma massa crítica, base necessária para tentar entender os fenômenos de transformação dessa arquitetura. Já uma crítica mais rigorosa e avaliativa do fenômeno está começando a ser encontrada na produção científica de ensaios, conferências, ou capítulos de livros.

Em Junho de 2000, em Barcelona, foi lançado com 623 páginas o “*Diccionario Metápolis de Arquitectura Avanzada – ciudad y tecnologia em la sociedad de la información*”, como um documento-manifiesto de ação, procurando, segundo seus autores, uma mudança profunda de olhares, no sentido de estabelecer “um possível marco de referência para interpretação do atual cenário projetual da arquitetura” (Metápolis, 2004: 7).

32 Indra es la multinacional de Tecnologías de la Información número 1 en España y una de las principales de Europa y Latinoamérica. Es la segunda compañía europea por capitalización bursátil de su sector y es una de las tres empresas españolas que más invierte en I+D. En 2007 sus ventas superaron los 2.167 M€, de los que un tercio procedió del mercado internacional. Cuenta con más de 24.000 profesionales y con clientes en más de 90 países. Indra está organizada en seis mercados verticales: Defensa y Seguridad, Transporte y Tráfico, Energía e Industria, Telecomunicaciones y Media, Finanzas y Seguros y AA.PP y Sanidad, [...] <http://www.indra.es/servlet/ContentServer?pagename=IndraES/Page/EstructHomeIndra>

33 <http://generativeart.it>

34 A exemplo de Puebla, Bruscato, Florio e Celani citados nesta tese.

35 Florio.(Oxmann, Mitchell)

Em 2003, na versão em Inglês, foram acrescentados novos colaboradores; além de seus seis autores – Manuel Gausa, Vicente Guallart, Willy Muller, José Morales, Fernando Porras e Federico Soriano - mais doze arquitetos colaboradores foram incluídos - Iñaki Abalos & Juan Herreros, Stan Allen, Cecil Balmond, Ben van Berkel, Aaron Betsky, Eduard Bru, Greg Lynn, Josep Lluís Mateo, Frederic Migayrou, Marcos Novak, Jose Perez Arroyo, Andreas Ruby, Antonino Saggio, Saskia Sassen, Kelly Shannon, Lars Spuybroek, Roemer van Toorn and Mark Wigley.

Os autores e colaboradores do Metápolis³⁶ fazem parte do universo de nomes, conforme foi apresentado neste marco teórico, “A geografia física e digital da crítica”, que publicam ensaios teóricos, investigações e experimentações no âmbito da tecnologia e projeto digital. Uma comunidade expressiva, localizada geograficamente e que começa a gerar uma massa crítica, ainda sem um crivo avaliativo da comunidade arquitetônica, mas com uma avaliação de comitês científicos formados por especialistas provenientes da área acadêmica de um grande número de universidades internacionais.

Justifica-se trazer o Metápolis ao âmbito da discussão desta tese como mais um depoimento da classe envolvida, e de uma geração que pensa e faz arquitetura no mundo digital e influencia uma parte da produção e do ensino latino-americano.

Já foi comentado que a bibliografia atual costuma se referir a arquitetos pré-digitais e digitais³⁷. Embora não possa ser pautada de forma rígida, essa diferenciação é pertinente na busca de uma compreensão do fenômeno digital, não no sentido de estabelecer uma taxonomia e sim, pela gênese da reflexão teórica e pelo papel que a tecnologia digital assume inicialmente, em cada um dos grupos, quanto à representação e ao espaço.

Bruscato, na determinação do seu objeto de estudo, enfoca os projetos concebidos pelos escritórios de Herzog & Meuron, Jean Nouvel, Dominique Perrault e Frank Gehry, conformando um primeiro grupo onde os meios digitais são utilizados desde um ponto de vista da representação. Já nos escritórios formados por Greg Lynn, Lars Spuybroek (NOX) e Alejandro Zaera-Polo e Farshid Moussavi (FOA), a autora observa o processo projetual a partir da combinação formal baseada em algoritmos computacionais, partindo de concepção arquitetônica mais experimental, introduzindo a questão da

36 Autores: Manuel Gausa, Vicente Guallart, Willy Muller, José Morales, Fernando Porras, Federico Soriano. Colaboradores: Iñaki Abalos & Juan Herreros, José Alfonso Ballesteros, Xavier Costa, Enric Ruiz – Geli, Alejandro Zaera Polo (FOA).

37 Ver Dennis Dollens e na Coleção Birkhauser: "Architect was born CADDesigners" e na publicação "Supermodernismo".

animação, onde a “implicação dos meios digitais outorgou nova definição do espaço arquitetônico, especialmente no desenho tridimensional dos projetos, como também na configuração de entornos virtuais”. (Bruscato, 2006)

Neste último caso, teve grande influência o desenvolvimento acelerado de novas ferramentas e da Internet, juntamente a mais ampla popularização dos programas computacionais no âmbito acadêmico, não restrito apenas aos ambientes de pesquisa. A transformação no pensamento arquitetônico, como resultado de outra visão no mundo contemporâneo, está caracterizada, além da literatura, também em eventos que procuraram demarcar a arquitetura na Era Digital.

Em 2003, na Exposição do *Non Standard Architectures Exhibition*, no Centro Pompidou em Paris “os conceitos de projeto *non-standard* (não padrão), *non-normative* (não normativo) e *non-repetitive* (não repetitivo), tinham se tornado o maior foco teórico deste novo fenômeno, reconhecido hoje como *Projeto Digital*”. (Oxman, 2005: 232)

Beatriz Dorfman, no texto “A Arquitetura na Era da Dobra” (2004), analisa a Exposição do Non-Standard a partir de artigo publicado na revista parisiense *l'Architecture d'Aujourd'hui*³⁸, de novembro, dezembro de 2003, cujo tema foi “Questions de forme”, e afirma que:

“A racionalidade das ferramentas digitais, ao invés de criar formas cada vez mais racionais e padronizadas, ao contrário, tem produzido formas que surpreendem por serem diferentes dos padrões conhecidos. Os edifícios “non standard” se parecem com formas de animais ou plantas e configuram esculturas habitáveis” (Dorfman, 2004: 1).

38 SONZOGNI, Valentina. Frederick Kiesler et la Maison sans fin. p. 48-57. KRAUS, Eva. Plaidoyer pour un archisculpture (1966). p. 58-63. Projetos: Casa Saldarini, arquiteto Vittorio Giorgini, p. 64-67, 1979, Casa Obu, Colônia, Alemanha, arquiteto Erwin E. Zander, 1970-76, p.68-71, Kunsthaus, Graz, Alemanha, arquitetos Peter Cook e Colin Fournier, 2003, p.72-79, Magasin Selfridges, Birmingham, Reino Unido, arquitetos Jan Kaplic e Amanda Levet, 2003, p. 80-83, Grafton New Hall, Cheshire, Reino Unido, Ushida Findlay, arquitetos, p. 84-85, Musée Mercedes-Benz, Stuttgart, UM Studio, 2001, p.86-89. PACZOWSKI, Bohdan. Instruments de la création p. 90-93. Mesa redonda: Mario Carpo, Gwenaél Delhumeau, Philippe Potié, Patrick Beaucé, p 94-97. CARPO, Mario. L'architecture a l'ère du pli. p. 98-103, LYNN, Greg. Entrevista: O espaço dinâmico. P.104-109, *l'Architecture d'Aujourd'hui*. Paris, número 349, novembro, dezembro de 2003. Sobre o assunto, veja-se também o número especial da *Architecture Design Profile*, “Folding architecture”, Londres, n. 102, 1993. NR, in Dorfman. P. 1

Para a autora, a “questão que se impõe é de que maneira a cadeia numérica pode interferir na concepção e na realização da arquitetura.”

Ao se referir às pesquisas realizadas atualmente sob a coordenação de Alberto Estevez, da Escola Técnica Superior de Arquitetura da *Universitat Internacional da Catalunya* (Barcelona), com o tema “Arquiteturas genéticas”, sugere que “esse pode ser outro caminho, realmente além da geometria e dos próprios limites da representação.” (Dorfman, 2004)

A primeira publicação³⁹ sobre a linha de investigação do programa de mestrado em Arquiteturas Genéticas, fundado no ano 2000 na ESARQ, aborda a teoria visionária de Alberto Esteves, a fundamentação teórica do historiador e filósofo Alfons Puigarnu e os projetos e obras de Dennis Dollens e Ignasi Peres Arnal. Estes últimos apresentam um método inovador na formação de ateliês, onde os estudantes e professores desenvolvem conjuntamente as “estruturas do botânico e os dados do ecológico”. Para Alberto Esteves, coordenador do Curso, Arquiteturas Genéticas refere-se a um novo projetar ecológico e meio-ambiental e um novo projetar cibernético-digital:

“no se trata solo de un nombre metafórico... Nuevos materiales, nuevas herramientas, nuevos procesos, deben dar necesariamente nuevas arquitecturas... Pero, según en boca de quien, esto puede resultar revolucionario o desastroso, emocionante o despreciable, libertad absoluta o su limitación. El mundo por venir y el fin del mundo conocido luchan entre si y se dan la mano, toda una contradicción”. (Esteves, 2003: 4)

Ao par dessas experiências em arquiteturas Genéticas, Dorfmann lembra que entre os projetos apresentados na *l'Architecture d'Aujourd'hui*, está o de Peter Cook, conhecido integrante do grupo Archigram nos anos 60, e assinala o fato que “As novas tecnologias de projeto e construção, então, estão a serviço de um imaginário que vem amadurecendo há várias décadas, esperando apenas que se criassem os meios para sua execução.” (Dorfman, 2004: 2).

Se os textos dos arquitetos pré-digitais têm sua gênese reflexiva, geralmente, na ruptura com o movimento moderno em arquitetura e na nova visão do mundo filosófico, desenvolvendo em torno disto

39 ESTÉVEZ, Alberto T. et al. *Genetic Architectures/Arquitecturas genéticas*. Spain: Ed. SITES Books & ESARQ UIC, 2003

um pensamento teórico de dentro da arquitetura, numa tentativa de “re-conceituar” a natureza da representação e do espaço arquitetônico como reação a axiomas e conceitos anteriores; o outro grupo de arquitetos citados, com seus projetos sem uma forma-base predefinida, utilizando, muitas vezes, a gênese em metamorfoses de estruturas biológicas ou definições e conceitos da ciência física e matemática, codificados através de logaritmos computacionais, formula seu discurso teórico dentro (interior) do projeto digital.

Desde os textos de Peter Eisenman, Tschumi, entre outros, como antecedentes teóricos da arquitetura da década de 1990, até hoje, decorrem, em alguns casos, mais de duas gerações de arquitetos e arquiteturas.

1.3.2. Década da Crítica (2000)

A partir de 2000, um novo grupo de textos começa a surgir já em um contexto crítico.

Se no ACADIA, em 1998, o tema era “CAAD, or not CAAD?”, hoje, sua existência efetiva é inquestionável. No Sigradi 2004, perguntava-se: Qual o sentido da arquitetura no universo digital? No tema ‘O sentido e o Universo Digital’.

Em abril de 2008, foi realizada, em Harvard University Graduate School of Design, Cambridge USA, a primeira Conferência sobre Crítica Digital: Qual a questão? (What Matters?)⁴⁰

Entre os quarenta e cinco textos apresentados foram selecionados dois para comentar nesta tese: o primeiro sobre a interpretação errônea da desconstrução de Derridá: “*Deconstructing Materiality Harderials, Softerials, Minderials, and the Transformation of Architecture*”, de Mahesh Senagala da Universidade de Texas nos EEUU (University of Texas at San Antonio). E o segundo, sobre o aspecto comercial da tecnologia digital que influencia o pensar do arquiteto, e a proposta alternativa de abrir um espaço de transgressão para o uso criativo das ferramentas: “*Rethinking the Creative Architectural Design in the Digital Culture*”, de Serdar Asut da Universidade de Anadolu na Turquia (Anadolu University Department of Architecture, Eskisehir, TURKEY).

⁴⁰ (First International Conference on Critical Digital: What Matters(s)? Textos disponíveis em <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/>.

O ensaio de Senagala apresenta o desconstrucionismo, em uma aproximação ao convencional discurso sobre materialidade, remetendo-o a um arcabouço da tríade *harderials*, *softerials* e *minderials* (materialidade do *hardware*, do *software* e da mente)

A argumentação dirige-se da noção de *difference* em Derrida à dificuldade fundamental de compreender materialidade. Tirando o discurso sobre materialidade de dentro do domínio do digital, é apresentada uma discussão crítica *softerial* (*BREP Solids*, *Polynomial Surfaces* and *Isomorphic Polysurfaces*) e suas implicações com a arquitetura.

São levantadas questões sobre possível (*material-envy and materiality-complex*) na profissão de arquitetura. São expostas diferentes estratégias *binary* porque *softerials* são relegados a um status secundário pelos arquitetos.⁴¹

O ensaio de Asut examina os efeitos das ferramentas digitais no projeto arquitetônico, como instrumentos que afetam o modo de pensar o projeto. Parte do pressuposto de que se as ferramentas utilizadas no projeto de arquitetura são, em sua maioria, comerciais, pode-se dizer que o ‘pensar’ o projeto, a identidade do projeto e a criatividade do projetista são definidas pelas companhias que desenvolvem as ferramentas. Entretanto, os arquitetos têm que ser capazes de manipular estas ferramentas e personalizá-las a fim de libertar seu pensamento projetual e sua criatividade. O ensaio abre recursos de desenvolvimento, a fim de redefinir criatividade na arquitetura digital.⁴²

O trabalho de Asut, que discorre sobre a função do Hacker e da transgressão, vem de encontro ao referencial teórico de Flusser e à discussão central desta tese, no sentido de trabalhar no ateliê de

41 This paper presents a deconstructionist close reading of the conventional discourses about materiality by forwarding a triadic framework of *harderials*, *softerials* and *minderials*. The discourse draws from the Derridan notion of *différance* in articulating the fundamental difficulty in understanding materiality. Taking the discourse about materiality into the digital realm, a critical discussion of *softerials* (*BREP Solids*, *Polynomial Surfaces* and *Isomorphic Polysurfaces*) and their implication to architecture are presented. Questions about a possible *material-envy and materiality-complex* in architectural profession are also raised. Different *binary*, strategies by which *softerials* are relegated by architects to a secondary status of “*media*” are exposed.

42 This paper tries to examine the effects of emerging digital tools in architectural design. Digital tools are not only practical instruments used for drawing, but they also affect design thinking. As the ones that are used in architectural design are mostly commercial, one can say that design thinking, the identity of the design and the creativity of the designer are defined by the companies which develop these tools. Therefore architects have to be able to manipulate these tools and personalize them in order to free their design thinking and creativity. This paper addresses the open source development in order to redefine creativity in architecture of digital culture. [...] “Christian Pongratz e Maria Rita Perbellini – “Natural Born Caadesigners – Young American Architects” - Foreword by Antonino Saggio – Basel; Boston; Berlin: Birkhauser,2000

projeto, o programa, em seus vários sentidos, gerando um espaço de jogo e transgressão que estimule a criatividade, e os limites dos programas, como um elemento de alto poder cognitivo, isto é, utilizar a tecnologia digital na construção do conhecimento arquitetônico, de maneira criativa.

No livro *Natural Born CAAD Designer*, publicado em 2000, Pongratz e Perbellini fazem um estudo, sobre a geração de arquitetos, que tem chegado à cena arquitetônica nestes últimos cinco anos, acompanhando sua trajetória em vários aspectos desta questão procurando compreender a “architectural imprinting” (re-impressão- marca arquitetônica) destes novos projetistas.⁴³ Fazem o questionamento: "Agora, tendo nascido quando um objeto ou uma importante tecnologia já é parte do ambiente de nossa vida, caracteriza nossa visão das coisas e do mundo?".

Em relação ao uso do computador, Montaner, escreve que:

“O uso do computador nos projetos artísticos e de arquitetura permitiram aproximar-se do terreno do imensurável e do inimaginável. As formas mais complexas podem ser imaginadas, representadas através de simulações e se tornarem reais. Se fazem evidentes formas dinâmicas, fluídas, cinemáticas, estruturadas nas triangulações do computador, potencializadas pelos novos métodos de representação e criação, tal como as viagens aéreas potencializaram novas visões das cidades e do território. A complexidade e o caos se relacionam com uma nova visão, ávida por experimentação. Em resumo, não pode haver história do passado como ocorreu na realidade, so podem haver interpretações históricas e nenhuma definitiva; e cada geração tem o direito as suas próprias”. (Montaner, 2002: 203)⁴⁴

Na virada do século, existe uma preocupação entre os teóricos da arquitetura, no sentido de estabelecer quadros de referência que estabeleçam relações.

Luiz Fernando Galiano publica em *Arquitectura Viva*, “La década digital, uma crônica de los noventa”. E, em 1990, é iniciado o Projeto Missões - computação gráfica. É apresentado em São Paulo como um caso de reconstituição computadorizada de um monumento histórico, cujo modelo digital,

⁴³ This book shows that Karl Chu, Greg Lynn, Reiser+Umemoto, Nonchi wang, Neil Denari, Diller + Scofidio, Winka Dubbeldan, Marcos Novak, Hani Rashid and Lise Couture, [...]have set up their research camps in lands faraway from those of the preceding generations.” Op.Cit. p.6

⁴⁴ The Open Society and Its Enemies, Karl Popper, George Routledge & Sons, Londres 1945. In Montaner, 2002: 189

gerado em 1990-91 permaneceu no tempo, sendo utilizado por 12 anos, até a última mídia gerada em CDROM. Um patrimônio da computação gráfica, cuja vida útil acompanhou todas as mudanças de *software* e de *hardware*. Até hoje é factível de uso, se os *backups* puderem ser abertos pelos novos *hardwares* e *softwares*, que se tornam obsoletos rapidamente, não por necessidade do homem, mas por necessidade de um parque produtivo que gera tecnologia forçando a criação de um mercado consumidor. A memória digital torna obsoleta e sem acesso a memória da humanidade?

A tecnologia de software, cada vez mais sofisticada e menos transparente - embora o usuário pense que é mais transparente, pois precisa fazer menos operações de *input* para obter o *output* – pensar menos – leva o operador a mudar de versão, sem ter explorado tudo que a versão anterior possibilitava.

A diminuição de *inputs*, em algumas atividades, economiza de fato ‘tempo burro’, principalmente aquelas de cunho burocrático e operacional, em atividades que exijam raciocínio, no entanto, ‘economizam’ o tempo de ‘pensar’ o tempo de refletir sobre aquilo que estamos fazendo. Um *output* sem reflexão prévia rouba um caminho importante para a decisão de Projeto.

Em 2005, Rivka Oxman propõe um quadro teórico para esta ‘nova forma de projetar’, procurando explicar este fenômeno emergente a partir de quatro classes de modelos paradigmáticos: *CAD Model* (primeira ruptura com pouco efeito inicial sobre o processo de projeto), *Digital Formation Model* (composição associada à topologia, à geometria não-Euclidiana, parametrização e animação), *Generative Model* (formas definidas por algoritmos generativos) e *Performance Model* (desempenho do projeto a partir de variáveis externas).

Para isso:

“Observamos abordagens complementares para o projeto e propomos que um ambiente de tecnologia aberta livremente construída continuará a crescer conforme a tecnologia e proverá um solo fértil para futura exploração e desenvolvimento. As ferramentas computacionais de projeto que são usadas na prática profissional, são resultado de quarenta anos de pesquisas, desenvolvimentos e comercialização. Elas avançaram de linhas 2D desenhadas em telas vetoriais para refinados *renderings* em tempo real

com iluminação, materiais e animação usando tecnologia de escaneamento *raster*. A interface avançou, embora menos dramaticamente”⁴⁵ (Oxman, 2005: 233)

Mcluhan e Flusser, embora não tivessem vivido o apogeu do fenômeno digital, anteciparam idéias que ainda dão suporte ao entendimento da era da Informação e das transformações na concepção do espaço e do tempo decorrentes da eletrônica.

Macluhan em seu livro, *Understanding Media*, de 1964, dizia que

“a velocidade elétrica tende a abolir espaço e tempo da consciência humana. Não existe atraso no efeito de um evento sobre outro. A extensão elétrica do sistema nervoso cria um campo unificado de estruturas inter-relacionadas organicamente que chamamos de a atual Era da Informação”. (Mcluhan, 1964: 47)

Para Flusser, as imagens são superfícies que pretendem representar algo que se encontra fora no espaço e no tempo. E, enquanto as imagens tradicionais imaginam o mundo, “as imagens técnicas imaginam textos que concebem imagens que imaginam o mundo. Essa condição das imagens técnicas é decisiva para seu deciframento”. (Fluser, 2002: 7 e 13)

Essa transformação que está acontecendo, pelo lado da revolução da mídia eletrônica, tem tido um profundo impacto no pensamento arquitetônico. Rejane Spitz, em seu ensaio sobre “Design e espaço na era da informação ou o ciberespaço absorvido pela arquitetura”, apresenta as possibilidades mais importantes na transposição da atual era da Informação *in to built matter*⁴⁶.

“A atitude pop de arquiteturas caras é a primeira manifestação desta arquitetura orientada pela mídia, seguida pelo deconstrutivismo da vista e do espaço. Em uma transformação mais dramática, vemos a assimilação do digital, adicionando interatividade e mobilidade ao ambiente construído,

45 “We observe complementary approaches to design and propose that an open and loosely constructed technology environment will continue to build upon existing software technology and provide a fertile ground for further exploration and development. The computer aided design tools that are used in professional design practice are the result of forty years of research, development, and commercialization. They have advanced from managing 2D line drawings displayed on vector screens to quite exquisite real time rendering of scenes with lighting, materials, and animation using raster scan technology. The interface has advanced, though less dramatically”.

46 Materialização da construção. Tradução do autor

desmaterializando em *pixels* em constante mutação, transformando o sólido em velocidade e luz”.⁴⁷
(Spitz, 2004: 411)

A substituição das informações é rápida demais para que haja uma compreensão organizada e as imagens em movimento dificultam a decodificação racional, afetando nossa noção de temporalidade e de espacialidade.

“A crescente tendência de se instalar telões de cristal líquido nas construções tanto em escala urbana quanto arquitetônica está resultando na quase completa cobertura de paredes, chão e teto concretos por imagens animadas. A partir do momento em que a parede virtual é inserida na arquitetura, o cérebro precisa de novos apoios de orientação espacial, pois aqui a configuração espacial é constantemente mutável e envolve completamente o observador. Os parâmetros concretos da arquitetura são substituídos por pixels luminosos que mostram tridimensionalidades ilusórias em movimento. Quando o cristal líquido se transforma em material de construção, o real e o virtual estão fundidos sem que possamos distinguir realidade de simulação”. (Spritz, 2004: 411)

A arquitetura do mundo digital, embora tenha um forte componente estético do ponto de vista de sua imagem visual, representada pelas formas irregulares de suas superfícies, justificada pela geometria topológica inserida nos softwares de modelagem, vem sofrendo transformações cujas causas extravasam a mera estética geométrica e devem ser buscadas nas transformações da mídia digital em seus suportes de pixels luminosos⁴⁸.

Não podemos nos deixar ofuscar pelos pixels da mídia eletrônica, como meros espectadores. O arquiteto precisa ultrapassar a barreira da mídia, entrar por traz das superfícies, camada por camada, para decifrar a cada momento, em cada decisão de projeto, qual o sentido do uso da ferramenta e como ela pode ser exaurida, transformada e reprogramada para atender às necessidades de um mundo que espera por soluções arquitetônicas.

47 “The pop attitude of expendable architecture is the first manifestation of such media-oriented architecture, followed by the “deconstructivism” of sight and space. In more dramatic transformation, we see the assimilation of the digital adding interactivity and mobility to the built environment, as matter dematerializes in ever-changing pixels, turning solid into speed and light”.

48 Spritz, Sigradi 2004: 411

Fuão, no ensaio Sobre Programas e Necessidades, lembra que, “os homens criam programas e esses atuam sobre eles. Programas acabam gerando programas. O mito do arquiteto é de criador, e isto lhe corresponde também o de programador. Programas são o resultado de uma visão sobre o mundo. Uma idealização que necessita organizar-se, constituir-se em programa, por mais simples que seja, para concretizar-se enquanto construção.” (Fuão, 2004: 1)

É no deciframento das imagens, na desprogramação dos programas, na descoberta da natureza dos programas para transgredir suas ordens que, talvez, possamos entender e viver na Era Digital.

Tafuri, no livro Teoria e Storia, editado em 1968 e reeditado em 1976, diz que a crítica da arquitetura se encontra atualmente (referindo-se à época da edição) numa situação bastante difícil. Os problemas que afetavam o autor não mudaram, segundo ele, em 1976. Também podemos dizer, parafraseando o autor, que nos encontramos em uma situação bem ‘difícil’ em 2008.

Acrescenta Tafuri que

“Crítico significa, na realidade, apreender a fragrância histórica dos fenômenos, submetê-los ao crivo de uma rigorosa avaliação, revelar as suas mistificações, valores, contradições e dialéticas íntimas, fazer explodir toda sua carga de significados. Mas quando mistificações e destruições geniais, historicidade e anti-historicidade, intelectualismos exasperado e mitologias desarmantes se interligam de um modo tão indissolúvel na produção artística, como se verifica no período que estamos a viver atualmente, o crítico vê-se obrigado a instaurar uma relação extremamente problemática com a praxis operativa, tendo em conta a tradição cultural em que se move. (Tafuri, 1988: 21)

O forte componente ideológico das palavras de Tafuri encontra eco nas idéias de Montaner ao dizer que a crítica deve esclarecer que

“obras são movidas por uma esfera mais especulativa e de dominação e quais surgem como expressão das necessidades coletivas[] toda construção surge em um contexto social, político e econômico [] toda grande obra é o resultado de interesses privados e públicos de diversos grupos e operadores

urbanos. Como demonstraram Manfredo Tafuri e Roberto Segre, cada obra de arquitetura possui uma missão ideológica”. (Montaner, 1999: 20)

Assim, embora não se tenha a oportunidade de visitar e conhecer a arquitetura que está no foco da revolução digital, os *softwares* e dispositivos que auxiliam na produção dessa arquitetura em outros países, fazem parte dos Cursos de Arquitetura nacionais, via ateliê de projeto, ou via polos de pesquisa em prototipagem, CNC, e algumas tentativas pontuais de utilizar as TI e TC em *workshops*, geralmente em conjunto com universidades do exterior, em uma junção de esforços para acompanhar o desenvolvimento dos *Softwares*, TI e TC.

O desenvolvimento da arquitetura brasileira acompanhou e sofreu mudanças com a tecnologia do CAD e do GIS, tanto no ensino, como no âmbito profissional. No entanto, programas que trabalham com geometrias complexas como Rhinoceros, Maya, 3DStudio, conformando formas irregulares, ainda não fazem parte de uma arquitetura construída. Já se encontram, no entanto, quietos, nos laboratórios e notebooks dos nossos estudantes, prontos para saltar a qualquer toque do mouse.

Procedimentos pedagógicos procuram situar esses *softwares* no âmbito da arquitetura, desenvolvendo no ateliê de projeto atividades que, envolvendo a geração de formas irregulares, em analogia a exemplos paradigmáticos da história ou no confronto com modelos físicos e digitais de formas livres como referências a um processo de projeto, utilizando outras mídias eletrônicas e digitais, para entender a dialética do espaço arquitetônico e sua representação. Ou ainda, escolas de arquitetura onde os *softwares* não estão no *input/output* do pensar processo e projeto, ficam no imaginário dos estudantes e dos pesquisadores formas que proliferam na WEB, como ficção, de lugares externos a nossa realidade.

No entanto, influenciam, interferem e muitas vezes são objetos de desejo do estudante para poder testar sua habilidade no *software*, ou até para experienciar outras estéticas formais e espaciais, assimiladas da mídia arquitetônica.

No meu entendimento, a experimentação e o conhecimento devem ser propiciados pelas escolas de arquitetura, dentro do ateliê de projeto, acompanhado de discussões em ambientes que propiciem ao estudante criar uma consciência crítica no uso da tecnologia. Os estudantes devem testá-la de todas as maneiras, com aportes teóricos e práticos que lhe permitam avaliar o fenômeno do digital

em arquitetura através da experimentação. Esta deve fazer parte do ambiente do ateliê, criar procedimentos que permitam a liberdade de criar, experimentar/experienciar e avaliar. A tecnologia utilizada para oportunizar o rompimento de limites, para que o estudante possa estabelecer o limite, desenvolvendo uma crítica fundamentada na prática profissional.

Conforme relatado até aqui, ao procurar entender, no entanto, o fenômeno digital da arquitetura do século XXI, a diversificação de propostas, experimentos e questionamentos, por um lado nos faz buscar o aporte crítico em outras áreas do conhecimento e, por outro lado de dentro do próprio projeto digital procurar entender o impacto que as arquiteturas assim pensadas têm naquele que é o objeto de nosso trabalho, o homem como indivíduo e como ser social.

1.3.3. Flusser – Uma visão crítica da pós-modernidade

A escolha de Vilém Flusser como base filosófica para o argumento da tese: 'programas', deve-se à crítica que o autor faz à tecnologia digital, partindo da natureza da fotografia e das implicações, que o desconhecimento, por parte do fotógrafo, do funcionamento da caixa preta, trazem a cultura contemporânea; implicações estas referidas no modo como se relaciona a imagem técnica, o hardware e o software, com aqueles que, de algum modo, participam deste universo.

Embora em seu livro "Filosofia da Caixa Preta", um dos mais conhecidos, a referência esteja na caixa preta da máquina fotográfica, em seus outros livros, traduzidos e publicados no Brasil em 2006 e 2008, Flusser se refere diretamente à tecnologia digital e à virtualização de um mundo em rede. No livro "O Mundo codificado - por uma filosofia do design e da comunicação", de 2006, a filosofia flusseriana é aplicada diretamente ao hardware, software e ao papel do designer.

O livro "O elogio da superficialidade", foi a seqüência da "caixa preta", talvez conforme escreve no prefácio Norval Baitello Junior, "pretendendo corrigir a leitura simplista que ocorreu àquele, inevitavelmente provocada pela crença de que se tratava de livro sobre fotografia". Este livro apresenta um estudo das conseqüências sócio-ambientais, sobretudo na cultura, geradas pela proliferação das tecno-imagens. (Flusser, 2008:10)

Vilém Flusser, filósofo tcheco-brasileiro⁴⁹, publicou em 1985, “Filosofia da caixa preta”, versão feita para o português pelo próprio autor de seu livro *Für eine Philosophie der Fotografie* (1983).¹⁵⁷ Descendente de uma erudita família judia, nasceu em Praga, em 12 de maio de 1920. Em 1939, fugindo do nazismo foi para Londres, de onde um ano depois emigra para SP, onde ficará por mais três décadas, quando retorna a Europa.

Tomando como pretexto o tema fotografia, desenvolve uma visão crítica da pós-modernidade, centrando sua filosofia em torno do conceito de *aparelho* como ordenador da cultura contemporânea⁵⁰. O fotógrafo, segundo Flusser, concentra o interesse do fazer no instrumento, não na obra. E isto se dá por duas razões distintas: a máquina fotográfica é um novo tipo de instrumento; a fotografia é um novo tipo de obra. Na época pré-industrial, o instrumento não mais funciona em função do homem, mas o homem passa a funcionar em função do instrumento. Máquinas fotográficas são instrumentos pós-industriais, aparelhos; devido a sua impenetrável complexidade, são ‘caixas pretas’.⁵¹

Na verdade, Flusser só reconhece uma época comparável com a nossa: aquela que ocorreu na Antigüidade, quando o homem passou de um estágio pré-histórico e mítico para uma fase histórica, lógica e baseada na escrita alfanumérica. No atual estágio, chamado por Flusser de pós-histórico, a ‘escritura’ é construída com ou por máquinas e consiste essencialmente numa articulação de imagens – no limite, imagens digitalizadas, multiplicáveis ao infinito, manipuláveis à vontade e passíveis de distribuição instantânea a todo o planeta. Caracteres se tornam bytes, seqüências de texto se convertem em seqüências de *pixels*, os fins e os meios são substituídos pelo acaso, as leis pelas probabilidades e a razão pela programação. (Flusser, 1978)⁵²

49 O livro de Vilém Flusser, publicado primeiro em alemão, foi traduzido para 14 línguas

50 Ricardo Mendes, p.2 - Apontamentos para uma leitura sobre fotografia e filosofia na obra de Vilém Flusser em <http://www.fotoplus.com/download/2004apontamentos.pdf>

Uma frase do prefácio da primeira edição de Filosofia da caixa preta (Hucitec, 1985, p.8), “A intenção que move este ensaio é contribuir para um diálogo filosófico sobre o aparelho em função do qual vive a atualidade, tomando por pretexto o tema fotografia.”

51 Flusser, Vilém “O instrumento do fotógrafo ou o fotógrafo do instrumento?” Ensaio publicado Na Revista Íris em agosto de 1982 – <http://www.fotoplus.com/fbp/fbp017/b0117c.htm> acessado em 9/12/2008

52 Em Arlindo Machado, p. 74 - TECNOLOGIA E ARTE CONTEMPORÂNEA: COMO POLITIZAR O DEBATE Revista de Estudios Sociales no. 22, diciembre de 2005, 71-79.

Vilém Flusser, desde a publicação de seu livro *Filosofia da caixa preta* em 1983, tornou-se uma referência para a reflexão em torno da tecnologia digital, principalmente na função que a imagem técnica assume na sociedade pós-industrial, desde os aparelhos até os meios de comunicação. Da antiga máquina fotográfica até o computador.

Ricardo Mendes considera fundamental delinear o horizonte onde se estrutura a obra flusseriana, uma vez que a produção de Flusser foi regularmente caracterizada como dispersiva tematicamente e criticada por sua ausência de método. No texto “Apontamentos para uma leitura sobre fotografia e filosofia na obra de Vilém Flusser” (2004), sintetiza os aspectos da obra de Flusser, que são importantes destacar para entender a Filosofia da Caixa Preta.

As questões da língua, a qual deve ser entendida de forma mais adequada como linguagem em todas as suas modalidades, é o tema de seu primeiro livro – “Língua e realidade” (Herder, 1963). Flusser propõe, então, uma análise que estabelece uma visão integradora de diferentes modalidades, da expressão verbal a visual e sonora. Sua intenção é definir um modelo que permita entender a comunicação em sua prática cotidiana, mas que aponte também para a produção criativa. A leitura dessa obra é essencial para compreender em contexto mais amplo aspectos que surgirão anos mais tarde ao abordar as tecnoimagens, em especial o conceito de liberdade do fotógrafo. (Mendes, 2004: 2)

Em meados da década de 1960, Flusser atua como professor em filosofia da ciência na Escola Politécnica, e produz seus primeiros artigos sobre automação e cibernética, utilizando aqui a terminologia de época. Em paralelo, dedica-se à teoria da comunicação. Entendam-se nesta perspectiva, dois desdobramentos significativos de sua produção: um, enfocando os gestos, e outro, numa complementação possível, os objetos.

É nesse quadro de preocupações definidas em meados da década de 1960 que é possível identificarmos a elaboração de uma obra teórica marcada por uma ‘visão aparelhística’ da cultura contemporânea. Noções de ‘aparelho’ e do ‘funcionário’ tornam-se freqüentes em sua obra ao final daquele período.

A aplicação do conceito do aparelho como ordenador da cultura contemporânea parece estar completa em sua obra ao final de 1980, de quando data o manuscrito em português do livro *Pós-história*, publicado apenas em 1983. A noção do aparelho introduz um tema correlato: o da liberdade. Este será um aspecto conflituoso em seus textos.

O trabalho de Flusser parece caracterizar-se em meados da década por dois aspectos relevantes: a análise epistemológica, que aproxima continuamente os campos da ciência e da arte, e o método fenomenológico adotado. Em seu ensaio *Aparelhos fotográficos*, Flusser trata a câmera fotográfica como modelo de conhecimento. Essa aproximação marcará a incorporação da fotografia na obra de Flusser nos próximos anos até ser deslocada e re-interpretada de forma mais abrangente, ao final da década de 1970. Em setembro de 1973, elabora uma aproximação, algo imprecisa, que ganhará forma dois anos depois: “A fotografia é a filosofia de nosso tempo.”⁵³

Nessa apresentação, Flusser propõe a fotografia como um gesto de olhar, uma teoria, utilizando uma abordagem que se aproxima daquela apresentada posteriormente no texto “O gesto de fotografar”. No entanto, sua produção posterior, cristalizada no capítulo *O gesto de fotografar*, começará a indicar uma transição: uma alteração de enfoque que se dará em “Filosofia da caixa preta”. Flusser estabelece com maior clareza a proposição de uma análise fenomenológica dos gestos humanos, visando estabelecer numa teoria, que ainda marcada pelo aspecto da comunicação, seria superior e mais abrangente. Subentende-se que tal fenômeno – o gesto – seria um elemento revelador da relação homem/realidade.

Dos textos sobre fotografia, que precedem *Filosofia da caixa preta*, é este capítulo o mais significativo no que toca ao método de análise empregado, a fenomenologia. Em *O gesto de fotografar* ganha maior relevância na análise o aspecto da interação homem-máquina, cristalizada no conceito de liberdade do fotógrafo. Este aspecto revela na obra de Flusser, um dos principais pontos críticos em sua interpretação aparelhística.

A questão da liberdade na obra de Flusser merece estudo detalhado e cuidadoso. Nos primeiros momentos, ele propõe ações como explorar as falhas dos programas, os defeitos ocultos nos aparelhos. No entanto, essas proposições parecem ser abandonadas e como será freqüente na sua produção da década de 1980, o autor remeterá essa possibilidade em direção a um novo interlocutor desejado: os artistas (e no caso, os fotógrafos).

53 Flusser aborda ainda na mesma carta, com mais clareza o tema da liberdade do fotógrafo, propondo exercícios de análise sobre a relação máquina-corpo: “Será a máquina ‘parte do corpo’ ou estará entre ‘memória’ e ‘corpo’? Ou será ilustração que ‘memória’ faz parte de ‘corpo’?”

Ricardo Mendes conclui sua revisão observando que uma leitura da obra de Flusser que não considere o quadro geral apresentado é severamente redutora. Aspectos centrais como ‘programas e simulações’ derivadas, expressos desde sempre em sua produção, ficariam completamente obscurecidos. E aponta referências filosóficas a partir das quais ele trabalha: o Existencialismo e a Fenomenologia.

Vilém Flusser, a partir de uma visão humanística, ao considerar o computador como um meio intelectual e criativo, porém complexo, em sua interação com as forças do poder que regem o mundo contemporâneo, sugere a estratégia do jogo, como uma forma de lidar com essa complexidade ‘ideológica’ ao uso dos ‘aparelhos’ e seus programas. Eva Batlickova⁵⁴ referindo também às críticas ao método pouco científico de Flusser, observa que não foi falta de seriedade que levou Flusser ao discurso cientificamente incorreto, mas a tentativa de mostrar como este discurso é limitador para exprimir a complexidade do pensamento humano.

O texto de Batlicková “A insustentável leveza de pensar: - Jogos, joguinhos e jogaços de Vilém Flusser” mostra que o procedimento ‘não ortodoxo’ adotado por Flusser, para desenvolver seu pensamento e teoria, coincide com a própria estratégia proposta como saída para lidar com os o uso dos aparelhos e programas.

Para este fim, ele desenvolveu várias estratégias. A arma mais poderosa do filósofo é o jogo. Não um jogo qualquer, evidentemente.

No seu livro *Fenomenologia do brasileiro*, escrito logo depois de sua saída do Brasil, Flusser descreve três estratégias que podem ser usadas durante um jogo. Por exemplo: jogar para ganhar, arriscando derrota. Ou jogar para não perder, para diminuir o risco da derrota e a probabilidade da vitória. Ou jogar para mudar o jogo. Nas duas primeiras estratégias o engajado se integra no jogo, e este passa a ser o universo no qual existe. Na terceira estratégia o jogo não passa de elemento do universo, e o engajado está “acima do jogo”. (Flusser, 1998a: 169-170)

54 Eva Batlickova, Graduiu-se em Língua Portuguesa, em Brno, República Tcheca, com um trabalho sobre o filósofo tcheco-brasileiro Vilém Flusser em sua fase brasileira. É autora de diversos artigos. Escreveu o Ensaio diabólico do livro de Vilém Flusser “A História do Diabo”, editora Annablume. Revisão do artigo p Leandro Pires Salvador

Vilém Flusser usa a estratégia três para as suas obras, mas o que varia é a grande escala de formas de sua aplicação.⁵⁵ O modelo teórico de interpretação do universo computacional, proposto por Flusser, adequa-se à argumentação desta tese cujo pressuposto estabelece a correspondência entre os operadores dos programas gráficos computacionais e os operadores do projeto arquitetônico e considera o grau de ingerência dos programas na formalização da arquitetura.

1.3.4. Filosofia da caixa preta e arquitetura

Desde a antiga máquina fotográfica até o computador, diz Flusser, que “pela primeira vez, uma imagem do mundo exterior se forma automaticamente, sem a intervenção do homem”,⁵⁶ e procura explicar o dilema entre o real e o imaginário que invade a atualidade, à partir da noção de ‘caixa preta’ cujo funcionamento misterioso escapa ao usuário:

“[...] quem recorre a aparelhos sabe confusamente o que se passa no interior da tal caixa. Os aparelhos são ‘caixas pretas’ que simulam o pensamento humano, graças a teorias científicas, as quais, como o pensamento humano, permutam símbolos contidos em sua “memória”, em seu programa. *Caixas pretas* que brincam de pensar”. (Flusser, 2002: 28)

A diferença de sua argumentação para explicar a substituição do paradigma industrial pelo paradigma informacional, em relação a outros pensadores, como, por exemplo, McLuhan⁵⁷, que também buscou expressar o fenômeno da automação e suas conseqüências no mundo contemporâneo, difere no fato de seu ponto de vista estar situado “dentro da funcionalidade da máquina”.

Nesse contexto, a ‘caixa-preta’ é um aparelho tecnológico, no qual o operador –funcionário tem um completo desconhecimento do que acontece em seu interior, podendo avaliar apenas o que entra e o que sai, através do *input* e *output*, definido pelo programador.

55 Batlicková op.cit “insustentável leveza de pensar: - Jogos, joguinhos e jogaços de Vilém Flusser Studies 03

56 Gustavo Bernardo . OP.Cit. p.2

57 McLuhan, Marshal – 1964 – Comprender los médios de comunicaci3n las extensines del ser humano – desenvolve sua teoria á partir da percepç3o (5 sentidos) e por suas ampliaç3es tecnológicas – extens3es – informaç3es –Vê o processo da automaç3o e do computador do ponto de vista da era da eletricidade que unifica e acelera as partes do processo através da velocidade no fluxo de informaç3es e na “retroalimentaç3o:”o dialogo da maquina com o ambiente”.Cap. La automatizacion p.351 a 362

O 'programador' gera 'programas' que geram outros programas: [...] dois programas que se co-implicam, tendo na sua base (princípio), a fábrica, aparelho programado para programar aparelhos, que está instalada num parque industrial, um aparelho que é programado para programar indústrias, inserido dentro de um quadro econômico-social, um aparelho programado para programar a indústria como um todo e situado dentro de um panorama político cultural; e assim por diante. (Flusser, 2002: 27)

A reflexão sobre o universo fotográfico: o 'aparelho', o 'funcionário' e os 'programas' são tomados como pretexto pelo autor, para desenvolver um pensamento crítico a toda a tecnologia, aplicável diretamente ao universo computacional.

Todo esse processo que se dá dentro da caixa preta, embora possa ser associado ao princípio ótico da 'câmara obscura',⁵⁸ da câmara fotográfica, no caso de Flusser, refere-se ao fato de ignorarmos o processo mágico que ocorre dentro (e fora) da caixa, a magia e o poder da imagem e todos que trabalham com esta imagem. A origem do termo 'caixa preta' vem da cibernética. Na eletrônica, é utilizado para designar uma parte complexa de um circuito eletrônico que é omitida intencionalmente no desenho de um circuito maior (geralmente para fins de simplificação) e substituída por uma caixa (*Box*) vazia, sobre a qual apenas se escreve o nome do circuito omitido.

Na cibernética, dá-se o nome de 'caixa preta' a um dispositivo fechado e lacrado, cujo interior é inacessível e só pode ser intuído através de experiências baseadas na introdução de sinais de onda (*input*) e na observação da resposta (*output*) do dispositivo. Assim, a metáfora da caixa-preta, de recurso simplificador para desenhistas de diagramas eletrônicos, acabou por designar a complexidade, e até mesmo a incompreensibilidade. (Krause, 2000: 6)

No entender de Flusser, o transporte desse conceito para a filosofia e especificamente para a fotografia possibilita exprimir um problema novo, uma vez que a fotografia foi justamente onde surgiu o primeiro dispositivo como um aparato tecnológico, que se podia utilizar e dele tirar proveito, "sem que o utilizador tenha a menor idéia do que se passa em suas entranhas". (Flusser, 2002: 43)

58 conhecida pelo menos desde 400 AC. A câmara escura originalmente consistia num quarto totalmente sem luz com um orifício em uma das paredes através do qual se projetava na parede oposta uma imagem invertida. Bernardo, Gustavo [A ARTE DE ESCREVER COM LUZ: memória, fotografia e ficção](http://www.designsorocaba.com.br/AI%C3%A9m%20da%20Escrita%20com%20a%20Luz.doc). <http://www.designsorocaba.com.br/AI%C3%A9m%20da%20Escrita%20com%20a%20Luz.doc> acessado 12/12/2008

O fotógrafo, em geral, não conhece todas as equações utilizadas para o desenho das objetivas, nem as reações químicas que ocorrem nos componentes da emulsão fotográfica. A rigor, pode-se fotografar sem conhecer as “leis de distribuição da luz no espaço, nem as propriedades fotoquímicas da película, nem ainda as regras da perspectiva monocular que permitem traduzir o mundo tridimensional em imagem bidimensional”.

Também o projetista desconhece o que acontece no interior dos programas computacionais; pode operá-los através de sua interface desde que conheça as regras do software

Os programas computacionais utilizados na arquitetura são mais complexos quanto à estrutura de dados e linguagem de programação, além de mais difíceis de manipular. O surgimento do computador e das imagens digitais fez com que as imagens técnicas se revelassem resultado de um processo de codificação icônica de determinados conceitos científicos. O computador permite forjar imagens tão próximas da fotografia que dificulta distinguir entre a imagem sintetizada com recursos da informática e aquela registrada por uma câmera. No computador, porém, tanto a ‘câmera’ que se utiliza para descrever as trajetórias no espaço como as ‘objetivas’ de que se lança mão para dispor os campos focais como ainda os focos de ‘luz’ distribuídos na cena para iluminar a paisagem, são operações matemáticas e algorítmicas. (Machado, 2000)⁵⁹

No computador, objetos em 3D, são construídos e manipulados por números que não aparecem, enquanto aparece somente a rotação das imagens destes objetos. Os números que não aparecem comporiam a quarta dimensão.

“A “objetiva” com que se constrói um campo perspectivo não é mais, no computador, um objeto físico, mas determinados cálculos de ótica; a “luz” é um algoritmo de iluminação baseado em leis da ótica; a “película” é um programa de visualização (*rendering*), que permite expor numa tela de monitor o objeto (ou partes dele) definido matematicamente na memória do computador; o “enquadramento” é uma operação de *clipping* (recorte aritmético das partes do objeto que “vazam” para fora da janela de visualização); o “ponto de vista” é um determinado posicionamento de um ponto imaginário de visualização em relação a um sistema de coordenadas x, y e z, e assim por diante”. (Krause, 2000: 9)

⁵⁹Machado, Arlindo em: KRAUSE, Gustavo Bernardo & MENDES, Ricardo (orgs). Vilém Flusser no Brasil. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.

Flusser propõe outro olhar. Um olhar de dentro da estrutura que suporta o fenômeno das imagens: *hardware* e *software*. Do interior do suporte, ele olha para os que operam, programam, são programados, gerenciam e empreendem os softwares. E neste olhar, a imagem técnica é uma superfície com significado que pode ser transferida de um suporte a outro, apreendida com um só olhar.

“Imagens são superfícies que pretendem representar algo. [...] algo que se encontra lá fora e no tempo. [...] o significado da imagem encontra-se na superfície e pode ser captado por um golpe de vista.[...] Imagens são códigos que traduzem eventos em situações, processos e cenas [...] substituem eventos por cenas [...] são mediações entre o homem e o mundo [] o homem ao invés de se servir das imagens em função do mundo, passa a viver em função de imagens. Não mais decifra as cenas da imagem como significados do mundo, mas o próprio mundo vai sendo vivenciado como conjunto de cenas. [...] as imagens técnicas, atualmente onipresentes, ilustram a inversão da função imagética e remagicizam a vida”. (Flusser, 2002: 7 e 9)

Flusser, ao analisar que tipo de ‘magia’ é essa das imagens técnicas, se refere aos programas, ao input e output, e á necessidade de entender esses programas para poder exercer a crítica sobre as imagens produzidas através deles.

A magia atual ritualiza outro tipo de modelo: os *programas*. [...] programa é modelo elaborado no interior mesmo da transmissão, por ‘funcionários’. A nova Magia é ritualização de programas, visando programar seus receptores para um comportamento mágico programado. [...]
“[...]Mas tal complexo “aparelho-operador “ [...] parece ser canal que liga imagem e significado [...] porque o complexo “aparelho-operador” é demasiadamente complicado para que possa ser penetrado: é *caixa preta* e o que se vê é apenas *input* e *output*. Quem vê *input* e *output* vê o canal e não o processo codificador que se passa no interior da *caixa preta*. Toda crítica da imagem técnica deve visar ao branqueamento dessa caixa”. (Flusser, 2002: 15 e 16)

Flusser apresenta o "aparelho" como meio de modificação do homem e não como instrumento que trabalha no lugar do homem.

A ação do projetista (arquiteto ou estudante) se dá no sentido de transformar o mundo através da arquitetura. Sua atividade de produzir, manipular e armazenar projetos de arquitetura está sendo

intermediada pela tecnologia digital (hardware e softwares). Programas computacionais que trazem inscrito em sua programação, diferentes processos de modelagem 3D, possibilitam a geração de formas complexas e a metamorfose de formas orgânicas. Os requerimentos programáticos da arquitetura, são informações que circulam nos programas computacionais e dão forma às arquiteturas; ou se externalizam no espaço arquitetônico.

“Os aparelhos não são máquinas, no sentido industrial, são objetos do mundo pós-industriais para o qual não dispomos de categorias adequadas[...].

Não são instrumentos no significado tradicional do termo, pois os instrumentos simulam órgãos que prolongam, podem ser empíricos, como facas...ou técnicos quando usam teorias científicas na simulação de órgãos, são as máquinas da indústria (trabalham no lugar do homem) [...] A categoria fundamental do terreno industrial é o trabalho. Instrumentos trabalham. Aparelhos não trabalham. Sua intenção não é modificar o mundo, visam modificar a vida do homem. Embora os fotógrafos não trabalhem, agem. O fotógrafo produz símbolos, manipula-os, e os armazena. Esse tipo de atividade sempre existiu. Escritores pintores, contadores, administradores, sempre fizeram o mesmo. O resultado deste tipo de atividade são mensagens; livros, quadros, contas, projetos. Não servem para ser consumidos, mas para informar: ser lidos, contemplados, analisados e levados em conta em decisões futuras.

Pois atualmente a atividade de produzir, manipular, e armazenar símbolos (atividade que não é trabalho no sentido tradicional) vai sendo exercida por aparelhos. E tal atividade vai dominando, programando e controlando todo o trabalho no sentido tradicional do termo. A maioria da sociedade está empenhada nos aparelhos dominadores, programadores, controladores.[...]Se considerarmos o aparelho fotográfico sob tal prisma, constataremos que o estar programado é o que o caracteriza. As superfícies simbólicas que produz estão, de alguma forma, inscritas previamente “programadas”, “pré-inscritas” por aqueles que a produziram. As fotografias são realizações de algumas potencialidades inscritas no aparelho. O número de potencialidades é grande, mas é limitado: é a soma de todas as fotografias fotografáveis por este aparelho. A cada fotografia realizada, diminui o número de potencialidades, aumentando o número de realizações: o programa vai se esgotando e o universo fotográfico vai se realizando. O fotógrafo age em prol do esgotamento do programa e em prol da realização do universo fotográfico”. (Flusser, 2002: 32)

O usuário dos programas procura ter o domínio sobre o aparelho, no entanto, quanto mais domínio tem, paradoxalmente, mais é dominado. A potencialidade das técnicas, funcionalidades e os dispositivos dos programas computacionais utilizados no projeto de arquitetura adquirem cada vez mais

recursos e se tornam cada vez mais potentes (Por exemplo, projeto paramétrico, BIM, técnicas de animação na geração formal). O modelo digital passa a ser uma imagem técnica complexa e com cada vez mais informações. O projetista opera com a tecnologia digital buscando esgotar seu potencial em prol do universo arquitetônico

1.3.5. Filosofia da caixa preta e os ‘programas’

No ensaio, “Sobre Programas e necessidades”, Fuão (2004), consegue sintetizar de uma forma hipertextual o universo de Flusser e a arquitetura. As frases podem ser *linkadas* de diferentes formas e com inúmeras entradas, embora sua escrita seja seqüencial, não importa a ordem: a cada input diferente, novos significados são construídos, como em “La Rayuela” de Julio Cortazar.

“Os programas que o sistema produz são imbecilizantes. Ele opera através de programas e programações cujo objetivo é tornar o mundo inercial, repetitivo, igual, entorpecido. Homens criam programas e esses atuam diretamente sobre eles. Quando o arquiteto deixa de operar sobre os programas, abdica da possibilidade de atuar sobre o mundo. Ao priorizar a forma, acredita modelar, construir o mundo. Mas está só atuando na superfície do problema e não em sua essência”. (Fuão, 2004)

A criação de uma cena tridimensional, nos programas de *rendering*, sobrepõe mapas de texturas sobre os objetos modelados que adquirem propriedades visuais iludindo nossa visão. Simulando propriedades dos materiais, procuram se aproximar do mundo real, quando o que acontece é tornar esse mundo homogeneizado, com céus e texturas estabelecidas pelas bibliotecas de *bitmaps*, disseminadas nas arquiteturas geradas no universo de um 3DStudio ou qualquer outro programa que envolva o projetista e seu modelo, em um ambiente igual a muitos outros, porém em contextos sociais e culturais diferentes.

“Programas são resultado de uma visão sobre o mundo. Uma idealização que necessita organizar-se, constituir-se em programa, por mais simples que seja, para concretizar-se enquanto construção” (Fuão, 2000). As inúmeras possibilidades de texturas, cores e implicações formais que caracterizam efeitos de luz e sombra dos programas computacionais tocam em aspectos de imagem real e virtual, com implicações objetivas e subjetivas na obra arquitetônica, trazendo à tona questões de representatividade que refletem diretamente na arquitetura.

Por outro lado, a tecnologia pode ser interpretada, não só como ferramenta, mas em sentido exploratório, incentivando uma atitude de busca e experimento. “O Programa quando se torna programa se representa, formaliza, formata, edita, instrumentaliza, e aí o podemos reconhecer como tal”. (Fuão, 2000)

Para Flusser, a crise dos textos implica o naufrágio da História toda, que é, estritamente, processo de recodificação de imagens em conceitos.

“História é explicação progressiva de imagens, desmágicização, conceituação. Lá onde os textos não mais significam imagens, nada resta a explicar, e a história para. Em tal mundo, explicações passam a ser supérfluas: mundo absurdo, mundo da atualidade. Pois é precisamente em tal mundo que vão sendo geradas as imagens técnicas”. (Flusser, 2002: 11)

A automatização da produção, distribuição e consumo da informação, principalmente as imagens eletrônicas, difundidas pela televisão e as imagens digitais, difundidas no ciberespaço, tem ocasionado conseqüências para os processos de percepção individual e para os sistemas de organização social, de tal maneira que sua postulação teórica tem-se tornado uma referência para a reflexão em torno da tecnologia digital, principalmente na função que a imagem técnica assume na sociedade pós-industrial, desde os aparelhos até os meios de comunicação. (Machado, 2005: 74)

No texto “Folhas da arquitetura”, Fuão aborda esse aspecto ao analisar a proliferação de imagens de arquitetura nas revistas e a natureza dessas fotografias.

“A arquitetura começa a se tornar pura visualização de imagens, neste dilúvio de imagens que nos afoga, chegamos num ponto onde é difícil discernir uma boa arquitetura de uma má. Tudo que se vê nelas são superficialidades tomadas como realidade inquestionável e textos que presunçosamente analisam e tentam justificar as fotografias”. (Fuão, 2001:2)

O programa é modelo elaborado no interior mesmo da transmissão por “funcionários”. A nova magia é ritualização dos programas visando programar seus receptores para um comportamento mágico programado (Flusser, 2002: 23) “O arquiteto é o primeiro funcionário do sistema, pois ele tem

acesso à programação, ele é programador, o mais ingênuo e o mais temível ao mesmo tempo”. (Fuão, 2004: 2)

Desde a virada do século XX, o fenômeno digital em arquitetura, tendo passado o imagético deslumbramento inicial, começou a ser avaliado mais criteriosamente. Matrizes teóricas e estudos de caso mais aprofundados estão sendo efetuados nas universidades numa tentativa de entender as repercussões da tecnologia, nos últimos vinte anos. Esses trabalhos buscam conhecer os processos e as tecnologias que estão gerando essas arquiteturas. O projeto digital converge no modelo digital. O mundo projetual passa da representação da linha e do plano para a representação sólida.

Programas cada vez mais potentes e complexos se interpõem entre o sujeito e o objeto. Se o homem já tinha desaparecido das fotografias de arquitetura, esse fenômeno se acentua no espaço ascético do computador, ao qual retorna muitas vezes como um ser/entidade esteriotipado através de objetos RPC⁶⁰ 3D, ou avatares disseminados, na rede, através de *plugins*.

O objeto digital, manipulado pelo projetista, acentua seu distanciamento do mundo físico, reproduz (o projetista) um mundo imaginário, em que o software, é o protagonista do espaço arquitetônico, onde a representação captura a identidade do representado. No texto “Cidades fantasmas”, baseado em Flusser, Fuão se refere às cidades vazias (nas fotos e na cidade) como conseqüência da tecnologia e sua repercussão na compreensão do espaço arquitetônico, que pode ser transposto para o espaço do ambiente digital.

Uma das idéias que está por trás da exclusão da figura humana é a de mostrar como está feita a arquitetura e de como pode ser copiada e inspirar outras, ou seja, ela deve possuir clareza e legibilidade suficientes para a compreensão do espaço tal como é.

“O problema, no entanto, é a idéia por trás desse ”tal como é”. [...] Arquitetos e urbanistas continuam achando que o que se vê nas revistas e nas fotos (e o que se modela no computador) é exatamente

60 3D RPC ([Rich Photorealistic Content](#)) [People, Trees, Automobiles ...](#)

Fundamentalmente um RPC é uma imagem mapeada sobre um objeto. A diferença das imagens estáticas é que um objeto RPC atua como se tivesse um “motor” que as gira automaticamente de modo que sempre mirem a face para a câmera. Então quando colocamos um RPC em uma cena, ele determina onde se encontra a câmera com relação a si mesmo rotacionando a face para ela, isso é um RPC em sua forma mais simples. Existem basicamente quatro tipos de RPCs: 2d estáticos, 2d em movimento, 3d estáticos e 3d em movimento. <http://www.tresd1.com.br/artigos.php?t=14660> acessado em 4/3/2009

aquilo que está “lá fora”, e não conseguem perceber que estes edifícios [...] fazem parte de uma cidade imaginária. Essa cidade que se re-apresenta nada mais é que uma coletânea de edifícios-imagens [...] Uma cidade fantasma, onde não mora ninguém, (só os RPCs) totalmente oposta á cidade real”. (Fuão, 2001: 2)

É característica da imagem técnica desprezar seu suporte material. A informação não é aderente como o óleo na tela, e pode ser transferida de um suporte a outro, (do vídeo ao armazenamento digital ou eletromagnético, à projeção) seu valor não é como objeto, mas como informação pura (alfa-numérica) visualizada como cenas, ao mesmo tempo, em diversos suportes.

“[...] as imagens técnicas, longe de serem janelas, são imagens que transcodificam processos em cenas [...] como toda imagem, é também mágica e seu observador tende a projetar essa magia sobre o mundo. O fascínio mágico que emana das imagens técnicas é palpável a todo instante em nosso entorno”. (Flusser, 2002: 15)

Curiosamente na interface do computador, as diversas instâncias informativas por onde o projetista navega são chamadas de janelas.

“As janelas tradicionais da arquitetura estão sendo trocadas pelas falsas janelas [...] dos monitores dos computadores, da TV. A cada dia a vida parece mais bonita pela TV, pelo cinema do que na realidade. Mas isto é próprio das representações na cultura ocidental e que não deve ser colocado em termos de oposição entre realidade e representação, mas simplesmente tentar reincorporar a beleza da representação à realidade e, assim dar mais realidade, à vida”. (Fuão, 2001: 6)

Os ambientes gerados pelos menus de tela dos programas, seja do ambiente que organiza os programas, como o Windows (programa que está por trás dos programas gráficos, e de todos os programas) - já estabelece as opções de janelas que irão gerar outras janelas.

Existe uma hierarquia de janelas, e embora cada vez mais os programas procurem dar alternativas, no sentido de registrar quais janelas o projetista abre durante sua navegação, existe uma estrutura de navegação padronizada.

Quando foi criado o ambiente Windows (1991), os primeiros programas gráficos, entre eles o AutoCad, embora simulassem em sua interface a estrutura do Windows, não o eram. Por traz do programa, rodava a estrutura do DOS que menos atraente do ponto de vista da 'estética visual', era mais transparente ao usuário.

Só a partir da versão 14 do AutoCad, com a programação orientada ao objeto, iniciou a migração para o ambiente Windows. Com isso os programas automatizaram vários processos, e embora mais rápidos para efetuar as operações, foram se tornando cada vez menos transparentes ao projetista. "A janela protege a intimidade, e nos permite de certa forma, participar da vida da cidade". (Flusser)⁶¹

As janelas das interfaces dos programas protegem a intimidade da caixa preta e ordenam a vida da cidade, por intermédio do projetista. No entanto, como afirma Fuão, "podemos acreditar que os dois sistemas, o tradicional e o informatizado, poderão coexistir simultaneamente, até porque, no presente momento, parece impossível suprimir totalmente a arquitetura da existência humana". (Fuão, 2001: 7)

É provável que Flusser não conhecesse o ambiente Windows, ao escrever sua Filosofia da caixa preta. No mesmo ano (1984) da publicação em português de seu livro, a Apple lançava o Macintosh, cuja programação integrava hardware/software na interface gráfica, (GUI), fato que revolucionou a indústria da informática.

Desde o seu início, o Macintosh introduziu ou popularizou um grande número de inovações adotadas mais tarde por outros PCs e sistemas operacionais, além da interface gráfica, os ícones, o mouse, o *double click* (clique duplo) e o *drag-and-drop* (clicar-e-arrastar) para realizar ações com o mouse. Estas últimas operações citadas tiveram grande impacto quando introduzidas nos programas de CAD; automatizavam longos processos de operações que antes deviam ser feitas passo a passo pelo operador. Embora, encurtasse distâncias na operação dos programas, cada vez mais eles se tornavam caixas-pretas; o operador ao automatizar seus movimentos, incorporava ações, muitas vezes, sem compreender o significado dos comandos acionados.

61 Flusser, em Fuão, 2001 op. Citado.

Dessa forma, as idéias de Flusser, sobre a magia das imagens, podem ser consideradas também em relação ao uso que as diferentes instâncias de programadores dão às interfaces gráficas, e como estas canalizam o *olhar* do operador. As diferentes visualizações que as janelas dos programas gráficos oferecem do objeto convergem em uma visão de mundo fragmentada e icônica.

Os ‘aparelhos’ não são máquinas, nem instrumentos. Servem para informar e estar programados é o que os caracterizam. O *fotógrafo* (projetista) não trabalha, age, produzindo, manipulando e armazenado símbolos. É um informador. O *programador* “pré-escreve” o programa do aparelho.

O *fotógrafo* (projetista) vai tentar esgotar as potencialidades do *programa* através do *aparelho*. Assim está formado o universo fotográfico: ‘fotógrafo, programador, programa, aparelho’. No universo da arquitetura - projeto e programa - encontram-se no ambiente do ateliê com o projetista, os programadores e os programas.

Seguindo o raciocínio de Flusser, não mais o ‘fotógrafo’, e sim, o ‘projetista’, passa a agir, produzir e manipular as informações provenientes de todos os programas com os quais ele se defronta durante o processo de projeto. O programador do software, embora possa não estar presente, pré-escreveu o programa, que o projetista está usando, para representar suas idéias, trazendo-as para o mundo visível e concreto. No entanto, há momentos em que o projetista (estudante) ou o orientador, escrevem, transformam e modificam os programas de arquitetura.

O projetista age em prol do esgotamento do programa e em prol da realização do universo arquitetônico. “Já que o programa é muito rico, o fotógrafo se esforça por descobrir potencialidades ignoradas. O fotografo manipula o aparelho, apalpa-o, olha para dentro e através dele, a fim de descobrir sempre novas potencialidades”. (Flusser. 2002: 21)

“Seu interesse está concentrado no aparelho e o mundo lá fora só interessa em função do programa. Não está empenhado em modificar o mundo, mas em obrigar o aparelho a revelar suas potencialidades. O fotógrafo não trabalha com o aparelho, mas brinca com ele. Sua atividade evoca a do enxadrista: este também procura lance “novo”, a fim de realizar uma das virtualidades ocultas no programa do jogo. E tal comparação facilita a definição que tentamos formular:

Aparelho é brinquedo e não instrumento no sentido tradicional.

E o homem que o manipula não é trabalhador, mas jogador: não mais *homo faber*, mas *homo ludens*. E tal homem não brinca *com* seu brinquedos, mas *contra* ele. Procura esgotar-lhe o programa. Por assim dizer penetra o aparelho para descobrir-lhe as manhas. De maneira que o “funcionário” não se encontra cercado de instrumentos como o artesão pré-industrial, nem está submetido à máquina (como o proletário industrial) mas encontra-se no interior do aparelho. Trata-se de função nova, na qual o homem não é constante nem variável, mas está indelevelmente amalgamado ao aparelho. Em toda função dos aparelhos, funcionário e aparelho se confundem.

Para funcionar, o aparelho precisa de programa “rico”. Se fosse “pobre”, o funcionário esgotaria, e isto seria o fim do jogo”. (Flusser, 2002: 23 e 24)

O programa deve ser rico, escreve Flusser, e, assim deve ser, para que o projetista não se desinteresse em continuar descobrindo as potencialidades do programa e com isso procure outro programa ou mude de suporte para representar o projeto. Ao procurar outro programa ou outro suporte para expressar suas idéias o projetista vai olhar, de relance, para o mundo.

Cada vez mais os programas são atualizados, o projetista não chega a conhecer e esgotar as potencialidades da versão anterior. É um ciclo constante e, muitas vezes, faz com que projetista instale mais de uma versão na máquina. Há os que se revelam e não mudam de versão, porque a anterior, resolve o que ele, projetista, precisa.

Fuão escreve que o sistema produz e incorpora programas que lhe são úteis. Entretanto, alguns programas são tão eficientes, opostos, que jamais são incorporados pelo sistema. “São rejeitados e situam-se à margem. São constantemente lavados pela águas do esquecimento e pouco se sabe deles”. (Fuão, 2004: 3)

São poucos, os que se revelam, pois com isso não conseguem se comunicar com o resto do universo arquitetônico que está operando com versões mais novas.

No universo do computador, o interesse e concentração do projetista no mundo dos programas faz com que o mundo lá fora passe a não existir, a não ser em função do programa. No ateliê de projeto, se acentua mais a desvinculação do projeto de seu contexto programático, de lugar e construtivo. O primeiro interesse do estudante quando chega ao ateliê é aprender a usar os comandos para modelar, renderizar e animar o seu ‘objeto’, independente de que arquitetura vai ser expressa por aquele “objeto”, onde vai ser implantada, e quem vai usufruir seus espaços.

“O objetivo do sistema é produzir exércitos de arquitetos prontos a operarem seus programas. O arquiteto deve desprogramar a programação fornecida pelo sistema”. (Fuão, 2004: 2)

No caso do ateliê, detalhado na arena empírica da tese, na descrição do ‘processo de projeto em ambiente virtual e processo de projeto em ambiente real’, o programa e o projeto são tratados, no sentido de transformar o vínculo virtual/real em um ambiente lúdico e crítico.

Flusser aponta que o ‘aparelho’ transforma o homem em ‘jogador’, passa de ‘homo faber’ a ‘homo ludens’. Assim, o homem não brinca ‘com’ mas ‘contra’ seus brinquedos. Penetra no aparelho para descobrir-lhe suas manhas.

Na medida em que o projetista, durante seu processo de projeto, sente necessidade, de fato, penetra no programa para descobrir as manhas (termos usados no ateliê: manhas, dicas) e tenta até conseguir. Porém, muitas vezes muda o projeto para conseguir operar o programa. Quantas curvas pensadas ‘sinuosas’, se transformam em ‘arcos’, ou mesmo em *splines* rígidas e sem expressão arquitetônica. É nesse momento que o programa vence o jogo. Entre o operador do programa computacional e a operação projetual, vence o primeiro.

Os programas produzidos ou incorporados pelo sistema promovem a utilização irreflexiva de seus programas, como se fosse um jogo de peças pré-determinadas a serem encaixadas. Todo programa é lúdico. Resta saber contra quem você joga. (Fuão, 2004: 2)

Outros, porém, lutam até conseguir, mesmo que para isso precisem usar comandos não previstos na formulação do programa para a finalidade desejada. O projetista está dentro do aparelho ‘lutando’ com o programa. Nessa luta, sabe que sua finalidade não é o aparelho, sua luta é para que a arquitetura vença. Nesse momento, a habilidade em operar o programa está junto com seu objetivo, com sua decisão de projeto, que independe dos comandos do programa, depende na verdade de outro programa: o programa de arquitetura.

O papel do arquiteto não deve ser só o de criar novos programas para relacionar com os antigos, mas também de operar e sabotar antigos programas (Fuão, 2004: 2). Flusser ainda acrescenta: “as potencialidades contidas no programa devem exceder à capacidade do funcionário para esgotá-las.” (Flusser, 2002: 25)

“A competência do aparelho deve ser superior à competência do funcionário. Em outros termos: a competência do fotógrafo deve ser apenas parte da competência do aparelho. De maneira que o programa do aparelho deve ser impenetrável para o fotógrafo em sua totalidade. Na procura de potencialidades escondidas no programa do aparelho, o fotógrafo nele se perde.

Um sistema assim tão complexo é jamais penetrado totalmente e pode chamar-se ‘caixa preta’. Não fosse o aparelho caixa preta, de nada serviria ao jogo do fotógrafo: seria jogo infantil, monótono. A pretidão da caixa é seu desafio, porque, embora o fotógrafo se perca em sua barriga preta, consegue, curiosamente, dominá-la. O aparelho funciona efetiva e curiosamente em função da intenção do fotógrafo”. (FLUSSER, 2002: 24)

No universo de Flusser as figuras do fotógrafo e do funcionário confundem-se. No universo da arquitetura, também as figuras do projetista e do programador confundem-se e interpenetram-se. Outros papéis parecem fazer parte do mundo do projetista na era digital.

ARENA TEÓRICA

2. O ENSINO DE PROJETO NA ERA DIGITAL

2. O ENSINO DE PROJETO NA ERA DIGITAL

Na parte 2, lançam-se as bases de aproximação entre as três áreas que interagem na temática proposta: 'arquitetura-informática-conhecimento'. Situa-se o tema no âmbito do ensino de projeto, no impacto da tecnologia computacional centrada nos programas computacionais e no processo de construção do conhecimento arquitetônico.

De acordo com um enfoque construtivista da relação ensino-aprendizagem, assumimos que o objeto em torno do qual se produz o conhecimento, no ateliê, é o projeto arquitetônico, através da abstração do processo projetual e na interação professor-aluno e objeto de conhecimento. A reflexão ocorre durante a ação projetual, e que para que isso ocorra é necessário propiciar um ambiente lúdico e de experimentação no ateliê de projeto.

O marco teórico que fundamenta o enfoque pedagógico na arquitetura toma como base, inicialmente, as idéias de Rogério de Castro Oliveira, pela abordagem significativa dos aspectos necessários à construção de um 'projeto educativo' que atenda a um 'paradigma didático da arquitetura'⁶². De sua reflexão, que alia 'conhecimento e projeto', extraímos os principais conceitos que sustentam a produção projetual, tomada como a base sobre a qual se constrói o conhecimento da arquitetura. O autor explicita a matriz disciplinar para fundamentar o contexto no qual se dará o ensino de arquitetura com base na ação projetual, em que o processo de construção do conhecimento esteja inerente na construção do objeto, nos diferentes níveis de abstração do processo de projeto.

“O delineamento dos contornos de uma matriz disciplinar centrada na didática do projeto arquitetônico requer, [...] o reconhecimento tanto dos processos cognitivos envolvidos, quanto do estatuto epistêmico dos objetos por eles construídos. Impõe-se uma dupla tarefa: explicitar a natureza dos operadores que definem relações analógicas entre objetos, e as condições de sua transposição - através da ação projetual- a novos objetos que antes não existiam, isto é, a objetos inventados por um processo de abstração”. (Oliveira, 1992: 30)

62 Castro Oliveira propõe a confecção de um “projeto educativo” que atenda o “paradigma didático da arquitetura”. *Arquitetura e projeto educativo*. In: *Conhecimento e projeto: o conceito de imitação como fundamento de um paradigma didático da arquitetura*. Porto Alegre: UFRGS, 1992. p. 31, 32. Dissertação, (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992.

O desenho é o meio pelo qual se atinge o objeto do conhecimento e ao mesmo tempo representa o próprio objeto do conhecimento transformado através da ação e reflexão durante o processo de ensino e aprendizagem.

A partir de um processo de ‘invenção e representação’ conhece-se e transforma-se a realidade, manifestando através do desenho esta interação entre o ‘fazer’ e o ‘saber’ arquitetônico configurada no projeto arquitetônico, como ferramental pedagógico através do qual se insere o ‘projeto educativo’ da Arquitetura com a participação conjunta do professor e aluno.

“Evocar a presença de um projeto educativo na arquitetura expressa a convicção de que a prática do projeto é uma forma de conhecer e transformar a realidade. Considera comunicável a ordenação do pensamento subjacente à prática do projeto arquitetônico, assim como o saber que se manifesta no desenho”. (Oliveira, 1992: 30)

O autor, em sua tese de doutorado, explicita o conceito de ‘desenho’:

“Lembremos-nos que um desenho não é apenas um meio de projeção de imagens mentais; ele é por si só, um artefato portador de materialidade documental. Em primeiro lugar, há uma base material sobre o qual ele se constrói pela intervenção direta da mão, do ato gestual: pode ser uma folha de papel, uma tábua de argila, um bloco de granito, ou a tela de um monitor associada a um teclado ou mouse que transpõe o gesto para um meio digitalizado. O traço resultante não é virtual, mesmo que a imagem seja. A linha desenhada não é pura geometria [...] possuindo qualidades físicas, como espessura, cor, textura etc. Assim como planos podem igualmente ser opacos, transparentes, reflexivos, etc. É evidente que tais qualidades se incorporam por abstração empírica, as significações atribuídas pelo sujeito ao objeto”. (Oliveira, 2000: 284)

Ao tratar do processo educativo do arquiteto, Castro Oliveira descreve o conhecimento arquitetônico instaurado pela prática projetual como um “conjunto de enunciados gráficos e discursivos capazes de conduzir à teorização sobre o próprio projeto e, [...] sobre a arquitetura”. (Oliveira, 2000: 48)

Acrescentando a relação deste conhecimento com a imagem e a sua representação:

“O repertório de imagens inerente a esse conhecimento integra-se, através de sua representação, às operações mentais que estruturam a formulação de teorias. A imagem pode ser descrita e transposta para

uma nova situação projetual - servindo, assim, à construção do conhecimento arquitetônico - precisa ser “reprojetada” pela decomposição e representação seletiva de seus elementos, pela análise crítica no conjunto de enunciados de um novo projeto”. (Oliveira, 2000: 48)

Estes conceitos, que buscam a explicitação de um modelo didático de ensino de arquitetura, foram desenvolvidos por Castro Oliveira, adotando o “desafio de um modelo formativo”, modelo este “fundado no valor documental do projeto arquitetônico, vê nele um instrumento de investigação e aprendizado, orientado para a construção de uma disciplina do conhecimento”. Neste projeto educativo, o docente opta por uma “ação comunicativa” onde busca explicitar as ‘relações’ “forma-conteúdo configuradas na solução para um determinado problema de arquitetura, apenas acessíveis na presença do desenho”. Conforme enfatiza Oliveira, através dos documentos que expressam essas representações, professor e aluno interagem na atuação conjunta para construção do conhecimento arquitetônico:

“A produção documental intermedeia o relacionamento intersubjetivo professor-aluno, e o domínio de suas potencialidades como catalisador da construção do conhecimento arquitetônico fornece a chave para a abordagem didática do projeto. [...] buscar no discurso a validação de um determinado pensamento que se exterioriza, para a arquitetura, no desenho, implica na participação conjunta de professor e aluno em um metaprojeto que identifica projeto arquitetônico e projeto educativo na construção da mesma matriz disciplinar.” (Oliveira, 1992: 31-32)

Em sua tese de doutorado, “Construções Figurativas – representação e operação no projeto de composições espaciais – Traçados, modelos e arquiteturas”, Oliveira estuda a noção de ‘figura’, abordando “[...] as condições em que se dá a construção do conhecimento no âmbito de suas manifestações icônicas (construções geométricas, traçados reguladores, diagramas, em fim desenhos portadores de um sistema de significações) [...]” investigando no âmbito cognitivo limites e condições de formação e atribuição de predicados a esses objetos possíveis, sua relação entre a realidade onde se inserem através das ações do sujeito – dos seus projetos – tratados como objetos de conhecimento. O estudo de Castro Oliveira centra-se no “saber prático que constitui o campo icônico das construções figurativas e interroga as condições epistemológicas de sua explicitação”. (Oliveira, 2000: 11 e 14)

Outro autor que muito contribuiu para o ensino de projeto foi Donald A. Schon⁶³, principalmente na formulação do conceito de “reflexão-na-ação”, conforme citado anteriormente (o “pensar o que fazem, enquanto fazem”) desenvolvido em seu livro “Educando o Profissional Reflexivo”, tomando o projeto arquitetônico e o ateliê de projetos como protótipos de “reflexão-na-ação.” Schon centra seu estudo no ateliê de projeto como referência para outras áreas profissionais e estabelece que:

“[...] o projeto de arquitetura é um protótipo do tipo de talento artístico que outros profissionais mais precisam adquirir, e o ateliê de projetos com seu padrão característico de aprendizagem através do fazer e da instrução, exemplifica as situações inerentes a qualquer aula prática reflexiva e as condições e os processos essenciais para seu sucesso”. (Schon, 2000: 26)

O autor acompanhou o trabalho efetuado na interação professor/aluno durante a relação de ensino-aprendizagem, principalmente os procedimentos de orientação individual, durante o processo de projeto.

“O cenário educacional generalizado, derivado do Ateliê de projeto, é um espaço de ensino prático reflexivo. Aqui, estudantes aprendem principalmente através do fazer, apoiados pela instrução. Sua aprendizagem prática é “reflexiva” em dois sentidos: destina-se a ajudar os estudantes a tornarem-se proficientes em um tipo de reflexão-na-ação e, quando isso funciona bem, acaba por envolver um diálogo entre instrutor e aluno que toma a forma de reflexão-na-ação recíproca”. (Schon, 2000: 8)

Schon observa a relação existente entre a teoria e a prática durante a ação projetual, fenômeno característico da arquitetura onde o pensamento arquitetônico deriva seguidamente da prática projetual e (ou) da própria obra de arquitetura cujo significado faz parte da estrutura disciplinar da própria arquitetura.

“Na questão da educação arquitetônica não basta um conhecimento teórico, pois a capacidade criativa de resolver problemas de arquitetura se dá através da experimentação repetida na prática. Por isso sempre se desenvolvem conteúdos teórico-práticos, que se relacionam entre si, como exigência disciplinar da própria

63 Schon, Donald A. – Educando o Profissional Reflexivo- um novo design para o ensino e a aprendizagem – Artmed, 2000- Porto Alegre.

arquitetura e emergem na relação de ensino aprendizagem entre professor e aluno durante a prática projetual no Ateliê de prometo”. (Schon, 2000:26)

O trabalho desenvolvido por Donald Schon é importante no entendimento das ações que acontecem no ateliê, na análise de como acontecem os vários tipos de experimentos, como o experimento exploratório, o experimento para testes de ações, e teste de hipóteses. (Schon, 2000: 65)

Também, Fernando Freitas Fuão, argumenta sobre a importância da experimentação no processo criativo do projeto. Em seu ensaio sobre “Arquitetura e Criatividade” (2008), desenvolve uma argumentação em torno dos diferentes conceitos que a criatividade assume em diferentes momentos históricos, na necessidade da experimentação, na dificuldade de delimitar o território do “criativo” dentro da arquitetura, estendendo a crítica à academia e à sociedade pós-moderna.

Para o autor seria função mesmo da academia desviar o foco da verdadeira criação e das transformações sociais para o foco formal. A academia, muitas vezes, se encontra a serviço do Império; raros são na história os momentos de seu despertar. Esse desvio focal das forças criativas ou criadoras para temas subjacentes como inovação formal, articulação e criação das formas via discurso da *mimesis*, tipologias, automatismo, estranhamento e, agora, rizomas e dobras convertidos em formas tem um porquê. “E esse porquê é explicável pela facilidade de se tratar as cascas, as superfícies, os suportes em vez dos conteúdos e essências. Talvez esse discurso mesmo de oposição entre forma e conteúdo já não tenha mais validade”. (Fuão, 2008: 8)

Fuão levanta questões referentes às relações de forma e conteúdo no projeto e assinala que o instrumento básico para a criatividade está na experimentação e no risco necessário que se assume na ação criativa pela simultaneidade de estados de coerência e contradição. Aborda as diferenças entre imaginação e criatividade, e a importância do aspecto lúdico da criatividade como base de formação do indivíduo. E propõe o deslocamento das questões formais compositivas, estéticas, para a área conceitual-programática, para as necessidades, para uma ética da criatividade. Segundo Fuão:

“Basicamente o que qualifica a criatividade, hoje, é o jogo de rupturas e discontinuidades que se estabelece e também do poder crítico-reflexivo que suscita. Devemos entender que arquitetura não é pura forma, mas é, sobretudo, conteúdo, e nós somos agentes de transformação do programa, do Programa de Necessidades, do conteúdo, da estrutura. Não existe forma sem conteúdo; a despeito da crença pós-moderna, o conteúdo se faz forma, mediante seu desejo, sua necessidade.[...]

A experimentação é o livre exercício, o instrumento básico metodológico para a criatividade, um exercício que se dirige sempre para a inovação. A experiência se dirige como “projeto”, como projétil mesmo, contra as resistências e sempre tem um alvo certo, ainda que longínquo. É isso que é o legal do projeto quando foge a um cliente definido: nunca se sabe onde vai cair e para onde e quando vai servir. Daí a semelhança do projeto com as pesquisas e investigações. Todo projeto arquitetônico em sua origem é sempre uma experiência, uma projeção singular, um envio, um plano.[...]

Aquele que cria se arrisca, mergulha de corpo e alma no experimento, num modo muito pessoal de ver as coisas, onde coerência e contradição convivem em simultaneidade.[...] O projeto nunca se desenvolve numa horizontalidade linear crescente e previsível. [...]O projeto, quando encarado como míssil joga sempre o arquiteto na origem do significado do objeto, mediante o questionamento de seu conceito e validade”. (Fuão, 2008:7 a 14)

Em uma relação de ensino-aprendizagem, a discussão dos aspectos conceituais que caracterizam cada operação gráfica, seja através de um meio tradicional ou digital, faz parte do projeto didático em que a construção do conhecimento se dá entorno do projeto arquitetônico. Com a intermediação digital, o questionamento do conceito e da validação, que dão significado ao objeto, está entremeado com as operações que cada *software* trás embutido em sua programação. No entanto, o grau de controle e de interveniência do projetista e do meio de representação durante o processo de projeto digital sofre transformações importantes em relação ao processo de projeto tradicional.

Considerando que a arquitetura não é desprovida de ideologia e que cada historiador e crítico, assim como cada professor de projeto faz sua crítica enfocando a obra e o contexto através de uma matriz de valores aplicada à teoria e à prática da arquitetura.⁶⁴ A explicitação desta matriz disciplinar fundamenta o contexto no qual se dará o ensino de arquitetura com base na ação projetual, a discussão em torno das possibilidades e nuances que pode assumir a idéia de experimentação em uma situação ateliê é uma contribuição que a tese pretende, não no sentido de estabelecer regras, mas deixar portas para uma reflexão.

64 Tafuri, denomina de *eclétismo crítico*, e se refere ao aspecto positivo que pode advir da crítica em sua tradição empírica, citando Prevsner, Behne, Benjamin, Gideon, Persico, Giolli, Argan, Dorner ou Shand. In: Tafuri, Manfredo, *Teorias e história da Architectura*. Lisboa: Editorial Presença, 2ª Ed. 1988. p.26.

2.1 Projeto de arquitetura. Construção do Conhecimento.

O processo de aprendizagem do ser humano cuja estrutura foi estudada pela investigação científica,⁶⁵ prenuncia a hipótese na qual se baseia o processo de aprendizagem da arquitetura, proposta neste trabalho para o ensino de projeto. Conforme salientado no início deste capítulo, a fundamentação do enfoque pedagógico toma como base o estudo investigatório de Castro Oliveira, aliando ‘conhecimento e projeto’. Dele extraímos os principais conceitos que sustentam a produção projetual, como a base em torno da qual se constrói o conhecimento da arquitetura. Conceitos como ‘abstração reflexionante, abstração pseudo-empírica, espiral de conhecimento, patamares de conhecimento, objeto conceitual, objeto exterior, objeto mental, objeto sensível’, oriundos da área da educação e da psicologia, especialmente do contexto teórico da Epistemologia Genética, são analisados e reinterpretados, pelo autor, à luz da produção arquitetônica no contexto de ensino e de área de conhecimento.

A aproximação a estas investigações é conduzida a partir deste estudo, devido ao mesmo aprofundar a reflexão sobre os aspectos cognitivos do projeto arquitetônico, tomando como base de sustentação para sua interpretação as teorias de Piaget e colaboradores, principalmente para referendar a temática da ‘abstração’ no processo projetual, a relação entre ‘representação’ e ‘projeto’ e entre ‘conceito’ e

65 A hipótese que sustenta este estudo investigatório considera o ensino como processo, no qual aparecem três elementos básicos, o sujeito que conhece (S), o objeto do conhecimento (O) e o conhecimento como produto do processo cognitivo (C), a partir dos quais a dinâmica de construção do conhecimento pressupõe uma interação entre o sujeito que conhece e o objeto do conhecimento, resultando em produtos mentais chamados de conhecimento. Na problemática pedagógica, tomamos como modelo pedagógico que represente as relações entre o sujeito (S) e o objeto (O), o modelo identificado como interacionista ou construtivista, no qual a relação sujeito-objeto representa uma construção mútua de professor e aluno como agentes ativos que inter-relacionam o aprendizado, tanto professor como aluno aprendem no decorrer da ação. Cf. Pereira e Bazzo, este modelo pode ser assim representado: «Método: contextualização do conhecimento a ser construído com o aluno. Objetivo: provocar perturbações nas construções mentais que o aluno já possui, instigando-o a construir e internalizar novos conhecimentos. Efeitos: o erro é considerado como experiência, e indica o estágio em que se encontra o aluno. Funções: o aluno é considerado um ser pensante com história pregressa e com um universo mental prévio já internalizado; o professor é orientador e co-participa da construção do novo, provocando as perturbações que farão o aluno reestruturar o seu universo pessoal. » Pereira, L.T.V., Bazzo, W. O ensino como processo. In: *Ensino de Engenharia - algumas contribuições*. NEPET/EMC/CTC/UFSC - Mini-Curso - Unisinos - São Leopoldo - RS – 1997: 13-15.

'imagem' (forma e conteúdo), procurando elucidar "os contornos dos princípios ordenadores de uma prática que se propõe reunir projeto arquitetônico e projeto educativo em um só fazer." ⁶⁶ (Oliveira, 2000:14)

O cerne do trabalho de Oliveira centraliza o enfoque sobre "as implicações operativas da conexão mimese/projeto" ⁶⁷, aliando as noções de mimese para explorar outro ponto de vista das teorias de Piaget, quando se refere "às operações da inteligência que imita" nos estudos da formação do símbolo na criança e nas investigações sobre a abstração reflexionante. ⁶⁸ (Oliveira. 2000:10-11)

De acordo com os estudos de Oliveira, os resultados destas investigações "possibilitam a aplicação da noção de mimese à dupla construção do artefato e do objeto do conhecimento" ⁶⁹, (Oliveira, 2000:10-11) não no sentido de cópia, e sim como transformação de realidades figurativas, na interação entre o sujeito e objeto durante o ato projetual, trazendo à tona, no estudo dessa interação, a decomposição e recomposição do objeto de conhecimento, ação que atribui significado à composição arquitetônica como estratégia projetual.

As analogias que dão corpo a esta tese estabelecem correspondência entre as categorias operativas do projeto arquitetônico e os operadores dos programas computacionais, configurando imagens e conceitos que preexistem à atividade projetual, e poderão em determinadas circunstâncias gerar o *start* de concretização de uma idéia ou imagem mental. Idéia, cuja imagem se materializa na sua representação ⁷⁰ no papel, em modelos tridimensionais ou através de meios infográficos.

O entendimento das implicações operativas que a noção de mimese traduz para o âmbito arquitetônico, trazendo à tona o conceito de modelo, poderá clarificar a atuação que o modelo digital irá

66 «Para o arquiteto, a construção do saber é indissociável da prática do ofício, disseminando-se entre os membros da comunidade profissional mais pela imagem do que pela palavra; sua inventividade técnica é demarcada pela transposição de soluções precedentes aplicadas a problemas análogos. Esse saber se objetiva e torna-se produtivo no projeto arquitetônico.» Castro Oliveira, op. cit., p.14.

67 Oliveira aborda este tema a partir de dois textos que considera fundamentais para a noção de mimese: "La metaphore vive" de Paul Ricoeur e "Essai sur l'imitation" de Quatremère de Quincy.

68 *La formation du symbole e Recherches sur l'abstraction réfléchissante* de Piaget sobre as operações da inteligência que imita, referenciam a fundamentação reflexiva de Castro Oliveira, sobre a *possibilidade de aplicação da noção de mimese à dupla construção do artefato e do objeto do conhecimento*. Castro Oliveira, op. cit., p.10-11

69 Castro Oliveira, op. cit., p.10-11

70 Cf. Castro Oliveira a palavra *representação*, está referida no sentido de tornar visível, através do desenho ou modelo tridimensional, uma imagem concebida mentalmente. p.14.

assumir se inserido no contexto do projeto arquitetônico, através das figuras, sintaxes formais, regras e procedimentos definidos pelos programas gráficos, e as diversas maneiras de modelar o objeto.

Castro Oliveira caracteriza o projeto como resultado de um processo de invenção em que a representação é o componente insubstituível como fonte de informações sobre a solução proposta durante o processo, permitindo que seja conhecida e até repetida em outros processos de invenção.⁷¹ Os componentes dos programas gráficos, por hipótese, entremeiam-se como ‘representação’ neste processo de invenção do objeto abstrato ou concreto.

No modelo pedagógico identificado como construtivista interagem dois elementos, o ‘sujeito’ e o ‘objeto do conhecimento’: S ← O

Desta relação emerge a ação projetual na arquitetura caracterizada ‘por uma permanente tensão entre os processos de invenção e representação’, na qual está implícito o ‘saber’ arquitetônico. (Oliveira, 2000:18)

Na análise dos elementos do processo projetual tem-se dois agentes diretos: o ‘Produto’ e o ‘Autor’, sendo que este último trabalha (interage) com elementos ‘objetivos’ e ‘subjetivos’.

No ‘Sujeito’ atuam necessidades perceptivas, cognitivas, afetivas e sociais e no ‘Objeto do Conhecimento’ pode supor-se como hipótese que atuam componentes do objeto arquitetônico como, por exemplo, aspectos referentes a forma, espaço, funcionalidade, sistemas construtivos, contexto e outras categorias que caracterizam a matriz disciplinar da arquitetura, cujo conteúdo contempla a teoria e história do projeto de arquitetura. Desta forma, os agentes ‘Objetivos’ são os conhecimentos inerentes à disciplina Arquitetura, e os agentes ‘Subjetivos’ referem-se aos oriundos das outras áreas das capacidades humanas.

Quaroni (1980) denomina estes aspectos subjetivos de “racionalidade profunda”⁷², para não utilizar as palavras ‘intuição’ ou similares, e Mahfuz explica que qualquer que seja a origem destes fatores

71 O projeto caracterizado por Castro Oliveira é o resultado do « processo de invenção do objeto- abstrato ou concreto- que pode, então, ser conhecido e repetido no tempo. Executada ou não a obra ou ação projetada, o projeto não perde sua validade documental, permanecendo fonte de informações insubstituíveis sobre a solução proposta, essenciais para o entendimento crítico.» p.14

72 «Solo el aprendizaje proyectual podrá llevar al proyectista que haya adquirido una cierta conciencia del hacer arquitectura a distinguir en los momentos en los que prevalecen las funciones racionales del cerebro de aquellos en los que prevalecen las que a mi me gustan llamar de “racionalidad profunda” para evitar los equívocos culturales que pueden derivar-se del uso de palabras como intuición o similares.» Quaroni, Ludovico, *Proyectar un Edificio* - ocho lecciones de arquitectura. Madrid: Xarait Ediciones, 1980. p.25.

subjetivos, “ele tem profundas raízes na vida interior de quem projeta”, e acrescenta que na conjugação dos dois aspectos, objetivos e subjetivos, a obra de arquitetura deve possuir um conceito central que o autor denomina de “imagem conceitual”.⁷³(Mahfuz, 1995: 23)

Referindo esta relação sujeito-objeto, autor-obra, Oliveira esclarece que o “conhecimento arquitetônico guarda sua especificidade disciplinar nas próprias categorias operativas do projeto”, e que a delimitação do campo de conhecimento ao qual se aplicam os procedimentos projetuais na arquitetura “deve discriminar entre a apreensão subjetiva da realidade, internalizada nas intenções do autor, e na compreensão objetiva dos enunciados que sobre ela se articulam, contidos em uma proposta de intervenção sobre essa realidade”. Complementando que:

“Pela representação de seus elementos, a proposição torna-se inteligível e compartilhável por uma comunidade interessada. Entre os dois termos coloca-se como tertius a construção do conhecimento distendido na relação sujeito-objeto, construindo uma tríade que configura o problema central da prática pedagógica no ensino de arquitetura”. (Oliveira, 2000: 18)

Na abordagem pedagógica do ensino de arquitetura, considera-se a ação projetual como parte inerente da construção do conhecimento arquitetônico durante o processo de ensino-aprendizagem.⁷⁴ O objeto do qual emana o conhecimento na medida em que vai sendo transformado pela ação do aluno, refere-se ao próprio trabalho do aluno durante o desenvolvimento do projeto de arquitetura. Este projeto denominado de ‘projeto educativo’ por Castro Oliveira, justamente pela característica peculiar que o diferencia do projeto de arquitetura desenvolvido pelo arquiteto, incorpora a participação conjunta do professor orientador durante o desenrolar do processo projetual. A aprendizagem dá-se na interação entre

73«Se o projeto é concebido como um processo puramente tecnológico ou científico, então o resultado estará fadado a um formalismo pragmático. Se [...] o projeto é exclusivamente a expressão de uma experiência pessoal, facilmente se pode cair em aberrações formais desenfreadas. Se [...]o processo se inicia com uma imagem conceitual, que forma o princípio básico em torno do qual o todo é organizado, então é possível desenvolver, dentro dessa imagem, a extensão total da imaginação. (Mahfuz, Edson, *Ensaio sobre a razão compositiva*, p.23) O conceito de *imagem conceitual* proposto por Mahfuz pode ser cotejado com os conceitos, de *imagem sensível* e *imagem refletida* durante a concepção do objeto, desenvolvidos por Castro Oliveira ao tratar da ação projetual na arquitetura.(ver NR 30) Castro Oliveira, p.20.

74 «[...]desde o ponto de vista da construção do conhecimento a produção teórica de um arquiteto é equivalente à produção projetual. Ambas contribuem para compor o repertório de enunciados e imagens que constituem o domínio cognitivo da arquitetura. » (Castro Oliveira, p.8.)

o sujeito e o objeto quando o primeiro, ao atribuir qualidades ao objeto, através do processo de abstração, retorna com o conhecimento transformado, gerando novo patamar de conhecimento, dando base para novas abstrações. O processo de abstração durante a atividade projetual, do qual participam conceitos e imagens, ocorre através de sucessivas aproximações ao objeto imaginado pelo autor.⁷⁵ Aproximações estas, concretizadas através da representação em que conteúdo e forma vão transformando a realidade numa predominância da figura sobre o texto, à medida que o projeto se desenvolve.⁷⁶

Castro Oliveira desenvolve a discussão sobre conteúdo e forma no projeto de arquitetura tomando como base teórica a epistemologia genética de Jean Piaget, extraindo dele as referências para a questão da representação⁷⁷ e para o processo de abstração no ato projetual.⁷⁸

A relação entre conteúdo e forma, durante o processo de projeto, é uma das bases de investigação que justifica algumas das questões postas neste trabalho que referenciam o componente indutivo que pode existir nos programas gráficos computacionais através de seus elementos figurativos e de procedimentos de modelagem 3D embutidos nos comandos de cada programa.⁷⁹

Para que a relação sujeito-objeto possa ser uma atividade dinâmica, o sujeito precisa passar do ‘estado de indiferenciação cognitiva’ para o estado de ‘diferenciação do conhecimento em categorias’,

75 «O ato de projetar estabelece uma ligação dinâmica entre esquemas operativos de abstração e concretização de imagens, amplamente interdependentes como partes do mesmo evento.» Ibidem, p.20.

76 «O projeto arquitetônico não se realiza no conceito, mas na imagem. Nele o texto é precedido e dominado pela figura.» (Castro Oliveira, p.19.)

77 «Não há projeto de arquitetura sem representação (nos dois sentidos propostos por Piaget), mas a concepção do objeto como imagem, por si só não caracteriza a atividade projetual do arquiteto. Sua realização implica na existência da *imagem sensível* correspondente, num primeiro plano de abstração ainda subsidiário do objeto, e da *imagem refletida* em um ato figurativo consciente, patamar mais elevado de um processo que retroage, por sua vez sobre a realidade, transformando-a em base para novas abstrações.[...] A representação constitui um domínio fático que não tem existência “natural, mas é construído na interação sujeito-objeto e regulado pelas convenções do ofício.» (Castro Oliveira, p.20- 21)

78 Em sua *teoria da abstração*, « Piaget introduz a categoria da *abstração pseudo-empírica*, na qual inclui as operações concretas que se apoiam sobre os objetos materiais e simultaneamente os superam, neles introduzindo atributos e propriedades através da atividade do sujeito. Os elementos do sistema de relações formais assim originado são “ao mesmo tempo exteriores e construídos”, ou seja, podem ser assumidos como dado ou como resultado do processo, [...] No projeto arquitetônico formas e conteúdos interagem continuamente, num encadeamento similar ao que Piaget considera “sem fim e sem começo absoluto” característico da abstração reflexionante.» (Castro Oliveira, p. 20-21)

79 «No projeto arquitetônico o processo de representação associa num *fazer* métodos de análise, técnicas de invenção e procedimentos de desenho e modelagem.» Castro Oliveira, op. cit., p. 21

através da experimentação mental. O objetivo é “provocar perturbações nas construções mentais que o aluno já possui, instigando-o a construir e internalizar novos conhecimentos”. (Pereira e Bazzo, 1997: 13)

Não importa, durante a interação, se o processo inicia a partir do todo ou das partes, ou vice-versa, e sim que atenda uma ‘necessidade cognitiva’ do sujeito, através da operação de reproduzir por operações lógicas uma composição de relações. O que ocorre é a composição livre: compõe e decompõe no pensamento “N” alternativas, com o objetivo de entender a complexidade do objeto do conhecimento. Este processo genérico de construção de conhecimento adquire peculiaridades no processo projetual do arquiteto.

Salienta Quaroni (1980), ao tratar da interação entre a mente do arquiteto e o objeto, durante o processo projetual, que o mesmo consiste em uma série de operações, algumas dentro do campo racional das capacidades cerebrais e outras no campo de maior ou menor racionalidade de acordo com a complexidade da operação ‘sensível’ que está sendo efetuada.

É difícil para o próprio projetista medir o grau de racionalidade de uma operação mental. Somente o aprendizado do projetar pode levar o arquiteto a compreender quais são as operações que devem ser realizadas com a ‘consciência raciocinante’ e, eventualmente, com a ajuda de meios técnicos, como o computador. (Quaroni, 1980: 25) O computador constitui um agente objetivo, dentro do processo.

A exercitação continuada desse processo procura instrumentar o aluno com uma consciência crítica para refletir sobre arquitetura durante sua atividade projetual e futuramente profissional.⁸⁰

2.2 Projeto de arquitetura e os 'Programas'. Interação com o computador.

Na abstração do processo projetual, idéia, imagem e objeto interagem num *continuum*, estabelecendo diferentes formas de aproximação ao objeto e diferentes caminhos de estruturação do mesmo; definem modalidades operativas cuja categorização atenderá a premissas conceituais implícitas ou explícitas ao processo de projeto, derivadas do contexto teórico ou histórico no qual se insere a ação projetual que alimenta o *fazer* arquitetônico. Considera-se aqui o objeto arquitetônico, como objeto de

80 Corona Martinez, op. cit., se refere à *educação permanente* como o maior mérito do sistema de projetos no ensino: «cada proyecto que haga como profesional será otra ocasión para autoenseñarse», p.93.

conhecimento cuja transformação durante o processo do projeto, se dá pela representação em meio analógico ou digital.

A satisfação de necessidades objetivas impostas pela função, pelo lugar, pela técnica e pelo programa sedimenta o início de um processo que busca os princípios formais para resolver os problemas implicados pela construção (Moneo, 2008: 139). O ato de interpretar aspectos objetivos em conjunto com aspectos subjetivos do projetista é, de fato, o início do processo projetual; processo este, que vai sendo delineado durante a ação projetual através da representação.

Alimentado por sua capacidade de expressão crítica,⁸¹ pela formação de um repertório arquitetônico e pela experimentação, o arquiteto estabelece prioridades, hierarquias e conceitos que definem as opções projetuais, que conduzirão à concepção e materialização do objeto arquitetônico.

As decisões tomadas durante o processo de análise e interpretação dos dados objetivos são oriundos do processo mental que estabelece seqüências de operações racionais e irracionais, em que componentes de conteúdo programático, tecnológico e de configuração espacial interagem continuamente na aproximação ao objeto arquitetônico e que através do 'processo' de 'abstração', se concretizam no projeto.

O conhecimento arquitetônico que sedimenta a educação do arquiteto se dá no domínio do projeto. Castro Oliveira refere-se a este processo caracterizando as interações de imagem, sua representação e a construção do conhecimento arquitetônico:

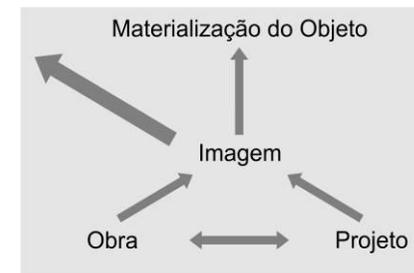
“No processo educativo do arquiteto, o conhecimento arquitetônico focaliza-se no domínio do projeto, constituindo um conjunto de enunciados gráficos e discursivos capaz de conduzir à teorização sobre o próprio projeto e, por extensão, sobre a arquitetura como fenômeno produtivo. O repertório de imagens inerente a esse conhecimento integra-se, através de sua representação, às operações mentais que estruturam a formulação de teorias”. (Oliveira, 2000: 48)

⁸¹Comas, Carlos Eduardo. Critério, discernimento, racionalidade. In: *Summa*, n. 24, abr/maio. 1997, p.24. A idéia de *fortalecimento da capacidade crítica*, aprofundada e corroborada a partir de casos particulares como *base obrigatória da produção e formação profissional* está expressa por Comas, em seu texto, sobre a crítica arquitetônica; apresenta sentido semelhante à idéia de *consciência crítica* definida por nós na introdução deste trabalho, e por Castro Oliveira, ao tratar da qualificação do processo cognitivo pelo desenvolvimento da capacidade crítica do docente: *A capacidade crítica, quando buscada e mantida com seriedade, qualifica o trabalho docente e torna-o respeitável e necessário*, sem ignorar, contudo, o trabalho do estudante [...]. Castro Oliveira, op. cit. p.34.

A referência inicial para a geometria, figuração e tectônica do objeto que está sendo criado, apoiam-se no conhecimento de princípios, normas, esquemas e estratégias propositivas que o estudante sedimenta a partir da experimentação projetual e do exercício da crítica arquitetônica.⁸²

A adoção de uma determinada estratégia projetual incide diretamente em categorias arquitetônicas, delimitando categorias operativas cuja ação estabelece princípios e define procedimentos que resultam na concretização do projeto.

O projeto é uma abstração gráfica ou geométrica da obra de arquitetura, possuindo autonomia para poder ser considerado um fim em si mesmo, pois a sua geometrização, através da representação, pretende comunicar a idéia totalizada do objeto, independente da construção⁸³. Esta autonomia não indica a sua desvinculação da obra. A viabilização construtiva do objeto passa a ser um dos componentes cotejados no decorrer do processo projetual.⁸⁴ Como pode ser observado no esquema da figura ao lado (imagem 2.4 - 1), embora com autonomia conceitual, tanto o projeto como a obra convergem, através da imagem em direção à materialização do objeto. Se num determinado momento do processo a concepção do projeto através da imagem, desvincula-se conceitualmente da realidade arquitetônica, o processo transforma-se numa manipulação de imagens sem conteúdo arquitetônico. O computador pode ser um ambiente favorável à desvinculação entre arquitetura e realidade através da imagem.



2.4 - 1 - Esquema

⁸² «[...] la crítica responsable necesita constantemente reinterpretar y reapreciar la tradición disciplinaria, [...]Revolucionaria, reformista o conservadora, tiene por obligación mínima ser educada y apoyarse en un conocimiento sólido de los principios, normas, esquemas y estrategias de composición arquitectónica a lo largo de la historia.[...]Se debe exigir de la crítica la explicitación fundamentada de criterios y razonabilidad lógica en la exposición de premisas y argumentos - apoyada en la descripción precisa de obras y contexto.» Comas, op. cit., p. 24.

⁸³ Há duas linhas de pensamento na conceituação de arquitetura: que a arquitetura só se concretiza através de sua construção, ou a que considera a síntese do processo projetual - o projeto -um fazer arquitetônico, independente da obra construída ou não. Adotamos neste trabalho, este segundo enfoque, considerando que a concepção arquitetônica pode completar-se através da ação projetual dentro de um processo de análise/síntese cuja crítica estabelece categorias operativas diferentes das categorias que irão reger a obra construída. Neste caso o projeto não é uma simulação da realidade, é uma forma de aproximação a um objeto imaginado pela mente do projetista. É diferente da simulação no computador quando muitas vezes se tenta reproduzir esta realidade, ou o objeto projetado através de uma aproximação foto-realística.

⁸⁴ Guadet, se refere à necessidade da arquitetura ser um objeto *construível*: "Toute tentative d'architecture qui ne serait pas constructible ne compte pas, toute forme architecturale que violerait ou fausserait la construction e vicieuse." Guadet, Julien, *Éléments et théorie de l'architecture*, op. cit., p.110.

Apesar desta vinculação entre projeto e obra, através da imagem, a autonomia inerente a cada um dos processos diferencia a leitura que se faz da obra e do projeto.

O projeto possibilita a sua exequibilidade através das propriedades e dos atributos detalhados durante a descrição geométrica - forma, dimensões, materiais - do objeto. O projeto também é texto, é figura, é código.

Na medida em que o arquiteto, através do projeto, vai detalhando o objeto, a seqüência de operações objetivas, que orientam a representação, está baseada em conceitos e princípios que foram estabelecidos, por ele, *a priori* ou não, durante o processo.

Os conceitos que emergem do significado de 'objeto, processo e representação', estabelecem estratégias projetuais que podem variar desde o estabelecimento de regras e procedimentos explícitos e deterministas, como por exemplo, das regras compositivas em Duran, até estratégias cujas regras e procedimentos não são estabelecidos durante o processo, tornando-se claras somente ao final do processo como o Traçado regulador de Le Corbusier; ou, ainda, estratégias que abdicam da previsibilidade formal e espacial, abrindo margem ao espaço sensorial em constante transformação, como a noção de espaço como evento e acontecimento no projeto do "Pavilhão H2O" do grupo NOX .

Se para Edson Mahfuz as estratégias incidem em categorias delimitadas pelos componentes formais, compositivos e construtivos da arquitetura ⁸⁵; pode ser observado, como afirma Manuel Gausa, no Dicionário Metápolis, que hoje a figura do arquiteto não pode ser formulada, somente em termos de um "produtor de objetos," e sim visto como um estrategista de ações (e processos)⁸⁶. (Gausa, 2004: 543)

Ou ainda, como afirma Rafael Moneo, ao analisar a obra de Eisenman, referindo a importância do 'processo':

"Eisenman se vê obrigado a introduzir o conceito de *process*; entende-se o projeto por meio da seqüência no tempo que o tornou possível. O objeto, por si só, não comunica intenções (ou, se quisermos, as idéias do

⁸⁵ Adotar uma estratégia projetual, significa uma *tomada de decisão* na adoção de um partido concretizado por imagens que o aproximam ao objeto, Mahfuz, esclarece, «[...]que é através da sua materialização por meio do repertório formal/ compositivo/ construtivo da arquitetura que uma imagem pode vir a ser, primeiro um todo conceitual, depois um partido e, ao ser desenvolvido, um projeto.» Mahfuz, op. cit. p.27.

⁸⁶ "la figura del arquitecto hoy ya no es formulable – solo – en los términos de un "productor de objetos" sino en los de un "estratega de acciones (y procesos)"

arquiteto) e, por isso, com o intuito de fazê-las perceptíveis, é preciso dar evidência ao processo. Representar a arquitetura não será somente definir o objeto, mas prestar contas do que foi o processo. [...] Documentar o processo permite torná-lo visível: o registro de suas distintas etapas possibilita entender o desenvolvimento das operações formais. O objeto em si resiste a isso, já que o vemos somente no seu estado final”. (Moneo, 2008: 141)

Ainda é Moneo que relembra a importância que a noção do projeto como *processo* vem assumindo no ensino de projeto:

“A influência que o conceito de processo exerceu nos últimos anos para uma teoria do projeto foi importantíssima. Os que estiveram envolvidos como eu, por exemplo, com escolas de arquitetura durante 25 ou 30 anos poderão testemunhar como tanto os arquitetos quanto os estudantes se valem hoje do processo no momento de apresentar o projeto; o processo é encarado, portanto, como responsável pelo projeto”. (Moneo, 2008:141-142)

Da estratégia projetual, como em Rossi, onde a regra estabelecida pelo conceito de ‘tipo’ como categoria ou como ferramenta direciona a ação projetual do arquiteto, até o protagonismo da idéia e do ‘processo’ como fim, defendido por Eisenman em seus projetos, percebe-se o ‘papel’ diferenciado que o meio de representação assume durante as operações projetuais e na ação dos operadores dos programas computacionais.

Na contemporaneidade, os termos que comportam significados nas diferentes estratégias projetuais, onde convergem ideologias e posturas diferenciadas vêm sendo reavaliados por parte da crítica. Em um momento de transição como este, urge com mais força a reflexão da crítica, pela dificuldade em estabelecer critérios de ‘razoabilidade lógica’ que norteiem a compreensão do projeto que alimenta o repertório do estudante durante a prática pedagógica no ateliê de projeto.

Este processo de leitura, no qual se descreve o objeto a partir do projeto ou da obra construída, se nem sempre possibilita identificar com facilidade na obra, os três componentes de *utilitas, firmitas e venustas*⁸⁷, mais difícil se torna, analisar seus valores espaciais.

⁸⁷ « [...] nunca será posible, en un edificio construido, la justificación de las opciones realizadas cuando la justificación se haga dentro de los límites específicos de uno solo de los tres aspectos vitruvianos. » Quaroni, op. cit., p. 24.

A geometria está implícita na obra⁸⁸ e explícita no projeto; a utilidade arquitetônica pode ser verificada, geralmente, em melhores condições na obra. No projeto pode-se analisar mais apuradamente a 'beleza' como consequência da linguagem formal e da imagem. Estas questões sugerem que é possível deduzir, a partir da obra a sua geometria, configurando as imagens gráficas que representam aquele objeto real, no processo inverso do concreto ao abstrato. Este método é bastante utilizado no ensino de projeto, nas etapas de estudos que precedem o projeto.

Por outro lado, o uso e a caracterização espacial dos espaços e funções podem ser conhecidos e melhor vivenciados na obra construída. Isto é, a qualidade espacial é estabelecida pela vivência e experimentação deste espaço. Também visualmente podem ser percebidas a forma, a composição e a imagem e mais facilmente integradas através da observação da obra.

As simulações virtuais possibilitadas pelos programas de modelagem e animação, embora favoreçam esta experimentação visual, através dos percursos e da interatividade com os modelos 3D na apreensão e domínio do espaço arquitetônico, ainda não suprem em sua totalidade a qualidade sensorial deste espaço.

Construir no espaço virtual, diretamente em um modelo 3D, pode mudar o modo como se interpreta a representação durante o processo projetual; não mais pensado através de plantas e cortes, e sim diretamente a partir de uma configuração espacial em que forma e espaço passam a ser experimentados virtualmente no espaço digital, à medida que estão sendo idealizados pelo estudante ou arquiteto.

Considerando a complexidade da arquitetura, é comum separar seus elementos componentes através de um processo 'reducionista', para desenvolver trabalhos com fins de investigação científica ou para atender a procedimentos didáticos e pedagógicos no ensino de projeto.

⁸⁸Atualmente existem programas computacionais baseados em conceitos de fotogrametria, que possibilitam a explicitação da geometria, a partir de fotos, automatizando procedimentos de desenho para levantamentos de edificações existentes, diretamente no computador. Tanto na montagem das vistas, como à partir de fotos das fachadas permite montar o modelo tridimensional.

A partir de um enfoque desta natureza, estabelecem-se categorias operativas cuja racionalidade permite que possam ser analisadas e estudadas com maior autonomia e individualização, em relação ao processo de projeto para serem integradas posteriormente às diferentes fases do referido processo.⁸⁹

Nesta separação em categorias operativas do projeto, quando estão atuando operações racionais ou operações de maior ou menor racionalidade, é fundamental não perder o objetivo da idéia/imagem/objeto, durante o processo, para que não se distorça a idéia do conceito global, enfatizando um aspecto em detrimento dos outros. Isto pode acontecer, num procedimento metodológico, por exemplo, de uma postura funcionalista derivada direta da análise⁹⁰; ou a partir de um acirrado enfoque formal em que se abstrai o objeto arquitetônico do sítio e do contexto no qual vai ser inserido. O recurso de modelagem 3D, importante na prática pedagógica do ensino de projeto, deve ser entendido como possibilidade durante a concepção do objeto e não como mera apresentação visual, depois de concebido.

No entanto, para que isto aconteça é necessário entender de que maneira interpretar o *input* do programa, através de seus comandos, de modo a que a seqüência de passos não enfatize por um lado o conhecido problema do 'plantismo', por exemplo, ou por outro uma manipulação volumétrica pura e simples que desconsidera os aspectos espaciais da arquitetura. No ensino, as características dos primeiros CADs acentuaram esses aspectos; quando extrudar era sinônimo de tridimensionalidade, enfatizando o "plantismo" ou em que as operações booleanas de sólidos permitiam infinitas possibilidades de manipulação volumétrica, com subtrações e interseções efetuadas aleatoriamente, sem considerar o aspecto propositivo da arquitetura. Estas operações nos levam a pensar, muitas vezes, em uma

⁸⁹ «Aspectos que son "disciplinares" respecto a ciertas necesidades científicas de separar, para poner a punto los estudios de investigación, una u otra de las tres componentes, yá que el cérebro humano (y el electrónico) no logran trabajar "racionalmente" mas que reduciendo los problemas complejos en sus cantidades y calidades homogéneas, precisamente porque de esta manera es posible ir al fondo científico de los mismos y preparar posteriormente los métodos de análisis y de elaboración capaces de ser integrados en las fases del proceso proyectual.» Quaroni, op. cit., p. 24-25.

⁹⁰ Mahfuz refere-se a esta postura funcionalista como a mais simples em que, «[...] a interpretação é composta dos mesmos elementos da definição, combinados, transformados e estruturados, sem recorrer a nenhum elemento estranho. [...] preconizado pelo funcionalismo europeu do início deste século, segundo o qual a solução para qualquer problema arquitetônico seria uma resposta direta aos dados objetivos do mesmo. [...] negando toda a possibilidade da obra transcender o seu valor pragmático.» Mahfuz, Edson da Cunha. Tradição e invenção. (Uma dialética fundamental) In: Au-Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v.3, n.12, p. 70-74, jun./jul.1987.

desconstrução formal com todas as conseqüências dramáticas destas operações projetuais na apreensão do espaço arquitetônico e urbano.

Esta consciência projetual, quanto ao 'fazer' arquitetônico, que se adquire com a aprendizagem projetual através da experimentação, dá condições ao estudante de decidir quando e como efetivar determinadas operações, na utilização dos meios e instrumentos técnicos, que se adequem ao objetivo norteador da proposta conceitual (intenção) de seu projeto. A questão que se coloca é justamente qual procedimento pedagógico leva o estudante a aprender 'como fazer', considerando o momento atual em que novas maneiras e ferramentas estão sendo introduzidas no projeto do arquiteto.

Um olhar ao passado mostra as estratégias projetuais que ordenam, regulam e conduzem o processo baseando-se principalmente na tradição teórica da arquitetura, iniciada por Alberti. Alberti, ao separar projeto e obra, gerou a base teórica para o desenvolvimento de métodos e procedimentos para ensinar o projeto de arquitetura.

Esse território, tão claramente delimitado até a década de oitenta, começa a ser ocupado e transformado por outros enfoques que estabelecem uma abrangência mais ativa e processual no território da arquitetura.

O aporte da tecnologia digital está tendo um forte impacto na representação e produção da arquitetura. Inicialmente, a repercussão e os problemas surgidos no ensino de projeto com a implementação e uso da tecnologia digital devia-se ao desconhecimento, por parte dos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, das características e da ideologia dos programas computacionais. Considerava-se que a mudança era somente instrumental; pensando o computador como ferramenta e não como meio.

Conhecidos nestes últimos 20 anos, a influência da ferramenta durante a concepção podendo induzir determinados procedimentos projetuais, se abre a reflexão para mudanças no pensamento arquitetônico, no sentido de perceber o digital, como um ambiente onde a natureza informacional da tecnologia em conjunto com as transformações na sociedade passa a exigir um reposicionamento do arquiteto quanto a sua visão de mundo, no que tange às conseqüências que a natureza dos programas, e a natureza das relações espaço/homem/tecnologia exercem sobre a arquitetura. Torna-se importante entender 'a natureza do projeto digital'.

A sociedade passa a exigir outras interpretações que levam a que não se tenham regras tão explícitas quanto ao agenciamento e uso dos espaços. A flexibilidade não se dá somente explicitada por uma planta livre, mas por uma multiplicidade funcional que exige um olhar além de múltiplos layouts de uso do espaço. A legibilidade explícita do espaço permitida na liberação oferecida pela estrutura independente, ao libertar as paredes de sua função portante, passa a conter espaços caracterizados por relações espaciais múltiplas e ambíguas.

Manuel Gausa, no *Metápolis* argumenta que, o valor da arquitetura atualmente não está somente em criar formas no espaço mas em propiciar relações neste espaço. "Não se trata de compor projetos mas de propor e dispor reações, ações e relações que serão mais qualitativas quanto mais potencialmente interativas. Ele vê a figura do arquiteto não como de um 'produtor de objetos', e sim em termos de um 'estrategista de processos.'"⁹¹ (Gausa, 2004: 538)

Passa-se da arquitetura do objeto para arquitetura das relações, na qual as Interfaces, softwares e programação estabelecem procedimentos e operações durante o processo de concepção.

No processo de projeto, o projetista, como centro destas relações, interage com o projeto através da representação, intermediado pela tecnologia digital, reavaliando as decisões e resultados nas diferentes fases do projeto na busca de uma forma que atenda ao conceito e ao programa de arquitetura, previamente estabelecido. Como protagonista o projetista atua, mediado por *inputs*, *outputs* e *feedbacks* dos *softwares* e dos requisitos programáticos para configurar a estrutura formal do projeto através da representação digital na busca da forma que concretize suas idéias. Na interação durante a ação projetual torna-se importante conhecer o 'papel' da 'interação' entre projetista e projeto, onde atuam com maior ou menor ingerência os 'atores' que compõem o processo projetual.

Historicamente, a relação entre o projetar e o desenhar apresenta uma interação que se traduz durante o ato projetual em diferentes níveis de aproximação ao objeto, do delinear mais subjetivo do esboço da figura à objetividade mais precisa da geometria, estabelecendo critérios de decisão constante

⁹¹ El valor de la arquitectura no resulta ya, tan solo de crear formas em el espacio sino de propiciar relaciones en el: no se trata de oficializar (o componer) diseños sino de proponer (y disponer) reacciones (acciones y relaciones): mas cualitativas cuanto más potencialmente interactivas. Ello alude a un cambio latente en la propia figura del arquitecto ya no formulable – solo- en los terminos de un "productor de objetos" sino en los de un "estratega de procesos". (Gausa, 2004: 538)

durante o processo de projeto. Atualmente estes critérios de decisão fluem durante o processo, alimentados pelos programas computacionais e pelos programas de arquitetura..

A ideologia por traz dos programas, não se refere apenas ao programador; também a quem opera esses programas, podendo referenciar também meio de exercer poder ou de caracterizar um grupo diferenciado. Conhecer não só o programa, mas todo o contexto social e tecnológico que envolve o projetista no atelier de projeto é uma necessidade pedagógica no atual momento.

Surge a necessidade cada vez maior de conhecer as características dos programas, para aproveitar o potencial de experimentação que o ambiente digital oferece. Cada estratégia projetual, estabelece regras e jogadores, entre eles, programa e projetista (s) tem um rol importante de oportunidades. Na medida em que o programa computacional é visto como um meio durante o processo projetual, e o processo visto como proposição a partir de um olhar de ação (ação projetual), onde os registros de todos os "estágios formais importam para justificar o estagio final"⁹², percebe-se a importância que as operações computacionais passam a adquirir durante a concepção da arquitetura.

A partir desta lógica em que o programa computacional atua conjuntamente com o programa de arquitetura durante o "caminhar" do projeto, nos defrontamos com algumas questões, como por exemplo: Se previamente sabemos que o projeto é a invenção de algo que não está estabelecido *a priori*, cujas regras vão sendo transformadas a cada estágio durante o processo, como integrar o programa computacional, cujas regras são estabelecidas *a priori*, para que as estratégias projetuais possam conviver com as estratégias definidas pelo *software*? Como salientado acima, atualmente o arquiteto é um estrategista de processos.

Moneo, embora se refira ao trabalho de Einsenman, que volta o olhar para o processo, para justificar sua obra de fim dos anos 1960 a início dos anos 1980, constata que essa idéia germinou no ensino de projeto, e que cada vez mais os arquitetos das novas gerações se referem à arquitetura como 'criadora de processos' e não de fatos 'finitos e consumados'.

⁹² Moneo, p. 142, ao referir a questão do ensino: "Quantas vezes ouvimos que é preciso registrar o processo, apresentar toda a sucessão de estágios formais que servem como justificativa de um estágio final e derradero? O que interessa mais que do que a própria obra de arquitetura, é a "biografia" do projeto, e daí o interesse pela conservação viva do testemunho de seu projeto de gestação.

Também Vicente Guallart considera que “a arquitetura é o processo no qual se define espacialmente a organização das atividades humanas no espaço e no tempo. Físico ou virtual”. E assim prossegue:

“Até agora, a arquitetura operava principalmente, com o espaço, porque construir significava finalizar o processo. Agora, no mundo digital, o tempo também pertence à arquitetura. E no mundo hiper-real, excitado, relacionado com o mundo digital, também começaram os edifícios e os espaços a incluir de uma maneira mais ativa o tempo e sua autotransformação. A arquitetura será, assim, criadora de processos, e não de feitos finitos.”⁹³ (Guallart em METAPOLIS, 2004:11)

A idéia que vem permeando o ensino, nestes últimos 20 anos, como confirma Moneo, de dar importância ao processo de ‘gestação’ do projeto, tornando-o transparente, pode ser uma das formas que viabiliza o modo de introduzir conjuntamente os programas computacionais durante a prática projetual no ateliê de projeto.

Um dos modos tradicionais e conhecidos de projetar em que o arquiteto esboçava a idéia principal e outros projetistas poderiam desenvolver sua idéia, precisa ser repensada na medida em que o meio de representação assume uma parceria importante nas transformações ocorridas durante o desenrolar do projeto.

Este aspecto, se considerado no ensino de projeto, passa a ser um aliado na idéia de utilizar o programa como meio de ensino-aprendizagem de projeto. A estratégia do ‘jogo’ passa a ser um procedimento lícito de experimentação para o estudante utilizar as ferramentas de modo criativo durante o processo. Um aspecto passa a ser importante, não basta saber usar o programa é preciso entender a natureza (regras implícitas na programação) de cada programa, para poder modificar ou transgredir estas regras durante o processo, quando necessário à estratégia projetual pautada pelo projetista.

Moneo enfatiza a transparência dos procedimentos projetuais, traçando analogia ao jogo de xadrez:

⁹³ “Hasta ahora la arquitectura operaba principalmente con el espacio porque construir significaba agotar el proceso. Ahora, en el mundo digital, el tiempo también pertenece a la arquitectura. Y en el mundo hyper-real, excitado, relacionado con el mundo digital, también empezaron los edificios y los espacios a incluir de una manera mas activa el tiempo y su autotransformación. La arquitectura será asi creadora de procesos y no de hechos finitos”.

“O que interessa mais do que a própria obra de arquitetura é a “biografia“ do projeto, e daí o interesse pela conservação do viva do testemunho do seu processo de gestação. Da mesma forma como aconteceria em um jogo de xadrez ou em uma pintura, se pudéssemos deixar visíveis e transparentes os movimentos feitos pelos jogadores ou os diferentes momentos de desenvolvimento do quadro, uma obra e arquitetura deve preservar e documentar os vários estágios de projeto. [...]a produção – neste caso, a do projeto- é o que conta. Rossi *versus* Einsenman: contemplação *versus* ação ; uma arquitetura que se recebe *versus* uma arquitetura que se inventa. [...] o processo faz da arquitetura, uma substância didática. No passado, o fazer arquitetônico era ocasião de de prazer ou de resposta à necessidade, ou seja, de fruição estética, que nos fazia ver que se tratava de uma operação mental, ou de proteção e refugio na adversidade, o que por sua vez nos fazia ver sua condição instrumental. Agora a experiência arquitetônica se transforma em material didático.O processo mostra o ‘como’. A arquitetura como processo é a arquitetura das escolas, lugares onde aprendemos ‘como fazer’”. (Moneo, 2008: 142)

E ainda indaga Moneo: “Naturalmente, a idéia de arquitetura como processo nos leva de imediato a perguntar onde reside a realidade da arquitetura. Na obra construída? Na maquete? No desenho? No entendimento do processo?”

Estas constatações podem não ter a condição de verdade absoluta, porém é o meio onde começa a se delinear, na era digital, o território da arquitetura. Não mais uma arquitetura que se reproduz a partir do conhecido que se recebe, mas uma arquitetura que, embora considere também o conhecido, defronta-se com a condição de ‘prever, antecipar, inventar, adequar’; uma mediação destinada a dotar as estruturas produtivas e culturais de cada momento de uma organização espacial em sintonia com as condições de seu ‘entorno global’. (Gausa, 2004: 536)

Um dos temas tratados no ensino é ‘o como fazer’, e, na medida em que o programa computacional se insere no processo, adotamos nesta tese a importância do ‘processo’ como procedimento pedagógico no ateliê de projeto.

Castro Oliveira, ao referir o processo cognitivo que envolve a relação entre o projeto arquitetônico e sua representação, descreve a importância da prática projetual na construção do conhecimento arquitetônico, e a ação assumida pela representação de tornar visível, através do desenho ou modelo tridimensional, uma imagem concebida mentalmente.

"No projeto arquitetônico, o processo de representação associa num fazer métodos de análise, técnicas de

invenção e procedimentos de desenho e modelagem [...] a representação constitui um domínio fatural que não tem existência “natural”, mas é construído na ‘interação sujeito-objeto’ e regulado pelas ‘convenções’ do ofício”. (Oliveira, 2000: 21)

Ao tratar da ‘interação sujeito-objeto’, durante o processo de projeto refere-se à relação entre projetista/projeto arquitetônico/meio gráfico; na referência às ‘convenções do ofício’, a ação projetual no meio gráfico analógico ou digital é fundamentado por conceitos oriundos da teoria do projeto.

O estudante de arquitetura, ao interagir com o objeto arquitetônico durante a elaboração do projeto, vai construindo através de categorias conceituais e figurativas o seu conhecimento arquitetônico. O processo de ensino-aprendizagem emerge da dialética entre a concepção do objeto e a sua representação, através da concretização de imagens mentais em imagens gráficas (analógicas ou digitais)

Durante este processo de interação em que está sendo concebido o objeto arquitetônico, conceitos e imagens⁹⁴ vão se delineando na mente do projetista definindo conteúdo e forma,⁹⁵ que se traduzem concretamente em sua representação, através do desenho ou modelo tridimensional, configurando o projeto⁹⁶ e permitindo a visualização de suas idéias.⁹⁷

A ação operativa entre sujeito-objeto, que se desenvolve durante o processo projetual, gera uma relação dialética entre os ‘processos de invenção’ - formulação de idéias - e a representação gráfica dos princípios ordenadores (operadores) que traduzem estas idéias para o mundo exterior.⁹⁸

⁹⁴ « O projeto arquitetônico não se realiza no conceito, mas na imagem. Sendo ambas formas alternativas de inscrição, são igualmente veículos para a divulgação do saber, embora guardem uma especificidade que não se aplica às mesmas manifestações do conhecimento. As noções de conceito e imagem - ou conteúdo e forma - são qualitativamente equivalentes, mas incomensuráveis: talvez possam responder a perguntas similares formuladas em universos cognitivos diferentes, podendo sem contradição, quando complementares, auxiliar-se mutuamente.» (Oliveira, p. 19).

⁹⁵ «No projeto arquitetônico, formas e conteúdos interagem continuamente, num encadeamento similar ao que Piaget considera “sem fim e, sobretudo, sem começo absoluto”, característico da abstração reflexionante [...]» (Castro Oliveira, p.20).

⁹⁶ « [...] o projeto é um documento, um *plano* que materializa através da representação por texto ou figura (freqüentemente associados) o resultado do processo de invenção de um objeto - abstrato ou concreto - que pode, então, ser conhecido e repetido no tempo.» (Castro Oliveira, p.14)

⁹⁷ « Durante la elaboración del proyecto, el diseño es un medio que el proyectista usa para visualizar las imagenes formadas en su cerebro a fin de poder verificar personalmente su validez y congruencias com las demas imagenes del mismo proyecto y extraer de él consideraciones útiles a la corrección y al desarrollo de las mismas en otros gráficos.» (Quaroni, p.29).

⁹⁸ A relação dialética entre idéia e representação pode se referir à *tensão* referida por Castro Oliveira ao tratar da ação projetual na arquitetura, diz que *uma permanente tensão entre os processos de invenção e representação caracteriza a ação*

Entre a idéia criativa que inicia o processo projetual, em suas diferentes etapas de elaboração, e a sua exeqüibilidade através da representação gráfica, emergem conceitos de desenho e de projeto que adquirem diferentes interpretações no decorrer da história da arquitetura. Estes conteúdos refletem uma matriz teórica que permitem maior entendimento da natureza das relações entre a concepção e a representação durante a produção do objeto arquitetônico.

No projeto digital, o processo em que o projetista interage com o projeto, através da representação digital, para produzir conhecimento, gerando resultados formais, requer a explicação de questões tanto do ponto de vista teórico como fenomenológico.

A partir deste entendimento abre-se uma ‘porta’ para entender o processo do projeto mediado pela tecnologia digital, desde a concepção a materialização, onde ‘programas’ interagem com o projetista, através da representação digital, em direção ao projeto de arquitetura.

Na década de 1980, Donald Schon, ao estudar o ‘pensamento projetual’, na formulação do conceito de “reflexão-na-ação”, conforme apresentado no item anterior desta tese, apresenta o modelo de projeto focado no próprio projetista. Este modelo, proposto por Schon, enfatiza a interação do projetista com o problema da representação e caracteriza o projeto como um ‘processo de recepção’ (percepção); ‘reflexão’ (interpretação) e ‘reação’ (transformação).

Considerando que os programas de computador operam objetivamente com elementos que pertencem ao conjunto de operadores do projeto arquitetônico (geometria, modulação, escala, formas, topologia), pode-se conjecturar que sua utilização simultânea ao processo projetual assumam uma ação ativa durante a interação sujeito-objeto de conhecimento.

O próprio conceito de computação gráfica refere-se à interação sujeito-objeto, estabelecendo a diferença com os outros programas computacionais que não trabalham com imagens, enfatizando a interferência dinâmica do operador: “A computação gráfica é um ramo particular da informática, no qual o computador é utilizado para a criação e manipulação de imagens, com a interferência dinâmica do operador”. (Venetianer, 1988:2)

Desde 1990, o software 'orientado ao objeto'⁹⁹ aproxima o objeto digital do objeto arquitetônico, pela sua complexidade de informações inerentes a cada objeto, que, nos dois casos nem sempre transparecem em sua imagem. No entanto, de naturezas diferentes, o objeto-modelo computacional e o objeto-modelo arquitetônico, enquanto projeto, se confundem no espaço virtual, caracterizando uma entidade-modelo única, mas cada uma guardando para si seu significado. Uma característica da técnica orientada ao objeto é importante:

“Assim como as “caixas pretas” da engenharia, a estrutura interna de um objeto é escondida dos usuários e programadores. As mensagens que o objeto recebe são os únicos condutos que conectam o objeto ao mundo exterior. Os dados dentro de um objeto estão disponíveis para manipulação somente pelos próprios métodos do objeto”. (Venetianer, 1988: 2)

Isso implica em que, cada vez mais, é necessário compreender a estrutura do programa computacional, para poder agir com “esse objeto de conhecimento”, considerando a visão operativa do projeto arquitetônico também como objeto de conhecimento.

Nesse sentido, a metamorfose do objeto arquitetônico durante a ação projetual, sua incerteza, e seu estado provisório levam a compor e recompor as operações inerentes ao projeto, numa “luta” com o programa computacional, abrindo a possibilidade de transgredir suas regras (do software) para atender as “regras e imposições” do projetista (como operador e (ou) programador) em atendimento ao programa de arquitetura.

No caso do processo projetual a interação do estudante (S) com o objeto arquitetônico, (Objeto do Conhecimento) representa no livre compor e recompor, operações racionais de transformação do objeto digital-arquitetônico.

Aprofundando esta linha de pensamento, propõe-se que é possível construir conhecimento projetual através da tecnologia computacional, inserindo conteúdos de arquitetura na explicitação, na

⁹⁹ "Um programa tradicional consiste em procedimentos e dados. Um programa orientado ao objeto consiste somente em objetos que contêm procedimentos e dados. Os objetos, então, são entidades que tem atributos específicos(dados) e maneiras de comportamentos (procedimentos)." Winblad, Edwards e King. Software orientado a objetos. Makron Books, 1993. SP. P 29

operação e na transgressão das características dos programas gráficos computacionais utilizados pelo estudante e professor no ateliê de projeto.

A transformação da forma do objeto, seja a partir da subtração de partes a um sólido ou a adição de elementos a um volume inicial, ou ainda pela manipulação de vértices de uma superfície Nurbs, ou pela transformação/deformação de um objeto *Blob* no computador, é sempre uma operação matemática, na interface do programa (diálogo usuário-objeto-programa) corresponde a uma série de passos (path, steps) definidos e acessados pelos comandos; possui implicações conceituais de projeto no qual atuam elementos objetivos e subjetivos determinando maior ou menor grau de racionalidade nas operações de projeto. O aprendizado dá-se através da frequência de experimentações, em uma relação de acerto e erro; erro no sentido de experiência.¹⁰⁰

Estas experimentações, durante o processo projetual, que se manifestam através de sua representação gráfica, configuram aproximações ao objeto, dentro da concepção descrita de recompor e decompor mentalmente o objeto de conhecimento - transformando o objeto efetivamente através da representação - para ir avançando em novos conhecimentos e gerando outros objetos diferentes do inicial.¹⁰¹

O computador insere-se dentro deste processo de composição e recomposição do objeto através de sua representação, pelo *input* e *output*, para gerar novos conhecimentos, como o meio que permite esta operação sempre de forma lógica e racional, acentuando a rapidez do processo, disponibilizando os componentes geométricos e operacionais dos programas, muitas vezes sem uma decisão do usuário. A janela, a porta, a figura plana ou o sólido, a superfície, *extrude Spline*, o *grid*, o *array*, o *copy*¹⁰² dos programas estão disponíveis na tela, como mais um objeto a interagir com o aluno (sujeito) na construção do objeto arquitetônico (objeto do conhecimento), sendo um agente mediador entre o sujeito e o objeto,

100 O erro é considerado como experiência, e indica o estágio em que se encontra o aluno. (Pereira e Bazzo, p.14).

101 (Draw, draw and draw enfatiza Colin Rowe em seu texto *Paradigm and Program*) «Na arquitetura, a consistência interna é uma consistência compositiva, na medida em que põe em relação recíproca elementos espaciais figurativos e tecnológicos, destinados a compor um objeto obtido pela associação de partes descritíveis isoladamente uma das outras. [...] Toda composição é, por princípio, decomponível pela análise, conduzindo, pelo caminho inverso, a uma recomposição, que vem a ser a interpretação crítica.[...] ao projetar, o arquiteto sempre faz referência, explícita ou não, a precedentes por ele estudados ou, ao menos, *observados com mínima atenção*, (O grifo é meu) É possível afirmar que não existe na prática da arquitetura verdadeira composição, mas apenas recomposições sucessivas» Castro Oliveira, op. cit., p. 33.

102 Trata-se de comandos dos programas gráficos

através da interface. Nesse ciclo intermediado pelo computador o conceito de avaliação (*feedback*) torna-se explícito. Etapa considerada fundamental no processo de projeto tradicional, a avaliação a cada tomada de decisões sobre o projeto nem sempre ficava registrada durante a ação projetual. Cada vez mais este processo torna-se transparente no uso do meio computacional, à medida que operações são comandadas pelos (ou com auxílio de) *softwares*.

O computador atua neste processo de interação (entre o sujeito e o objeto do conhecimento) na construção do conhecimento, como mais um componente poderoso que enfatiza as operações racionais do processo através da sua representação. Corona Martinez já se referia ao poder de modificar o objeto através de sua representação e ao poder do computador:

“O poder de modificar o objeto pela representação é um poder efetivo, às vezes terrível; a possibilidade de piorar-lo, de degradar o objeto em vez de melhorá-lo. Existe há alguns anos uma nova ferramenta que permite ver de forma dramática esse poder: a computação gráfica. Com ela se realiza modificações no objeto imaginado, quase de maneira instantânea e completa. Se opera sobre um objeto que se inventa, sobre um quase objeto. Na tela do monitor, se modifica uma representação: uma planta, uma fachada. Magicamente, o resto das representações se modifica, em concordância com a modificação introduzida. A aceleração do processo de ensaio e erro da invenção arquitetônica pode ser considerada como este escravo que aceita as transformações das coisas e extrai as conseqüências para exibi-las ao projetista, aumentando seu poder”.
103 (Corona Martinez, 1990: 49)

Na medida em que o ‘sujeito’ utiliza o raciocínio lógico-matemático para construir através de “composição livre” sua proposta, o computador interage no processo possibilitando novas alternativas através da manipulação do objeto. O modelo digital passa a ser o objeto de conhecimento e projeto.

103 “El poder de modificar el objeto por la representación es un poder efectivo, a veces terrible; la posibilidad de estropearlo todo, de degradar el objeto en vez de perfeccionarlo. Existe desde hace pocos años, una nueva herramienta que permite ver de forma dramática este poder: la computación gráfica. Con ella se realiza cambios en el objeto imaginado de manera casi instantánea y completa. Se opera sobre un objeto que se inventa, sobre un casi objeto. En la pantalla del monitor, se modifica una representación: una planta, una fachada. Mágicamente, el resto de las representaciones cambia, en concordancia con la modificación introducida. La aceleración del proceso de ensayo y error de la invención arquitectónica es considerable con este esclavo que acepta las transformaciones de las cosas, y extrae las consecuencias para exhibirlas ante el diseñador, aumentando su poder.”

Pode-se considerar que aquela imagem digital representa um questionamento no decorrer do processo, e além de tudo, permite rápidas transformações e infinitas visualizações de diferentes ângulos. Assim, o sujeito, ao 'responder' e repensar o objeto, avança mais um passo no conhecimento do objeto. Esse é o processo. O computador atua como mais um componente entre o sujeito e o objeto do conhecimento.

No trabalho com o papel, por mais que haja a relação direta com o pensar, pela cultura e o hábito criado limita-se a livre associação entre as partes e o todo, como se faz na mente. O papel é uma entidade estática; o computador pode ser considerado um agente dinâmico dentro do processo de interação sujeito-objeto na relação de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, no conhecimento arquitetônico adquirido durante o processo projetual.

Uma atuação conjunta - professor/aluno/computador - permite identificar soluções de projeto 'impensadas' ou 'estereotipadas' durante o processo, e formular possíveis alternativas utilizando outras categorias operativas de projeto arquitetônico, experimentadas com o auxílio de operadores do programa computacional.

A questão da Interação entre o projetista e seu projeto passa a assumir características peculiares quando se usa a intermediação digital. Na medida em que os programas se tornaram potencialmente mais ativos e passaram a ser utilizados na geração formal, não apenas como modo de representar a idéia do projetista, mas de propor novas formas (*shapes*) a partir de *inputs* de outras naturezas. Neste caso, a interação do projetista com o modelo 3D acontece após o modelo ser gerado e representado diretamente pelo *output* do *software*. Esta interação entre o *software* e o modelo 3D, sem interferência inicial do projetista, é uma das características de um tipo de Projeto digital, apresentado na Parte III da tese, onde o *software* ao assumir a formalização do projeto, exige um controle muito mais preciso do projetista sobre resultados formais que não foram preconcebidos como imagens mentais pelo projetista.

Constata-se, atualmente, um panorama eclético, onde diferentes tendências projetuais¹⁰⁴ proliferam entre estudantes e arquitetos, possibilitando que uma postura de certa forma acrítica, dentro do

¹⁰⁴ Montaner refere-se às multiplas experiências que rompem com «[...] dicotomias establecidas: obras pensadas por la técnica, pero a la vez pensadas de manera singular y adaptables al contexto; arquitecturas que han desrrollado al unisono ingredientes abstractos y figurativos, como la nueva abstracción formal, [...] o ciertos clasicismos que han reinterpretado la figuracion clásica desde actitudes de ironia, fragmentacion o abstraccion.» Montaner, op. cit. , p.259.

ambiente acadêmico, dê lugar a uma arquitetura cujos projetos e obras não reflitam uma consistência conceitual.¹⁰⁵ É possível que estes enfoques fragmentados, e até equivocados, de projeto ocorram pela falta de aportes teóricos sobre a natureza diferenciada do projeto digital, na prática pedagógica do ensino de projeto.

Rivka Oxman, em seu texto sobre *teoria e projeto na era digital*, alerta para o fato que a maioria das publicações sobre o projeto digital tem sua origem em eventos nos quais a seleção de textos é feita por jurados compostos por um corpo de acadêmicos internacionais que estão envolvidos em ensinar e investigar o projeto digital trabalhando na produção de softwares, o que ocasiona freqüentemente conteúdos com ênfase nos aspectos metodológicos e pedagógicos. Dessa forma, sob a perspectiva acadêmica e científica, ao se adotar esta abordagem percebe-se uma ênfase que tende a unificar os aspectos teóricos e metodológicos do projeto digital.

“Os acadêmicos científicos, muito menos ocupados com as inovações formais que têm sido um dispositivo de tão forte motivação na primeira geração de projeto digitais, enfatizam um foco muito claro sobre projeto digital como um novo conjunto de tecnologias e único meio de projeto que está transformando as definições e conceitos tradicionais de projeto”.¹⁰⁶ (Oxman, 2008: 238)

A ênfase na influencia dos novos meios sobre o processo de projeto e o pensamento projetual torna evidente a necessidade de fornecer um quadro teórico específico para o projeto digital. Oxman considera que o projeto digital tem passado por um período de rápida absorção, exploração prática, produção teórica e alguns graus de materialização, e que a fundamentação teórica como um modo diferenciado e único de projetar ainda não foi formulada, e que a fundamentação conceitual ainda se concentra numa posição ideológica. (Oxman, 2008: 238)

¹⁰⁵ Sugere-se o texto *O lento e gradual retorno às bases*, de Comas, que traça um panorama da arquitetura e do ensino de arquitetura no Brasil, relacionando a *academia* e a *prática* à partir dos anos 50 e as mudanças de enfoques conceituais ocorridas no abrir dos anos oitenta principalmente na UFRGS. Comas, Carlos Eduardo Dias. *O lento e gradual retorno às bases. Projeto*, São paulo, n.129, p. 164-167, jan. /fev. 1990.

¹⁰⁶ Much less occupied with the formal innovations that have been such a strong motivating device of the first generations of digital designs, the academic/scientific emphasis presents a much clearer focus upon digital design as a new set of technologies and unique media of design that are transforming our traditional definitions and concepts of design.

Nesta abordagem do ensino de projeto na era digital, pode-se perceber que investigar para conhecer as transformações ocorridas nos programas computacionais, na representação digital da arquitetura e nos programas de arquitetura é importante para o ensino de projeto. A interação projetista e representação assume um novo papel na tecnologia digital e a influencia dos novos meios sobre o processo de projeto e o pensamento projetual torna evidente a necessidade cada vez maior de uma reflexão crítica específica sobre a natureza do projeto digital.

ARENA TEÓRICA

3. PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL

3. PROGRAMA E PROJETO NA ERA DIGITAL

Neste capítulo, são apresentados conceitos da ciência da filosofia e da arquitetura, assim como definições, técnicas e funcionalidades dos programas computacionais, que se entrecruzam na abordagem ao 'programa' na era digital. As implicações da imagem na era digital e os programas computacionais cuja operacionalidade, ao incidir diretamente no desenvolvimento e modelagem da forma arquitetônica, estabelecem estratégias que repercutem na espacialização do programa de arquitetura. Os conceitos da ciência e da filosofia são abordados em conjunto a esses conteúdos, que estão subjacentes às operações computacionais e que formam o bastidor teórico para o que se caracteriza na atualidade como 'projeto digital'. São arquiteturas possíveis, concebidas e executadas com o auxílio de programas gráficos de modelagem vetorial; de programas e técnicas de animação e de *rendering*; de mecanismos e dispositivos, e de cálculos matemáticos e topológicos. Corroborando a hipótese que, na era digital, os programas computacionais e os programas de arquitetura, não são neutros e tem uma interferência significativa no processo de projeto, transformando a concepção e a produção arquitetônica, gerando produtos definidos pelo 'programa'.

Entre os exemplos apresentados nas imagens, alguns são tomados da época em que foram gerados e nas versões de programas que, na ocasião, estavam sendo utilizados em ateliê de projeto na Unisinos; outros foram gerados especificamente para elucidar na tese; ou são experimentações e projetos considerados paradigmáticos, cuja característica denota um processo de explicitação da forma influenciado pela tecnologia computacional.

3.1. Programas de Arquitetura e Programas Computacionais: 'programa'

A idéia de entrar pelo 'programa', em uma abordagem argumentativa que um programa computacional e programa de arquitetura demonstra pertinência. O programa de arquitetura ao ser apresentado em suas diferentes e possíveis vertentes do pensamento arquitetônico, engloba as instâncias tecnológicas, sócio-culturais, temporais e humanas que conduzem e se mesclam durante todo o processo de projeto.

Flusser, no "Mundo Codificado" diz que, "*in+formação*", quer dizer literalmente, o processo de dar forma a algo". (Flusser, 2007: 28). Os requerimentos programáticos são informações que

constituem o input constante durante o processo de projeto no sentido de dar forma à arquitetura. Uma arquitetura que no meio digital é materializada através do 'programa'.

Conforme explicitado na "Introdução", o termo grafado 'programa', corresponde à conjunção programa de arquitetura e programa computacional. O primeiro, geralmente simplificado como "programa de necessidades", é considerado na tese mais abrangente, incluindo todos os condicionantes físicos, sociais, culturais, econômicos e de contexto que se inter-relacionam com o projeto, sendo assim denominado programa de arquitetura. O segundo, programa computacional, refere-se aos softwares e dispositivos utilizados na geração de uma arquitetura digital.

O programa de arquitetura é um sistema de caminhos, eventos e lugares que devem ser trabalhados e solucionados. Estes elementos são interligados e reaparecem durante todo o processo de projeto em diferentes momentos, com aspectos diversificados. Na organização do pensamento arquitetônico, o projeto assumindo sua natureza cognitiva passa a ser o objeto teórico, isto é, o objeto em torno do qual se constrói o conhecimento. A definição de um programa de arquitetura faz parte do projeto arquitetônico, sendo também objeto de conhecimento.

Atualmente, as mudanças que estão ocorrendo no pensamento arquitetônico e projetual, conduzem a necessidade de repensar no ensino de arquitetura: quais são e o que representam os programas que circulam no ambiente do ateliê de projeto. O novo repertório formal da arquitetura, possibilitado pelos programas gráficos computacionais, exige um olhar pluralista para entendimento desta transição. No entanto não são somente os programas gráficos (CAD e modeladores) que devem ser pensados.

A tecnologia digital tem contribuído para fazer emergir novas regras para o projetista de acordo com sua interação com o meio. O projetista hoje interage com controles, modos de geração, processos de funcionamento das máquinas e dispositivos, cuja característica transcende a noção de ambiente gráfico digital, e não pode ser visto apenas como instrumento de representação. Este desenvolvimento está instaurando novas regras, incluindo o projetista como um "construtor de ferramentas" (Oxman, 2006: 260).

A reflexão passa pelo modo como o projetista interage e qual o tipo de meio, que está sendo usado. Do meio de digital o projeto transcende também para um meio social, político e econômico, interagindo conjuntamente, embora nem sempre conscientizado no ato projetual. Em arquitetura, os

diferentes meios de representação da realidade, têm uma narrativa que não pode ser desvinculada de um mundo em constante transformação.

A representação arquitetônica tem passado por vários suportes: desde a câmara escura do renascimento, os tratados de Alberti e os instrumentos de Brunelleschi, do enquadramento da representação, onde o tempo é fixo, até a dinâmica temporal dos programas de animação (quadro a quadro). Convive-se com a noção do tempo representado por percursos e *promenades*, (coordenadas), até a noção de um tempo circular (topológico), onde as formas sofrem metamorfoses, e transcendem para um espaço perceptivo (vivenciado).

Co-existem no âmbito da arquitetura, enfoques diferenciados de repertórios e procedimentos projetuais, que utilizam as ferramentas digitais, de acordo á implicações filosóficas, sociais e científicas, com raízes em tempos e cronologias diferenciadas. Na arquitetura atual, os postulados e princípios claramente identificáveis, as 'leis compositivas universais', são questionadas e (ou) reinterpretadas.

Esta ótica plural e de multiplicidade de enfoques, penetra e transcende os programas computacionais, trazendo a tona outros programas; programa de arquitetura, como necessidade, como evento, como ordenador do projeto, como o próprio projeto. Ou, o programa da súmula da Disciplina, com seus protocolos e procedimentos, habilidades que se espera que o projetista, como estudante, já tenha ou adquira durante seu processo pedagógico.

Ao focar os "programas", como conceitos que se entrecruzam (são excludentes, sinérgicos, simbióticos, sectários, rígidos, flexíveis, matemáticos, computacionais, arquitetônicos, normativos, abertos, castradores, libertários, etc), se percebe que todos eles (os programas) convergem no projeto, e fazem parte do ambiente do ateliê.

Nesta tese, a abordagem ao 'programa' em alguns momentos é abrangente e ambígua. A reflexão passa por conhecer a natureza dos programas e sua genealogia. O termo "programa", em seu aspecto ontológico, pode ser visto como, "indicação das matérias que constarão em um concurso, uma prova, um exame, etc./ relação dos números de uma festa, um espetáculo, etc./ Objetivos e modalidades de uma atividade industrial, financeira, ou política: um programa de investimentos, um programa eleitoral".¹⁰⁷

107 Dicionário enciclopédico Koogan Larousse. P.681

Um "programa" pode ser uma lista de objetos ou processos, um planejar de eventos que irão configurar, pela ação, uma realidade. O "programa" tem uma ideologia, um objetivo, estabelece procedimentos, sobre o que pode e o que não se pode fazer. Antecede ou procede a uma ação. "Programar é planejar, dispor previamente os elementos do evento, do empreendimento. Programas produzem novas dimensões, organizações, estruturas, fluxos". (Fuão, 2000)

No dicionário de informática, programa, é sinônimo de *software* [...] uma seqüência de instruções que podem ser executadas por um computador.

“Um programa de computador é uma coleção de instruções que descrevem uma tarefa a ser realizada por um computador[...]Um programa de computador é a formalização de um algoritmo em qualquer linguagem capaz de ser transformada em instruções que serão executadas por um computador gerando os resultados esperados.[...] instruções que fazem com que o hardware- as máquinas – realizem o trabalho. O software é um termo coletivo que abrange várias categorias¹⁰⁸ são os software de rede, que permitem a comunicação dos computadores entre si, e as linguagens, que fornecem aos programadores as ferramentas de que necessitam para escrever programas. [...] os softwares também podem ser classificados de acordo com a forma de distribuição. Aqui se incluem os chamados *packaged softwares* (*pacotes*), desenvolvidos e vendidos principalmente através de canais de varejo [...]”.¹⁰⁹

O enfoque dado ao programa, pela informática, como, "uma série de instruções que descrevem uma tarefa a ser realizada por um computador", exclui o operador, o usuário final, o projetista, e dão autonomia ao hardware e software.

108 As duas categorias principais são os sistemas operacionais (software básico), que controlam o funcionamento do computador, e os softwares aplicativos, que executam as diversas tarefas pelas quais as pessoas usam os computadores. Portanto, os softwares básicos cuidam de atividades essenciais porém muitas vezes invisíveis como a manutenção dos arquivos em disco e o gerenciamento da tela, enquanto que os softwares aplicativos fazem o processamento de textos, o gerenciamento de banco de dados, e outras mais. Duas outras categorias, que não se encaixam entre os softwares básicos nem entre os softwares aplicativos, embora contenham elementos de ambos,

109 os freewares e os softwares de domínio público, cujos programadores os fornecem sem custo; e os sharewares, que soa semelhantes aos freewares mas que costumam ser fornecidos mediante o acordo tácito de pagamento de uma quantia simbólica pelos usuários que gostarem do produto; e os infames vaporwares – um nome aplicado aos produtos que nunca chegam a aparecer no mercado ou que só começam a ser vendidos muito depois da data prometida. [...]Microsoft Press dicionário de informática inglês-português e português-inglês/Microsoft Press; traduzido por Fernando B. Ximenes.- Rio de Janeiro:Campus, 1993. p. 414

As máquinas realizam o trabalho, e se comunicam entre si. Os programadores, esses sim, existem e tem linguagens próprias, estas linguagens, são ferramentas, que usam para escrever os programas. Há momentos que programa e programador se confundem, é o momento da criação do programa. Os programas utilizados na arquitetura, por exemplo, modeladores, *rendering*, de animação, são os chamados *packaged softwares* (*pacotes*). Nesse universo, o projetista não existe. No entanto é desse universo que as arquiteturas se metamorfoseiam e se concretizam. Muitos arquitetos utilizam os programas como ferramentas e obedecem aos seus comandos.

Em seu texto "*CAD Abusing computing*", de 2000, Ranulph Glanville, analisa as diferenças como o computador pode ser usado, e descreve as duas atitudes, que o projetista pode ter, ao se aproximar do computador: O projetista, obedecendo aos comandos, o computador é considerado, nesse caso como uma ferramenta. Na outra atitude, em que o projetista, literalmente, não obedece aos comandos, o computador é considerado como meio. O autor, através de sua experiência no ensino, assinala possibilidades dessa segunda atitude.

Rivka Oxman, em seu ensaio "*Theory and design in the first digital age*" (2005), ao estudar o projeto digital, centraliza no usuário (projetista) os softwares e o computador. Explicita e detalha qualitativamente a natureza da interatividade e o tipo de controle do processo de projeto digital, no qual o projetista tem uma posição simbólica central. Quatro variáveis conectam-se e interagem entorno do projetista, ao utilizar os programas computacionais: Avaliação, *Performance*, Geração formal e Representação digital.

Nesta interação entre o projetista e o programa computacional, o programa de arquitetura, denominado "*performance*", por Oxman, é a categoria que no projeto digital sofre uma ação e exerce uma reação mais impactante durante o processo no meio digital, à medida que a geração formal da arquitetura, tem uma dependência maior das técnicas e funcionalidades dos softwares. Esta ação e reação correspondem aos inputs e outputs, da caixa-preta de Flusser.

Também, encontramos no Dicionário de Filosofia, dentro do significado de cibernética uma alusão ao software, do ponto de vista das informações que circulam nas máquinas, especificamente os autômatos, ou seja, "as que são capazes de realizar operações que, durante a execução podem ser

"corrigidas" (conceito de retro-alimentação, *feedback*); [...] e ainda o conceito de probabilidade e entropia, em um mundo que não é necessariamente ordenado nem necessariamente desordenado."¹¹⁰

No programa de arquitetura, os condicionantes e contexto são interligados e reaparecem durante todo o processo de projeto em diferentes momentos, com aspectos diversificados. Em uma relação de ensino-aprendizagem, sob um enfoque construtivista, o projeto é o objeto em torno do qual se constrói o conhecimento. Dessa forma, na organização do pensamento arquitetônico, o projeto assumindo sua natureza cognitiva, passa a ser o objeto teórico, o objeto do conhecimento.

A definição de um programa de arquitetura faz parte do projeto arquitetônico. O Programa de arquitetura, fazendo parte do projeto de arquitetura, é também objeto de conhecimento, em torno do qual se dá a ação projetual no ateliê de projeto. Sob este ponto de vista, pode ser considerado que, projeto é programa de arquitetura e que programa de arquitetura é projeto.

Embora o software, possa ter ingerência sobre a formalização da arquitetura, o projeto, não deveria ser confundido com o objeto que está sendo manipulado por ele (software).

Bernard Tschumi, no texto, "*The Manhattan Transcripts*" de 1982, escreve que os conceitos em arquitetura "podem preceder ou seguir aos projetos ou aos edifícios, em outras palavras, um conceito teórico é suscetível, de aplicar-se ao projeto; ou derivar dele." Assim um conceito pode preceder um programa de arquitetura ou derivar de um programa de arquitetura.

William Mitchell, pesquisador do MIT (Massachusetts Institute of Technology), é reconhecido pelo seu trabalho investigativo sobre o fenômeno digital; publica em 1990, "*The logic of Architecture*", onde o autor expõe conceitos e princípios que dão base à geração arquitetônica a partir da "Gramática da Forma" (*Shape Grammars*). Ainda hoje o projeto generativo, baseado na gramática da forma, é utilizado por arquitetos que trabalham com tecnologia digital.

Em seu livro, refere-se ao programa de arquitetura, a partir "de algumas idéias da lógica modernista", procurando mostrar uma definição mais precisa das relações entre forma e função no estabelecimento, interpretação e uso das linguagens arquitetônicas. Mitchell parte de um problema 'crucial' proposto por John Summerson, em seu ensaio "*The case for a theory of modern architecture*" (1957).

110 ABBAGNANO, Nicola. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2000, 4ª edição, p.136

“As concepções que emergem da preocupação com o programa necessitam em um dado momento, cristalizar-se em uma forma final, e quando o arquiteto atinge esse ponto ele necessita apoiar sua concepção sobre o discernimento, o senso de autoridade e a convicção que fornecem coesão ao projeto como um todo, fazendo com que as relações eminentes se fechem em uma unidade visualmente compreensível. Ele pode ter extraído do programa um conjunto de relações interdependentes [...]precisa enfrentar a hierarquização de um grande numero de variáveis. Não existe consenso teórico sobre o que acontece ou deveria acontecer quando se atinge esse ponto. Trata-se de uma lacuna.[...] (Mitchell, 2008:1)

Transparece no texto acima, a preocupação de Summerson entre o programa de arquitetura, a forma e sua imagem visual; assim como o discernimento na decisão do projetista, junto á falta de transparência durante a ação projetual quando um programa de arquitetura vai configurando a forma.

A questão está referida ao projeto e sua representação no meio tradicional; e à caixa-preta da mente do projetista, sua imaginação. O uso do computador na arquitetura, em seus primórdios e até hoje, para alguns, significa a possibilidade de branqueamento da ação do projetista, através da sistematização das informações do programa de arquitetura e dos elementos formais do projeto em uma arquitetura analítica.

Para Fuão, "o arquiteto que só pensa em forma ou função está condenado a ser escravo da própria modelagem estabelecida pelo sistema." (Fuão, 2000)

Embora, a relação de causa-efeito, no enfoque funcionalista, do programa de necessidades já tenha sido reavaliada, as necessidades ainda existem na arquitetura. Vários conceitos e definições coexistem na arquitetura e permeiam o ateliê de projeto.

Para alguns arquitetos, um programa de arquitetura é visto á partir de um enfoque sistêmico, como um método de investigação; requisitos que um projeto deve atender. Um olhar para a uma arquitetura sistêmica, onde regras e procedimentos visam à resolução de um problema. Natureza do problema antecede a natureza do projeto.

Como é o caso de Deurk: "[...] o programa é um método sistemático de investigação para delinear o contexto onde o projeto deve ser desenvolvido, bem como definir requisitos que um projeto bem sucedido deve atender;" (Deurk, 1993:8) e de Hertzberger: "o programa arquitetônico é o estágio de definição do projeto, o momento de descobrir a natureza do problema de projeto, em vez da natureza

da solução de projeto” (Hertzberger, 1999:1). O autor estabelece categorias de valores “contemporâneos”, que devem ser incorporados na análise para configuração do programa de necessidades: humano, ambiental, tecnológico, econômicos, segurança, temporal, estático cultural.

A idéia de uma arquitetura onde a parte analítica assume um forte papel, que precede a síntese projetual. São informações coletadas, analisadas, codificadas em um programa arquitetônico. A eficiência projetual dos "processos sistemáticos dos anos 1960", que buscam o máximo desempenho, na ordenação do projeto e se adequam perfeitamente aos princípios informáticos.

Normas, regras, instrumentos do plano diretor, legislações de incêndio, código de obras, acessibilidade, entre outros, que derivam em planilhas, índices, métodos quantitativos e qualitativos para ordenar o projeto, fazem parte dos programas computacionais, acessados pela Internet e que também impõem uma 'ordem' ao programa de arquitetura e ao projeto. São os inputs que alimentam o projeto, repertorizam os projetistas.

São inputs, também codificados por vários outros programas, processadores de textos, processadores de imagens, de CAD, de GIS. Estão todos juntos, na memória do computador e do projetista, visíveis na tela, acessados e manipulados pelo projetista durante o processo de projeto, dentro do ateliê. Formam uma cultura arquitetônica, que processada pela mente do projetista e pela memória do computador, vai conformando outras culturas arquitetônicas.

Mahfuz, em seu ensaio, “Entre o espetáculo e o ofício”, ao refletir sobre o que “está mal” com a “arquitetura do espetáculo”, também se refere ao programa, assinala que, além do fato de sua estridência formal vir associada á desatenção ao programa, [...] nessas arquiteturas o programa é com frequência considerado um empecilho [...] e contrapõe vinculando projeto e programa que “na arquitetura do ofício”, o projeto é uma síntese formal dos requerimentos do programa - em sentido amplo – enfatizando o lugar, a disciplina construtiva e a sua historicidade. (Mahfuz, 2009:61)

Mahfuz se refere em seu texto sobre o programa de arquitetura, à interação do espaço com as ações humanas, trazendo à tona a identidade formal de uma obra como objeto arquitetônico, que ao mesmo tempo se vincula e transcende ao programa.

"O programa além de ser uma relação de ações humanas, é um material estruturado sobre o qual a ação projetual estabelece uma ordem espacial [...] A identidade formal de uma obra se baseia nessa idéia estrutural do programa, em vez de invocar símbolos externos a ele. [...] A estreita vinculação com o

programa e, ao mesmo tempo, a necessidade de transcendê-lo, é o que possibilita a uma obra de arquitetura manter sua qualidade objectual intacta, mesmo quando o programa já se tornou obsoleto". (Mahfuz, 2009: 62)

Na mesma linha de pensamento, Piñon em seu livro sobre "teoria do projeto", se refere á questão da identidade, diz que o "abandono da atenção ao programa como estímulo e elemento de identidade do projeto se deve á perda de capacidade de abstração por parte dos arquitetos [...] a capacidade de pensamento visual "[...].

A crítica de Piñon acaba se referindo á 'imagem técnica' e ao projetista, ao descrever a perda da capacidade de abstração, como uma característica da pós-modernidade. Neste contexto, segundo o autor na concepção formal da arquitetura, o vínculo programa e forma, se enfraquece, quando o projetista, "abandona a mirada sintética – própria do artista – e adota uma visão analítica – própria do cientista -, particularmente inapta para a concepção formal". (Piñon, 2006: 44)

Piñon se refere à tecnologia digital, pelo lado da possibilidade de "projetar construindo", para delimitar materiais, superfícies, e em troca utilizar os elementos construídos; ou pelo potencial de visualização dos programas computacionais; não abordando a relação de geração formal com o programa de arquitetura.

"Programas são estruturas complexas do pensamento, operam com palavras, idéias e obviamente com necessidades. Programa de necessidades. Estão na ordem do desejo, produzem-se também ao acaso. Programas são resultado de uma visão sobre o mundo. Uma idealização que necessita organizar-se, constituir-se em programa, por mais simples que seja, para concretizar-se enquanto construção". (Fuão, 2000)

No dicionário Metápolis, escrito em um formato hipertextual, entra-se por "programas" e se abre um leque de associações, conceitos e relações. Para Frederico Soriano, um dos autores, diz que hoje compor é criar programas. Um programa inventado; que possa ser mutável, para depois ser esquecido, transformado.

“compor hoje significa criar os programas; os inventamos ou os propomos; os mesclamos, damos-lhes suporte o os desnaturalizamos. O programa não equivale à função. É mais porque não é unívoco nem direto. É menos porque se define por ações e atividades (verbos) e não por convenções (substantivos) É também mutável, transformável no tempo. Temos que definir os programas para logo esquecê-los, transformá-los”. (Metápolis, 2000:484)

Manuel Gausa o remete ao “uso” e mostra a imagem de uma distribuição de campos de futebol espontâneos na praia de Ipanema (Rio), no Semanário “El pais” onde aparece uma foto com diversos campos de futebol e partidas simultâneas, mescladas, separadas, coexistindo juntos, configurando um espaço de jogo. (Metápolis, 2000: 601)

No Metápolis, a entrada por programa, remete também à "atividade, arcos de desenvolvimento, áreas de impunidade, arquitetura, campo, complexidade, função híbrido, multi, negociar, uso".

Para Gausa "atividade", é conceituada como uma arquitetura dinâmica:

“Uma arquitetura dinâmica é dinamizadora: gera não só estática – ou forma - mas também (principalmente) atividade (não somente como ação meramente funcional, mas como materialização ativa de ações e usos simultâneos; porém também como movimento operativo, gerador de operações de intercambio entre programas, formas espaços diligentes e acontecimentos). Uma arquitetura, pois, capaz de favorecer espaços mais “inquietos” por ser precisamente, ativos e ativados: produzidos desde uma vontade reativa (dora) flexível, plural e relacional, catalizadora de possíveis (Inter) ações entre lugar (es), cultura(s), informação (ões) e comportamentos”. (Metápolis, 2000: 30)

Em “áreas de impunidade”, aparece a associação direta de programa com o espaço vetorial, “Lugares onde pode desprender-se o espaço vetorial. As áreas de impunidade são oportunidades para desenvolver programas livres de ataduras com respeito a hierarquias, centros ou figuras retóricas;” (Metápolis, 2000: 31)

Uma alusão expressa à relação entre os programas de arquitetura e os programas computacionais, ou seja, 'programas', é o enfoque que prevalece praticamente por todo o Metápolis.

Gausa refere que o vínculo estático de dependência, que a modernidade estabeleceu, entre o usuário (homem antropométrico) espaço (sintaxe, lógico) uso (função, atividade) e movimento

(percurso, *promenade*, articulação, circulação), são desconstruídos e se reconstróem seguindo eixos diferentes.

Em Bernard Tschumi, encontra-se a referência para os aportes do grupo de arquitetos do Metápolis. Muitos dos conceitos apresentados nas várias instâncias, às quais é possível chegar pelo texto do Metápolis, para compor a noção de programa, fazem parte do quadro teórico e da reflexão desenvolvida, por Tschumi, em seu texto de 1981, *The Manhattan Transcript*.

Bernard Tschumi propõe uma leitura distinta da arquitetura, na qual o espaço, o movimento e os acontecimentos, são independentes. Para isso o autor usa como referência o cinema, a dança e a fotografia, em uma tentativa de captar com as formas arquitetônicas a própria essência do movimento. As linhas insinuadas pelo movimento da dança são os vetores do espaço digital.

Montaner se refere ao texto como sendo "o texto mais programático" de Bernard Tschumi. Parte do texto de Tschumi, transcrito no livro "*Textos de arquitectura de la modernidad*", (Montaner, 1999:478 a 489) foi tomado como base para a abordagem de suas idéias principais.

Este texto, aparentemente numa seqüência descritiva, tem uma narrativa hipertextual, o que torna o conteúdo denso e recorrente. Após definir limites, apresenta a condição de disjunção, classifica os três níveis de acontecimento, espaço e movimento; e mostra a relação contraditória de indiferença, reciprocidade e conflito que deve ser mantida entre eles para manter a forma dinâmica.

O acontecimento tem uma existência independente e própria. É visto como detalhe particular de um programa. "Não descritivo, porém visto como narrativa, podendo abarcar usos particulares, funções singulares ou atividades isoladas". (Tschumi, em Montaner, 1999: 480) O espaço é diferente da modernidade quando poderia ter autonomia e uma lógica própria.

Tschumi lembra que deformações, rupturas, compressões, fragmentações e justaposições são inerentes à manipulação da forma.

Também faz referência ao movimento como ação ou processo de mover. A interação entre a arquitetura e o usuário, "cujos corpos se lançam contra as regras cuidadosamente estabelecidas do pensamento arquitetônico." (Tschumi, em Montaner, 1999:478-483)

Ao considerar o programa como uma combinação de acontecimentos que extrapolam a definição de função (Op.cit. p.483), afirma que "não existe arquitetura sem acontecimento, sem

programa, sem violência", nas transcrições, intenta levar a arquitetura até seus limites, ao introduzir intenções programáticas e formais tanto no discurso arquitetônico como em sua representação gráfica.

Conforme alerta Tschumi, cada uma das representações arquitetônicas, significa uma redução lógica da concepção arquitetônica às possibilidades daquilo que pode ser mostrado, com a exclusão assim, de outros interesses. A representação fica presa em uma espécie de prisão da linguagem arquitetônica na qual "os limites de minha linguagem são os do meu mundo".¹¹¹

E é a "disjunção, a desunião, entre, uso, forma e valores sociais, que ao confrontar a arquitetura, faz surgir inevitavelmente uma nova relação entre prazer e violência." (Op.cit. p.479) A disjunção, gera uma conjuntura atual, em que há o confronto entre a concepção dinâmica e a concepção estática da arquitetura. Tschumi estabelece a relação de indiferença onde "espaços e acontecimentos são funcionalmente independentes [...] onde o espaço tem uma lógica e os acontecimentos outra"; e de reciprocidade, quando "os espaços e programas arquitetônicos podem resultar totalmente interdependentes e condicionar plenamente sua mútua existência",¹¹²

Nesses casos, "a idéia que o arquiteto faz das necessidades do usuário determina qualquer decisão arquitetônica, que, por sua vez pode determinar a atitude do usuário". Surgem assim, relações de conflito pela complexidade que envolve os espaços e os acontecimentos. "*Se puede también dormir en la cocina. Y pelearse y amar. Tales desplazamientos son verdaderamente significativos.*" esclarece o autor.¹¹³

A abordagem de Tschumi sobre o conceito de acontecimento se reporta a Gilles Deleuze, principalmente a abordagem que o autor faz em seu livro "A Dobra – Leibniz e o Barroco", no capítulo

111 para Tschumi Limites de la arquitectura actual:1) lo referente a las relaciones entre el espacio y su uso, entre "tipo" y "programa", entre objetos y acontecimientos lo tocante a la representación en arquitectura. (Por preciso y productivos que puedan ser planos, secciones y axonometrías, cada una de estas representaciones significa una reducción lógica de la concepción arquitectónicas a las posibilidades de lo mostrable, con exclusión de otros intereses. Quedan atrapadas en una especie de prision del lenguaje arquitectonico en que, 'los limites de mi lenguaje son los de mi mundo'. Cualquier intento de de superar estos limites, de presentar otra lectura de la arquitectura, exigen la critica de estas convenciones. Montaner, 1999:.479

112 Tschumi, exemplifica 'la Casa Del Fascio de Terragni en Como es un notable ejercicio de lenguaje arquitectonico y no un desagradable edificio de trabajo a pesar de la circunstancial yuxtaposición fortuita de espacios y usos, o quizá precisamente por eso. Op. Cit.p.481.

113 Tschumi conclue: "Si subrayo estas relaciones de indiferencia, reciprocidad y conflicto, es para insistir em el hecho de su existência, al margen de ideologias ordenancistas (modernismo contra humanismo contra funcionalismo, etc,)que com tanto celo fomentam habitualmente arquitectos y críticos. ibidem

sobre "o que é um acontecimento?", onde ele propõe quatro componentes ou condições para o acontecimento: a extensão, as intensidades (propriedades, por exemplo: intensidade, timbre de um som, saturação da cor); os indivíduos e os objetos. Os acontecimentos são fluxos. Os acontecimentos não são problemáticos, e sim eles se referem aos problemas e definem suas condições. (Deleuze, 2007:131 a 141)

O objetivo de Tschumi é ir além da definição convencional de função, utilizando a combinação dos níveis e relações conceituais apresentados acima, para tratar a noção de programa, um terreno, segundo o autor, onde "as ideologias da arquitetura haviam abandonado faz décadas" e se "propõe a explorar comparações improváveis". (OP. cit., p.483)

Todo programa pode ser analisado, desarmado, desmontado, de acordo a qualquer regra ou critério e a seguir reconstruído na forma de uma nova configuração programática, negando suas variáveis programáticas iniciais. Nos moldes de uma *narrativa* (literária), segundo o autor, os espaços recebem uma determinada qualidade de ações, da mesma maneira que as ações as recebem dos espaços. Um não é desencadeante do outro; existem independentemente, somente em seu intercruzamento se afetam mutuamente.

O discurso de Tschumi reflete, entre outros, as bases teóricas de onde começa a se desenvolver as idéias que culminam na utilização dos programas computacionais, principalmente oriundos de outras áreas como o cinema (Maya e 3DStudioMax), ou áreas da indústria que trabalham com formas curvas e orgânicas (Catia, Rhino).

Todos estes 'programas' alimentados constantemente, com outras informações da Internet, fazem parte de um conjunto de programas e softwares de arquitetura, que se mesclam entre o input e output do computador, em um *feedback* constante, sendo processados pela mente, pela memória, enquanto formas – *in formes* – que vão sendo modeladas, questionadas, descartadas. São mimeses de outras arquiteturas ou de figuras geométricas, ou de algoritmos que foram codificados em diagramas, re-introduzidos na máquina, através de outro programa, até se exteriorizarem nos espaços, buscando se integrar ao fluxo dos acontecimentos. É um processo circular. Muitos se transformam em "lixo", mas permanecem guardados, na memória do computador, são imateriais.

Flusser, no seu livro "O Mundo codificado", chama esse processo de "circulo vicioso" e diz que a história da cultura humana, não é mais "uma linha reta traçada da natureza á cultura. Trata-se de um

círculo, que gira da natureza à cultura, da cultura ao lixo, do lixo à natureza e assim por diante. Um círculo vicioso". (Flusser, 2007: 61)

E acrescenta, "Somos hoje testemunhas da tentativa de se produzir uma cultura imaterial [...] uma memória expansível. A memória do computador é uma *não coisa*. De forma similar, também as imagens eletrônicas e hologramas são *não coisas*, pois simplesmente não podem ser apalpadas, aprendidas com a mão. São *não coisas* pelo fato de serem informações inconsumíveis. [...] é certo que essas não coisas continuam enclausuradas em coisas como *chips* de silício [...]". (Flusser, 2007:61)

Cogita o autor que se imagine uma libertação das "não coisas" com relação "às coisas". A libertação do *software* em relação ao *hardware*.

"A produção de informações é um jogo de permutações dos símbolos. Desfrutar das informações e nessa situação imaterial trata-se de jogar com eles e observá-los. E, para jogar com símbolos, para programar, é necessário pressionar teclas. Deve-se fazer o mesmo para apreciar os símbolos, para desfrutar dos programas. As teclas são dispositivos que permutam símbolos, e permitem torná-los perceptíveis." (Flusser, 2007:63)

Montando estratégias de input e output, o projetista vai tentando desvendar a caixa preta, e também seus 'desígnios' (os do projetista). Para cada decisão de projeto tomada durante o processo, as alternativas de uso do programa são várias.

Um cubo, pode ser modelado por linhas e faces (planos), ou por sólidos através de operações booleanas, ou por extrusão de faces, ou ainda, escolhido simplesmente no menu de tela como um objeto. Ele pode ser metamorfoseado a partir de outros objetos ou resultar da intersecção de outros dois sólidos, ou pode ser manipulado com o mouse prolongando faces, vértices ou nós. Pode ser, digitado no teclado, como uma seqüência de comandos e números ou ainda ser resultado de um algoritmo. Pode ser extraído de outro projeto ou da Internet já modelado.

Pode ser começado de dentro para fora, de fora para dentro. Modelado no espaço virtual das coordenadas 3D, ou começar á partir de uma figura geométrica bidimensional; ou mesmo pode começar fora do computador, ser capturado como imagem *raster* e sofrer transformações. Diversas possibilidades de modelagens 3D e diferentes linguagens arquitetônicas têm sua origem geométrica no Cubo. O cubo, segundo Einsenman, ou segundo Ledoux, ou ainda a casa Poli, sugere intenções

diferenciadas que dão sentido ao programa de arquitetura e à geometria expressa no programa computacional.

O projetista idealiza sua arquitetura, ou permite que os outputs dos 'programas' participem dessa 'idealização', norteando suas decisões projetuais. Entre as objetividades e subjetividades do 'programa', surge o confronto do projetista, com os 'programa' que ele deve atender. O programa de arquitetura, o programa da disciplina, os programas institucionais, e o conjunto de diferentes programas computacionais podem ser gráficos, de texto, de modelagem, de processamento de imagens, de apresentação, de conforto. O universo de programas computacionais cresce junto com a complexidade dos programas de arquitetura.

Muitas vezes, o projetista, apenas olha a 'caixa preta' de longe, e tenta transmitir para o 'funcionário', quem quer que ele seja, suas intenções arquitetônicas, para que as introduza na caixa preta (*input*) e o projetista possa visualizar suas idéias concretizadas por meio do programa (*output*). Surge o conflito. A imagem técnica não reproduz a imagem mental que o projetista tentou concretizar no croqui antes de passar para o operador do programa computacional.

Nesse impasse, o projetista, então precisa – sente necessidade - operar com a 'caixa preta', para fazer com que o output represente a sua idéia, e não as do operador ou do software. Está iniciado o jogo. Quanto mais certeza o projetista tiver de suas idéias, mais empenho irá colocar em ganhar o jogo. Tentará de todas as maneiras: faz maquetes físicas, imprime imagens desenha por cima, escaneia e mostra ou impõe ao programa o que ele (projetista) deseja, e numa luta de estratégias entre os 'programas', vai avançando o processo de projeto e no desvendar do programa computacional.

Porém, nessa luta, o software é atraente, a 'caixa preta', cada vez mais rica em potencialidades, apresenta possibilidades, de gerar formas, que antes não estavam lá. Poderiam estar na mente do projetista, em seus devaneios. E ele, tentado a experimentações, avança pelas possibilidades do 'programa' para ver até onde consegue penetrar nessas potencialidades, gerando simulações de modelos, que remetem às vezes a outras épocas da arquitetura: dos organicistas aos deconstrutivistas russos, do archigram ao Beauborg e a Bilbao; ou as arquiteturas in-formes de Bataille; ou ainda espacializando fluxos, comportamentos e propriedades. Gera Informações que possam ser codificadas em programas computacionais.

Os 'programas' permitem muitas estratégias. E entre inputs e outputs, o confronto entre idéias, imagens e informações concretiza-se nas imagens técnicas. Flusser, diz que "o aparelho funciona, efetiva e curiosamente em função da intenção do fotógrafo (projetista), complementa":

“Isto porque o fotógrafo (projetista) domina o input e output da caixa: sabe como alimentá-la e como fazer para que ela cuspa fotografias (projetos) Domina o aparelho, sem, no entanto saber o que se passa no interior da caixa. Pelo input e do output, o fotógrafo domina o aparelho, mas pela ignorância dos processos no interior da caixa, é por ele dominado. Tal amálgama de dominações – funcionário dominando aparelho que o domina – caracteriza todo funcionamento de aparelhos. Em outras palavras funcionários dominam jogos para os quais não podem ser totalmente competentes”. (Flusser, 2002: 33)

Pode-se traçar uma analogia entre o fotógrafo e o projetista, como dominadores do universo da arquitetura e da fotografia e por consequência do input e do output, onde rapidamente eles passam de dominadores para dominados pela sua ignorância da caixa preta. Esta configuração mostra bem a dicotomia do arquiteto ou estudante, ora como projetista, ora como operador do programa. E os dois personagens em um mesmo ator, convergem e se confundem na figura do “funcionário” de Flusser.

O projetista, poderá ainda assumir o ‘personagem’ de programador. Na realidade irão ser várias instancias, de um processo de domínio e “poder” que se repete. Conforme Rivka Oxman, no projeto digital, o projetista inclusive "constrói a ferramenta". Os programas dos aparelhos são compostos de símbolos permutáveis. Funcionar é permutar símbolos programados.

Flusser, para ilustrar um exemplo do jogo entre essa permuta de símbolos, usa a figura do escritor. O projetista brinca com os símbolos da geometria científica contida na geometria da arquitetura, permutando essas geometrias segundo as regras do programa computacional. Ora se aproximando mais da geometria científica, como no projeto de Einsenman, (transformações e deformações do Grid) ora da geometria da arquitetura, como nas formas livres (superfícies NURBS) de Le Corbusier na

Capela de Ronchamp¹¹⁴, ora nas torções e inflexões formais (*sweep, morphing, twisting, torquing, blurring e rotation*) de Peter Einseman no projeto de Max Reinhardt Haus – Berlim

O projetista (escritor para Flusser) informa objetos durante o seu jogo: coloca geometrias sobre páginas brancas. Estas geometrias são símbolos decifráveis (Sintaxes). Os aparelhos fazem o mesmo.

Há aparelhos, porém, que fazem melhor que projetistas, pois podem informar objetos como símbolos que não significam fenômenos, como no caso das figuras geométricas, mas que significam movimentos dos próprios objetos (comandos de edição).

“Tais objetos assim informados vão decifrando os símbolos e passam a movimentar-se. Por exemplo: podem executar os movimentos de trabalho (ainda comandos de edição e modificação e metamorfoses na manipulação forma)”. Podem portanto, substituir o trabalho humano. As transformações e manipulações formais permitidas pelos programas, demandariam esforços grandes para serem efetuadas sem o auxílio da computação gráfica. (Flusser, 2002: 27)

Estes objetos emancipam o homem do trabalho, liberando-o para o jogo. O aparelho fotográfico ilustra o fato: o objeto está programado para produzir ‘automaticamente’ fotografias. Neste aspecto é instrumento inteligente e o fotógrafo, emancipado do trabalho, é liberado para brincar com o aparelho. O aspecto instrumental do aparelho passa a ser desprezível e o que interessa é apenas o seu aspecto ‘brinquedo’. Quem quiser captar a essência do aparelho, deve procurar distinguir o aspecto instrumental do seu aspecto brinquedo, coisa nem sempre fácil, porque implica o problema da hierarquia de programas, problema central para a captação do funcionamento“. (Flusser, 2002: 28)

Vejamos, pelo âmbito da arquitetura, até que ponto é possível distinguir o aspecto instrumental de seu aspecto experimental.

Aparentemente, a distinção do programa como ferramenta, é mais fácil de identificar na análise da arquitetura moderna, pois não existe uma relação de dependência entre sua fundamentação teórica, os meios de representação do projeto e sua materialização física. No caso de uma arquitetura de formas complexas, é mais difícil a separação entre o instrumento como ferramenta de simulação e

114 ‘El análisis de las formas de la arquitectura a partir de la generación digital de superficies. Ronchamp’, para ter uma informação da complexidade de gerar a cobertura da Ronchamp. No texto está descrito todo o processo. J.Regot, A. de Mesa, N.Garcia – Universidad Politécnica de Cataluña. Espana. Sigradi, 2004.

modelagem da estrutura formal, e a própria fundamentação teórica, expressa pelos autores, é vinculada ao ambiente computacional.

Embora as referências conceituais possam ser exógenas à arquitetura e baseada em outras teorias, como a teoria do caos, fractais ou correntes filosóficas, não justificaria necessariamente o vínculo com o instrumento de representação; a referência conceitual de Le Corbusier, da “máquina de morar”, também provém de outra referência (esfera) externa à arquitetura.

A partir da década de 80, começa a ser percebida uma tendência caracterizada principalmente por Peter Eisenman, Rem Koolhaas e Bernard Tschumi de utilizar o método da abstração para gerar formas com origem nas características básicas do século XX, onde os prestígios da razão e da ciência levaram na arquitetura a substituição da mimesis pela abstração. (Montaner, 1993: 62)

As máquinas de Le Corbusier, não eram programadas no mesmo sentido do computador (para inventar a invenção) e a representação do modernismo, continuava utilizando os mesmos instrumentos gráficos do século XIX.

Na segunda metade do século XX, o arquiteto começa a explorar as potencialidades de nova ferramenta, de natureza diferente das conhecidas, inicialmente comparando-as com as conhecidas e procurando apenas considerá-las como mera substituição de suporte (a conhecida prancheta eletrônica dos anos 70/80).

As ferramentas foram se tornando mais sofisticadas e também mais popularizadas como bens de consumo, saindo do ambiente acadêmico, e o computador passou a ser entendido não só como ferramenta gráfica, mas uma ferramenta “inteligente”, para propiciar uma vivência de expansão da mente e do corpo no espaço virtual, a abstração como método de chegar à forma arquitetônica, converge na utilização da ferramenta computacional, como meio gráfico de expressar e representar arquitetura.

Com isso há uma convergência na concepção e na representação da arquitetura que se unificam na caixa preta, e não mais entre “a mão e a mente” do arquiteto. Retorna a questão, já colocada acima neste texto, como separar o instrumento e abrir espaço para o jogo?

No caso de Peter Eisenman, dificilmente suas arquiteturas a partir de 1990, se concretizariam sem o instrumento. Trazendo a tona, uma frase de Flusser: “Toda crítica da imagem técnica deve visar ao branqueamento dessa caixa.”

Numa tentativa de branqueamento da caixa, ou preferindo não utilizar um pacote de software comercial, Elisabetta Romano em sua tese de doutorado,¹¹⁵ propõe a utilização da computação gráfica na definição do cromatismo dos componentes construtivos de unidades de habitação popular, a partir de procedimentos que associam a cor e som, a fenômenos matemáticos.

Tomando a analogia existente entre cor e som - escala cromática e musical gerou uma partitura musical. Considerou a implantação das casas como partitura, em que o resultado cromático refere a cor mais saturada à nota mais grave. Resultou que cada casa foi pintada na cor correspondente à nota que ela representa na partitura decorrente de sua posição física na implantação.

“Assim como a música é, na sua essência, uma prova da beleza e da riqueza compositivas, obtidas a partir de bem precisas relações numéricas, também a cor, passível de ser estudada através das mesmas equações matemáticas, pode, por consequência, ser modulada e controlada através de procedimentos análogos. [...] harmonia e tom aplicam-se indistintamente a qualquer uma delas.” (Romano, 1994: 19)

Para concretização de sua proposta, a autora acredita na existência de uma identificação entre os sistemas de coordenação modular e de modulação da cor. O estudo se baseia nos dois elementos: módulo e cor, procurando demonstrar que é possível obter “soluções livres e criativas entre os três elementos chaves do projeto: arquitetura, luz e cor, mesmo dentro de princípios implícitos de modulação e coordenação de seus componentes.”

É um trabalho em que o projetista, como programador, estabelece um propósito e transforma seu processo em um ambiente lúdico, onde a cor, embora de uma paleta de cores restrita aos 16 milhões, é definida a partir de um critério musical definido por ele, estabelecendo as regras do jogo, programa os inputs e outputs de acordo com seu desejo. Penetra na caixa preta, interferindo diretamente na programação. Flusser assinala que os programas dos aparelhos permitem introdução de elementos não previstos. (Flusser, 2002:73)

115«[...] embora a cor possa ser analisada segundo interpretações psicológicas vinculadas à sensibilidade subjetiva e pessoal, ela é fundamentalmente um fenômeno matemático e, [...] passível de ser manipulada com certa facilidade através de recursos computacionais, pelo simples fato de compartilhar com eles essencialmente a mesma linguagem.» Romano, op. cit., p.19.

No entanto Flusser, alerta para uma variável que intervém neste panorama dos programas, além da distinção necessária, entre o aspecto instrumental, e o aspecto brinquedo do aparelho, tem um problema central para a captação do funcionamento: a 'hierarquia de programas'.

A questão que se coloca é como transgredir no programa digital, em prol das necessidades do programa de arquitetura. Como tratar o programa de necessidades ou as necessidades do programa; os objetivos e procedimentos institucionalizados na súmula da disciplina; ou as ações e procedimentos gerados livremente no ambiente do ateliê?

Uma distinção deve ser feita, entre *hardware* e *software*. "Enquanto objeto duro, o aparelho fotográfico foi programado para produzir automaticamente fotografias; enquanto coisa mole, impalpável, foi programado para permitir ao fotógrafo fazer com que as fotografias deliberadas sejam produzidas automaticamente". (Flusser, 2002: 31)

O termo "deliberadas", considerado no sentido de "permitidas pelo programa", estabelece os graus de exigências e ajustes que precisam ser considerados pelo projetista na abordagem dos 'programas' e no estabelecimento de estratégias que convergem no fato arquitetônico.

"Produzidas automaticamente", pode significar a interação durante o projeto com as técnicas e funcionalidades dos softwares, procedimentos automatizados por (e entre) eles. Pode ser visto pela ótica do programa de arquitetura, muitas vezes com padronizações e normas rígidas que não abrem possibilidades a indeterminações e imprevistos, excluindo o indivíduo e as transformações sociais.

No universo da arquitetura, o projeto visto como objeto de transformação da realidade é construído numa relação entre forma e conteúdo que dependem da ação do sujeito.

A natureza do projeto, pleno de incerteza, aberto a possibilidades, torna possíveis ingerências dos 'programas', nas configurações espaciais manipuladas pelo projetista. No entanto cada 'programa' atua de diferentes formas durante o processo de projeto. A escolha do software e a interpretação, codificação ou decodificação de um programa de arquitetura é um compromisso com uma visão de mundo.

"O novo Homem não quer ter ou fazer, ele quer vivenciar. Ele deseja experimentar, conhecer, e sobretudo desfrutar. Por não estar interessado nas coisas, ele não tem problemas. Em lugar de problemas, tem programas. E mesmo assim continua sendo um homem: vai morrer e sabe disso". (Flusser, 2007:58)

3.2. A natureza do Projeto Digital

3.2.1 O olhar do projetista na era digital. Imagem artística e imagem técnica

Para Achutti, nossa capacidade de olhar está relacionada com os atos de simbolização na perspectiva da criação e leitura de imagens.

“[...] e é em função do tipo de olhar de uma dada época, que são determinados os tipos de imagens e de que forma as pessoas se relacionam com elas. O advento da computação gráfica nos está colocando diante de mais um processo de reeducação do olhar [...] as imagens virtuais nos colocam na situação de iniciantes de uma nova era da visualidade, onde as visualidades substituem as imagens artísticas”. (Achutti, 1995: 431)

A Arquitetura, tanto como projeto enquanto obra, vale-se da imagem artística ou técnica para expressar suas idéias, sua ordem e sua realidade física. Permanece na memória dos homens através de suas mentes, seus grafismos, ou na memória do computador, acessada quando solicitada.

Flusser, na "Filosofia da Caixa-Preta", afirma que a invenção das imagens técnicas é comparável, quanto a sua importância histórica, à invenção da escrita; e que a intenção implícita na invenção das imagens técnicas está, justamente, em ultrapassar os perigos da textolatria, no momento em que surge a “crise dos textos”. (Flusser, 2002: 11) Em seu livro, publicado no Brasil em 2008, “O universo das imagens técnicas. Elogio da superficialidade”, ele compara as imagens técnicas às imagens tradicionais.

“as novas imagens não ocupam o mesmo nível ontológico das imagens tradicionais, porque são fenômenos sem paralelo no passado. [...] o gesto produtor das imagens tradicionais é oposto ao gesto produtor das tecno-imagens, [...] a imagem tradicional é produzida por gesto que abstrai a profundidade da circunstância, isto é, por gesto que vai do concreto ao abstrato. A tecno-imagem é produzida por gesto que reagrupa pontos para formarem superfícies, isto é por gesto que vai do abstrato ao concreto. E como o gesto produtor confere significado à imagem, o modelo sugere que o significado das imagens tradicionais é o oposto das tecno-imagens”. (Flusser, 2008: 19)

Para Debray, a era da computação pretende-se como o coroamento da era das imagens, onde a visualidade protagoniza a fase de banalização da imagem.

"Alijada de todo o referente (pelo menos a princípio), a imagem auto-referente dos computadores permite visitar um prédio que ainda não está construído, andar em um carro que só existe no papel, pilotar um avião falso em uma verdadeira cabine, por exemplo, para repetirno solo uma missão de bombardeamento, Eis o visual. Enfim, tal como em si mesmo." (Debray, 1994: 277)

A relação entre a crítica e o projeto de arquitetura equaciona questões do 'pensar, fazer e descrever' os objetos arquitetônicos, rebatendo-se diretamente no processo projetual do arquiteto. É justamente neste processo de gerar idéias arquitetônicas e representá-las visualmente que se inserem os instrumentos e dispositivos da tecnologia digital e os meios de comunicação de massa, alimentados pelas tecnologias de comunicação e informação, onde estão sendo geradas as imagens de arquitetura disseminadas pela rede, construindo cidades e povoando a mente do projetista.

Embora seja possível estabelecer uma inter-relação entre as características visuais que vem assumindo a arquitetura quanto à configuração e texturas das superfícies, transparências e fluidez espacial, e o ambiente digital em que esta arquitetura é gerada, este aspecto é devido às possibilidades de produção de novas formas e materiais serem incorporados ao projeto durante a concepção e construção. Este ambiente propicia que as arquiteturas, possam ser concebidas, percebidas e manipuladas nas simulações geradas com o auxílio de programas de modelagem, *render* e animação e dos programas e dispositivos de prototipagem rápida e fabricação digital. Arquiteturas existentes ou projetadas, utópicas ou possíveis são modeladas e simuladas em tempo real, com pontos de vista e percursos inusitados, não considerando muitas vezes a vivência destes espaços pelo sujeito que usufrui e dá vida ao espaço arquitetônico.

Os novos e diferenciados conceitos que o virtual tem assumido na arquitetura, abrangem categorias de natureza mais abrangente que o aspecto construtivo, visual e estético do espaço

arquitetônico e sua configuração formal.¹¹⁶ Existe um amplo espectro de variáveis que estabelecem diferentes graus de distinção entre o real e o virtual, isto é, um grande número de graus de virtualização.

“Quando se fala sobre arquitetura virtual, as pessoas se enganam ao refinar demais, ao levar em conta todo tipo de nuances e tipologias que inclui, por exemplo, arquitetura imaginária, efêmera, arquitetura virtual em romances de fantasia, universos artificiais, arquitetura efêmera refletindo a arquitetura da realidade, arquitetura virtual desaparecida de mundos artificiais que temos muito contato, mas que de fato nunca existiram”.¹¹⁷ (Gerosa, 2008: 47)

Subiratz, ao falar da 'cultura como simulacro', em seu livro “A cultura como espetáculo”, se refere à dupla transformação do mundo da arte e da cultura moderna em um mundo de “representação do real, isto é, como um simulacro, e a liquidação da experiência individual do real como única possibilidade de criação humana do mundo”. “O autor argumenta sobre “projeto total da existência humana”, em torno das características de uma sociedade tecno-informatizada e dos meios de comunicação de massa, – a tecnologia digital e o aparato da mídia”. (Subiratz, 1995: 155 -156)

A busca do significado e validação cognitiva, nas diferentes vertentes da crítica arquitetônica, através da formulação de antíteses, confrontos e ambigüidades, demonstra a complexidade conceitual inerente à interpretação da Arquitetura como disciplina. Neste panorama diversificado estabelecem-se os valores do contexto em que se situa o ato projetual.¹¹⁸

116 Para aprofundar sobre os mundos virtuais e sua inter-relação com a arquitetura física, sugere-se o livro “Space Between people. How the virtual changes physical Architecture”, editado por Stephan Doesinger. Editora Prestley Verlag. London. 2008

117 “When talking about virtual architecture, people fail to refine enough, to take account of all kinds of nuances and typologies that include for example imaginary architecture, ephemeral architecture, virtual architecture in fantasy novels, virtual architecture of synthetic universes, ephemeral architecture reflecting the architecture of reality, vanished virtual architecture of synthetic worlds and architecture we have wondrous accounts of but in fact never existed”.

118 A relação entre a crítica arquitetônica e a atividade projetual é tratada por Tafuri: « [...] a distinção entre a obra de desmistificação e a obra de quem milita na atividade de projetista deve ser mantida a todo custo, mesmo se o seu preço parecer excessivo aos críticos que tem a ilusão de poder projetar mais com a pena do que com o tecnógrafo. [...] a crítica afastando de si a tentação de se apresentar como comentário explicativo, tradução literária, análise desinteressada, ou depositária de perspectivas proféticas, assume a função de papel tornasol mediante a verificação da validade histórica da arquitetura.» TAFURI, Manfredo. As Tarefas da crítica. In: Teorias e História da Arquitectura. Lisboa: Editorial Presença, 2ª Edição 1988. p. 267.

A cibernética como fator interveniente na arquitetura do mundo digital, ao ser vista como um fenômeno social, cultural e político, está referenciada e, ao mesmo tempo, referência, os instrumentos que transformam o processo de criação do arquiteto. Esta criação baseada por longo tempo em imagens artísticas está passando cada vez mais rápido, a ser representada através de imagens técnicas.

“Imagens técnicas são, pois produtos de aparelhos que foram inventados com o propósito de informarem, mas que acabam produzindo situações previsíveis, prováveis. Precisamente, tal contradição inerente às imagens técnicas desafia os produtores das imagens. O seu desafio é o de fazer imagens que sejam pouco prováveis do ponto de vista do programa do aparelho. O seu desafio é agir contra o programa dos aparelhos no “interior” do próprio programa”. (Flusser, 2008: 28)

Nesse aspecto, o modo como se dá a entrada e saída de dados (*input e output*) e a retroalimentação destes dados (*feedback*) nos dispositivos digitais e nos *softwares*, vai estabelecendo as regras que estão em jogo quando o arquiteto ou estudante senta na frente da tela de seu notebook para pensar e fazer arquitetura. Diferente do modo tradicional de representar, o projetista opera com comandos e geometrias, matemática e sensores, substituindo (codificando e decodificando) a imagem tradicional feita de planos e superfícies, pela manipulação de uma imagem técnica feita de pontos, grânulos e pixels. (Flusser, 2008: 10)

A imagem como meio de transmitir idéias e realidades sempre fez parte do sistema mental humano, embora a cultura visual seja uma tendência da sociedade contemporânea, a ponto de transformá-la na era das imagens. Esta tendência repercute na arquitetura, através da tecnologia computacional, na mediação técnica de materialização da imagem.

Vilem Flusser, diz que “desde a antiga máquina fotográfica até o computador, pela primeira vez, uma imagem do mundo exterior se forma automaticamente, sem a intervenção do homem”.

Desde a invenção da perspectiva e da câmara escura no Renascimento existe uma busca crescente de automatização do processo de criação e de reprodução das imagens. A interação da informática com os sistemas de representação, promove mudanças em relação à construção, difusão e visualização destas imagens. Mudanças estas, cuja repercussão na arquitetura atingem o processo de concepção do projeto e de produção da própria arquitetura.

A 'imagem técnica' permite sua aplicação à maioria dos usos do desenho arquitetônico, porém se torna inadequada para dar suporte a um uso que permita a expressividade intuitiva e imediata do arquiteto. A natureza da imagem gerada eletronicamente e a imagem gráfica são diferentes.

As imagens técnicas são o resultado de operações lógico-matemáticas, transformação de uma matriz numérica em pontos elementares, os *pixels* (*picture element*), perfeitamente ordenados e visualizados na tela. As primeiras são, por definição, 'digitais' (descontínuas), e as segundas são 'analógicas' (contínuas). O *pixel* é um elemento que representa uma imagem bidimensional digitalizada, o *voxel* (*volumetric element*) é o elemento volumétrico que constitui um objeto sólido.

Há uma confusão bastante usual, entre imagem de síntese e imagem digital. Toda imagem de síntese é digital, mas a recíproca não é verdadeira. Uma imagem analógica pode ser digitalizada, atribuindo-se a cada um dos seus pontos um número, em função de crominância e luminescência.

Os tipos de imagens podem ser classificados em três grupos: a síntese de imagens, a análise de imagens e o processamento de imagens. A 'imagem de síntese' engloba as técnicas destinadas à criação de imagens geradas sinteticamente por intermédio do computador; isto é, "a partir de representações geométricas, fórmulas e modelos matemáticos, são criadas imagens sintéticas, convertendo dados numéricos em imagens visíveis." (Romero Tori, 1987: 45)¹¹⁹

Um desenho vetorial, definido por coordenadas cartesianas e parâmetros geométricos, pode ser convertido em uma imagem constituída por pixels, isto é, um mapa de pontos; a este processo costuma-se chamar de 'análise de imagens'. Existem 'técnicas de síntese' de imagens que possibilitam retirar informações de uma imagem já existente, que pode ter sido gerada sinteticamente, ou ter sido digitalizada. "A integração de técnicas de síntese e análise de imagens, constituem o chamado 'processamento de imagens'. As técnicas de processamento de imagens convertem imagens em imagens". (Romero Tori, 1987: 45)

O termo 'imagem técnica', que Flusser refere na 'Filosofia da caixa preta', pode ser aplicado tanto à imagem de síntese, como à imagem digital, incluindo análise e processamento de imagens. Pois uma imagem cuja origem seja analógica, desenho ou pintura, por exemplo, após scaneada pode ser

119 Romero Tori, engenheiro e professor da Politécnica da USP. In Tori, Romero e Arakaki. 1987. Fundamentos da computação gráfica: compugrafia. Rio de Janeiro.

transformada através de programas de processamento de imagens, ou ainda, inserida dentro de um modelo 3D, e usada como textura. Um aspecto peculiar no mapeamento de um modelo 3D, é que, quando fechado o arquivo vetorial aquela imagem *raster* se descola do modelo e assume seu formato *bitmap*. O operador deve saber que para abrir o modelo 3D novamente, o arquivo da imagem *raster* deve acompanhar o arquivo do modelo. Embora pareça apenas um detalhe técnico de operar o programa, esse descolamento da imagem do objeto, serve para exemplificar uma variedade de habilidades que o operador deve ter que não são transparentes na funcionalidade dos programas. Flusser descreve o processo de manipulação, disseminação e divulgação das imagens entre hardwares e entre pessoas, referindo à falta de transparência sobre o que ocorre no programa quando essas imagens estão sendo processadas pelo projetista.

Durante a operação com o computador, trabalha-se com uma imagem visual não materializada graficamente a não ser na tela. Somente depois de concluída, esta imagem ao ser plotada, transforma-se num documento semelhante ao desenho tradicional.

A natureza digital e eletrônica da imagem infográfica proporciona que se possa trabalhar com uma só imagem durante todo o processo. Essa imagem pode ser reproduzida a diversas escalas de acordo com as necessidades. Já a 'imagem gráfica', produzida através da técnica tradicional de desenho, no momento que é materializada, não permite sua redução ou ampliação conceitual. Sua escala poderá ser manipulada através da técnica do *xerox*, no entanto o conteúdo formalmente representado permanecerá o mesmo, só sendo alterado com a intervenção do projetista.

Enquanto, no meio 'papel', se traça uma reta a lápis, como uma reta movimentando a mão linearmente, ou um círculo através do compasso centrado a ponta e fazendo rotacionar com a mão o instrumento, ou ainda, no meio infográfico a reta e o círculo se traçam através de seus parâmetros lógicos acionados por teclado ou por *mouse*, e não sobre uma superfície. Existem comandos e dispositivos que permitem simular visualmente croquis perspectivos de forma análoga ao livre grafismo no papel, no entanto quando armazenados na memória do computador se transformam em dados numéricos.

Os objetos desenhados pelos programas são chamados de 'entidades', essas entidades são representadas nas telas com o uso de vetores, dessa forma os programas gráficos utilizam um sistema de vetores para apresentar entidades na tela gráfica e também para plotar as entidades nos desenhos.

Uma das maiores diferenças ‘estruturais’ entre o desenho infográfico e o tradicional é que, no primeiro caso, a informação é única, e pode ser reproduzida múltiplas vezes; no desenho tradicional, a informação coincide sempre com sua representação. Isto quer dizer que no desenho tradicional não existe mais informação daquela registrada no plano, a não ser na mente de quem projetou: "O processo de produzir essa representação resulta em gráficos nos quais o projetista "lê" mais informação daquela que introduziu." (Corona Martinez, 1990: 41); nos projetos gerados no computador, os desenhos plotados são informações parciais de um modelo mais completo armazenado no processador.

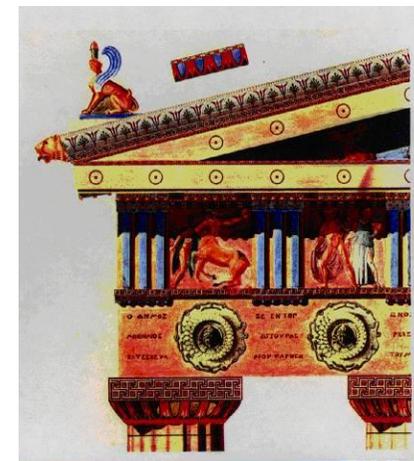
O desenho computadorizado possui novos atributos: uma das diferenças fundamentais entre uma coleção de desenhos bidimensionais e um ‘modelo digital tridimensional, é que este, além de conter mais informação, pode ser modificado a qualquer momento, e selecionar o tipo de informação a ser extraída conforme as necessidades. As vantagens proporcionadas pela possibilidade de extrair mais informações do modelo numérico armazenado no computador se refletem principalmente durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico em aumento de produtividade, alternativas de visualização em tempo real, geração de dados gráficos e descritivos.

Independente do caráter utilitário deste modelo, inicialmente, o modelo infográfico procurava tender ao foto-realismo, a ponto de algumas imagens geradas pelo computador serem de difícil diferenciação de uma fotografia. Poderia ser chamado de uma *estética* da imagem infográfica, cuja discussão reflete uma polêmica, que também existiu em relação ao desenho tradicional.

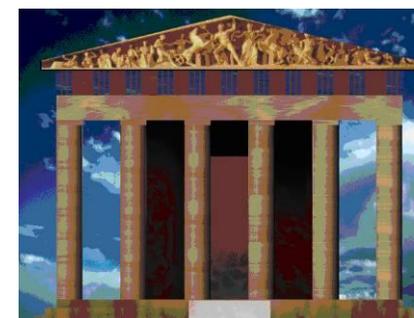
(imagem 3.2 - 1)

Existem programas como, por exemplo, o Sketch UP, que já incorporam comandos que permitem diferentes *outputs* de estilos gráficos de representação que expressam os diferentes grafismos convencionais no esboço dos arquitetos.

A qualidade gráfica de um desenho, seja ele tradicional ou infográfico, não implica necessariamente na qualidade arquitetônica de um edifício. Muitas vezes desenhos muito bem elaborados induzem a pensar que o resultado arquitetônico acompanha esta qualificação, até se constatar que a realidade estava longe da qualidade representada: “os pintores são julgados pelas suas pinturas e aos escultores por suas esculturas, porém às vezes os arquitetos, para o bem ou para o mal, são julgados somente por seus desenhos.” (Sainz, 1992: 201)



3.2 - 1A - Aquarela do Beaux Arts



3.2 – 1B - Render de templo grego

De um modo geral, as leituras de arquitetura são efetuadas através de sua representação gráfica, como pode ser observado numa publicação docente, em 1976, de Juan Antonio Cortés e José Rafael Moneo:

“Em relação aos comentários, embora nosso propósito fosse nos ater especificamente aos desenhos, estes passaram a ser em grande parte considerações sobre as idéias de arquitetura de seus autores, como se a observação atenta de alguns desenhos nos tivesse aberto as portas de um entendimento mais profundo daquela realidade arquitetônica da qual eram precisamente reflexos”. (Cortés & Moneo. 1976:55)

De fato, arquitetos e arquiteturas exemplares foram, durante muito tempo, identificados pelos seus grafismos, principalmente o conhecido ‘croqui do arquiteto’. Niemeyer, Kahn, Le Corbusier, Boullée, Piranesi, Scamozzi e outros, são plenamente identificados até à atualidade pela expressão gráfica de suas idéias e arquiteturas. (imagem 3.2 - 2)

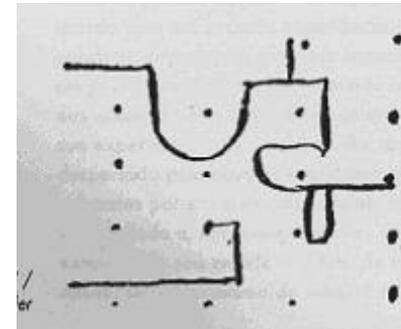
O aspecto convencional da imagem infográfica assemelha a representação das realidades arquitetônicas. Isto não impede, porém, que as idéias dos arquitetos sejam entendidas.

O que se coloca agora como um reflexo mais significativo, não é apenas o aspecto visual gráfico da imagem gerada no computador, e sim, a “marca” que cada programa de modelagem induz na estratégia projetual da arquitetura como resultado formal.

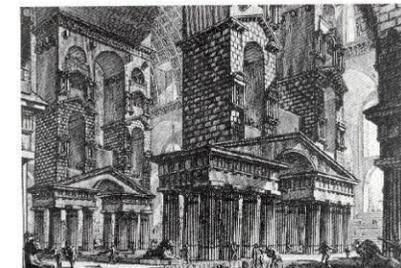
Este aspecto evidenciado por Serriano, em seu texto “*Form Follows Software*”, onde, ao analisar os programas computacionais FormZ, 3DStudio e Maya, demonstra os reflexos do uso de cada software de modelagem quanto às características das imagens, a funcionalidade dos programas e o processo de projeto de arquitetos que utilizam cada um desses softwares.

Uma das diferenças fundamentais que caracteriza a técnica computacional em relação à técnica tradicional, na representação gráfica da arquitetura é a aproximação à dinâmica da realidade.

Os desenhos arquitetônicos tradicionais se caracterizam por serem estáticos, fragmentários e imutáveis. Isto significa que, ao representar de forma tradicional a percepção do movimento apenas com alguns artifícios gráficos, representa-se parte da realidade global de um objeto arquitetônico e que esta informação se refere a um determinado recorte de espaço e de tempo. A imagem infográfica pode ser dinâmica, global e infinitamente variável, com visualizações e transformações dinâmicas em tempo real.



3.2 - 2A - Le Corbusier. Planta Livre, croquis do arquiteto



3.2 – 2B Giambatista piranesi termas antigas. Vista fantástica

A noção de tempo como variável na experimentação do espaço arquitetônico tem sofrido reavaliações e mudanças de foco, e os arquitetos têm procurado representar estas idéias e conceitos através de imagens digitais, geradas nos diferentes programas gráficos disponíveis.

Um exemplo disso pode ser visto nas transformações no conceito de programa de arquitetura que vem ocorrendo na teoria do projeto, como aparece no texto sobre *Transcriptions* de Bernard Tschumi, em que os eventos, acontecimentos, fluxos, como parte inerente da concepção do projeto são representados digitalmente, procurando prever possibilidades, cuja mutação e imprevisibilidade passam a constar nas representações digitais através de scripts, esquemas, imagens e recursos textuais, cujo grafismo procura transcender o tempo, através das vivências espaciais de quem utiliza esse espaço.

No computador com a animação da imagem, inclui-se a dimensão temporal, pois permite estabelecer percursos em torno ou através de um edifício, simulando na tela a experiência perceptiva de um observador. Isto dilui os limites entre a experiência real e a representação de arquitetura. Enquanto o meio tradicional permite uma perspectiva desde um determinado ponto de vista e com certas condições de iluminação, no computador o modelo completo permite, com um simples mudar de parâmetros, um número infinito de diferentes imagens.

Considerando que o espaço passa a existir no momento em que é vivenciado e experimentado pelo sujeito, a possibilidade das imagens infográficas de gerar simulações proporciona uma experiência mais direta com a arquitetura, constituindo uma das aplicações importantes da tecnologia computacional no ensino de projeto, na década de 1990 e início desta década.

A inserção de um objeto arquitetônico, projetado em uma base tridimensional de uma área urbana existente, permite ao estudante interagir com o objeto que está sendo criado durante o processo, analisando o referido objeto em relação ao contexto real. Este recurso ainda é fundamental para aprofundar conhecimento da dialética entre arquitetura e a cidade. As animações possíveis, os percursos e as diferentes plotagens que podem ser manipuladas durante o processo, seja para trabalhar de forma analógica sobre as plotagens, ou para estudar alternativas em formato digital, permitem ao aluno experimentar situações de percepção do seu projeto impossíveis de serem efetuadas através de maquete ou no meio tradicional. A introdução de texturas e cores existentes na paisagem urbana, e estudos de incidência solar no modelo computacional permitem interagir com

aspectos do contexto real durante o processo de projeto, possibilitando desenvolver conceitos que trabalhem com a relação entre o objeto individual e o meio urbano.

Esta experimentação foi utilizada em ateliê de projeto do curso de arquitetura da Unisinos, desde 1992. O uso de uma base digital tridimensional do centro de Porto Alegre permitia simulações dinâmicas em 3D de percursos e arquiteturas existentes ou projetadas. Ainda é um recurso importante para o projetista durante o processo de concepção arquitetônica.

Embora seja um recurso importante do ponto de vista da morfologia urbana e arquitetônica, começou-se a perceber que a absorção exercida pela imagem visual e a manipulação formal dos programas computacionais, excluía cada vez mais o usuário do processo projetual do estudante.

Após 1990 gradativamente passa-se na arquitetura do conceito de dinâmica temporal, para uma arquitetura dinâmica onde a metamorfose começa a transparecer nas formas arquitetônicas. Novos conceitos subjacentes acompanham a disseminação das imagens técnicas.

Para representar essa outra dinâmica proposta, um arsenal de programas gráficos aliados à programação se fez necessário. E cada imagem gerada, precisa ser decifrada para que se possa entender o significado, da idéia que o arquiteto procura exprimir. A Indústria de *software* promovendo pesquisas que possibilitem o desenvolvimento de novos programas computacionais, procura atender as necessidades do arquiteto de forma a consolidar um mercado: Modelos digitais 3D codificados em processadores gráficos que permitem a decodificação em infinitas imagens.

Este predomínio das linguagens visuais e digitais é o processo que Flusser se refere na 'caixa-preta'. Ao tratar das 'imagens técnicas' produzidas no interior da caixa-preta, pelas operações de *input* e *ouput* do projetista (designer), argumenta em torno da relação matéria-forma, afirmando que o que "está em jogo são os equipamentos técnicos que permitem apresentar nas telas algoritmos em forma de imagens coloridas (e possivelmente em movimento)" e que são estas imagens as responsáveis pelos questionamentos no design entre matéria-forma, afirmando que a "matéria no design, como qualquer outro aspecto cultural, é o modo *como* as formas aparecem", e que esta matéria somente se manifesta após ser informada. (Flusser, 2007:28)

Atualmente, com a tecnologia digital, a produção da arquitetura, passa a viver um novo paradigma na relação entre imagem técnica, forma e matéria durante a ação projetual. É possível, à partir de algoritmos geométricos, gerar formas - shapes - na simulação de um modelo 3D, e, no

processo inverso, à partir de formas físicas, utilizar dispositivos (scanner 3D) que gerem algoritmos transferindo os dados geométricos de um modelo físico para um modelo digital. Este poderá ser manipulado visualmente através da interface de um programa gráfico computacional, gerando outras formas com o input de 'in-formações' tanto gráficas como alfa-numéricas. E ainda poderão gerar outputs que permitem viabilizar construtivamente os modelos físicos e digitais gerados durante o processo de projeto.

No processo entre modelo físico e modelo digital referenciado acima, a questão que se coloca na arquitetura é a materialização que dá sentido à forma que está sendo gerada, não no sentido de modelo físico ou de viabilidade construtiva, e sim, como espaço arquitetônico que atenda a questões programáticas de um espaço vivenciado pelo homem.

O exemplo paradigmático deste processo é o Museu de Bilbao de Frank Ghery. No excelente estudo comparativo realizado por Beatriz Dorfman entre Beauborg de Renzo Piano, e Bilbao, fica evidente a relação da representação digital e os diferentes conceitos adotados nos dois exemplos quanto à interpretação das exigências programáticas e à preocupação com o público, no espaço projetado.

"A permeabilidade de Beauborg manifesta sua preocupação com o público em geral, o que é diferente do que ocorre em Bilbao. Se os desenhos de Beauborg são convencionais, o fato de representarem pessoas em movimento dentro e fora do edifício manifesta o conceito da instituição que inclui o acesso público livre do público a arte. Enquanto as representações do Museu de Bilbao não são convencionais, são esboços, maquetes e maquetes virtuais e não empregam a representação da figura humana, nem para dar uma referência da escala do edifício. O movimento é expresso nas representações do Beauborg através da presença constante do público, enquanto movimento, no Museu de Bilbao manifesta-se pela liberdade e pela irracionalidade do seu desenho". (Dorfman, 2003:190)

O exemplo do Pavilhão da água, *H2Oexpo*, também é considerado um exemplo paradigmático da utilização das tecnologias digitais, utilizando os recursos de geometria topológica dos programas computacionais para gerar formas não convencionais, unindo os conceitos de projeto generativo e sistemas interativos, considera a movimentação do público como um aporte importante do projeto. Pertence ao terceiro estágio do uso dos programas e dispositivos computacionais, onde a informação

não comporta somente inputs que alimentam a forma do modelo digital enquanto projeto, mas alimentam a obra construída enquanto espaço vivenciado e perceptivo, Um edifício interativo no qual os visitantes podem transformar luz e som no espaço interno através de sensores. "[...] as imagens e os sons que emergem dependem das atividades dos visitantes, enquanto as atividades dos visitantes dependem da constante transformação de imagens e sons". (NOX, 2004:18)

Os programas computacionais acrescidos de conhecimentos da inteligência artificial, eletrônica, e tecnologias da informação e comunicação, geram sistemas e aplicações que transcendem a representação e ocupam os espaços. As imagens das 'arquiteturas dinâmicas' e 'arquiteturas interativas' produzem um movimento de 'programas' no universo arquitetônico que é inevitável. A experimentação e o conhecimento como uma ação reflexiva do projetista é o que dará condições de utilizar o meio digital com consciência crítica.

3.2.2 Genealogia dos programas computacionais: do CAD ao Modelo 3D

O uso da tecnologia computacional trouxe mudanças na representação, simulação e construção da arquitetura que influenciaram no modo de conceber e produzir arquitetura, indicando três estágios nas transformações da representação e simulação que implicam em diferentes modos de geração da forma arquitetônica.

A evolução dos programas computacionais estabelece diferentes tipos de processos digitais empregados na representação gráfica do projeto, na geração da forma arquitetônica e no fluxo de informações dos condicionantes quantitativos e qualitativos do programa de arquitetura.

Considera-se o primeiro estágio no início da década de 1980 - a representação do projeto através do desenho técnico com a incorporação de blocos e gabaritos, o segundo a simulação de projetos através do modelo digital para visualização 3D com a incorporação de imagens mais realísticas no início da década de 1990; e o terceiro estágio a partir da metade da década de 1990 com a incorporação da modelagem complexa através de superfícies orgânicas culminando na geração de um Modelo 3D completo para a construção, no qual convergem todas as potencialidades de tecnologia computacional. (Florio, 2005:439)

Estes três estágios correspondem à evolução dos Sistemas CAD (Computer Aided Design) e CADD (Computer Aided Design and Drafting), que conferem aos programas técnicas de modelagem

complexa, incorporam banco de dados e recursos de visualização, vídeo e animação em tempo real. Nesta evolução dos sistemas CAD, pode-se considerar os sistemas BIM (Building Information Modeling) e a incorporação da tecnologia CAD/CAM/CNC com a adoção de dispositivos que possibilitam a prototipagem rápida.

Ainda no terceiro estágio, a partir de meados da década de 1990, considera-se os 'processos generativos', entre os quais destacam-se o 'Projeto Generativo', o 'Projeto Paramétrico' e os sistemas interativos os quais comportam 'sistemas interativos e dispositivos sensitivos (sobreposição digital ao espaço físico) e a conexão entre ambientes. O terceiro estágio caracteriza o projeto digital pela conotação dada à manipulação e transformação da forma arquitetônica com forte interferência do meio digital.

Desde a modelagem de formas puras até as superfícies curvas, a evolução das operações dos programas passou de uma clara influência das antigas práticas de desenho à possibilidade de operações booleanas, no fim da década de 1980, culminando no início de 1990 a possibilitar as operações topológicas e operações de interpolação.

Esta possibilidade passou da operação com entidades isoladas (linha, arco), para blocos de objetos regulares (cubo, cilindro) até a manipulação com objetos paramétricos (porta, janela, escada), a modelagem por primitivas 3D e polígonos (superfícies cônicas) e a modelagem por superfícies regradas (extrusão, revolução e contornos). Ainda dentro de uma ordem regular da geometria euclidiana passa no final da década de 1980, através de uma complexidade geométrica crescente, a possibilitar, através da modelagem sólida, operações booleanas de adição, intersecção e subtração.

No início de 1990, os programas de modelagem computacional, através da complexidade orgânica da geometria topológica, permitem ao projetista a modelagem por curvas flexíveis (*splines*, *nurb*, *terrain*), metaball e modelagens paramétricas.

A evolução dos recursos gráficos computacionais, ao facilitar a produção e o controle dos desenhos, trouxe mudanças na representação, onde além de libertar a geração da forma (*shape*), libertaram a descrição geométrica e a obtenção das dimensões, possibilitando a geração de um novo conjunto de formas complexas. Ao mesmo tempo, a convergência de todos esses recursos na simulação de um modelo digital possibilitou mudanças na construção com conseqüências na concepção do espaço. (Florio, 2005:171)

Da representação do projeto através de plantas, cortes, elevações e perspectivas passa-se para uma simulação parcial do Modelo 3D, para finalmente aportar na simulação propriamente dita onde ao modelo 3D se incorporam parâmetros e banco de dados.

Se, no projeto tradicional a síntese gráfica do projeto de uma edificação se dá através dos desenhos de plantas, cortes e perspectivas, com a introdução da ferramenta computacional, passou-se por uma fase de transição, onde o modelo tridimensional assumiu o papel de simulação do edifício, porém ainda limitada ao seu caráter formal.

No modelo 3D, com a inserção do que é chamado, hoje, de Building Information Modeling (BIM), a simulação do edifício extrapola a questão meramente formal, transformando o modelo tridimensional em uma entidade que centraliza dados diversos, como os formais, materiais, de desempenho, programáticos entre outros. Como exemplo, tem-se a análise de desempenho bioclimático, análise do impacto ambiental em relação ao contexto, análise dos custos de construção e gerenciamento, gestão e manutenção do espaço físico.

De maneira análoga, a cidade também passa a ser virtualizada em modelos digitais através de bancos de dados que se cruzam e geram representações de cenários particulares e distintos. No caso do espaço urbano, a chave para tal situação derivou-se do cruzamento de dois sistemas computacionais: o geoprocessamento e a modelagem tridimensional.

Como pode ser visto até aqui, do suporte tradicional – lápis, papel, maquete – acrescido pelo paradigma perspectivico, passa-se gradativamente, na mídia digital do CAD tradicional ao CAD paramétrico e ao BIM, cujas interferências no processo do projetista foram sendo detectadas com o tempo. Neste último (BIM), a materialidade da arquitetura deve ser pensada desde o início. No momento em que o projetista começa a entrar com os dados (*input*), o programa já exige que se defina o sistema construtivo adotado e todas as especificações que compõem o edifício, não apenas como idéia, mas como objeto construído.

Nos primeiros sistemas de CAD, customizados e programados para a arquitetura, onde os elementos arquitetônicos (paredes, pilares, escadas, esquadrias, telhados e demais componentes construtivos) faziam parte da definição do programa (Auto-architect, DataCad, Active 3D, Arqui 3D) em diferença ao CAD genérico como o AutoCAD, as bibliotecas engessavam cada vez mais as alternativas, no momento inicial da concepção pelo projetista.

Enquanto não eram incorporados modeladores mais amigáveis como, por exemplo, o Scketch Up, os sistemas específicos para arquitetura eram mais problemáticos na etapa da concepção do projeto do que o próprio AutoCAD, que trabalha diretamente com a abstração da geometria. Este último apesar da rigidez, precisão, e regras embutidas nos procedimentos, que poderiam induzir operações de cunho projetual no uso dos comandos e das primitivas (figuras), não induzia a pensar apenas tectonicamente durante a criação.

Estas tecnologias, introduzidas pelos softwares, embora tenham sido uma revolução nas possibilidades de interagir durante o processo de projeto, seguem a seqüência na lógica do projeto ainda com raízes nos métodos tradicionais.

Isto quer dizer, por exemplo, que a necessidade de pensar e projetar a arquitetura em três dimensões é anterior ao computador; assim como a busca por uma sistematização que integrasse todas as informações, já tinha sido pensada pelos projetistas, desde a década de 1960/1970, com o início da informática, atendendo ao desejo de aproximar a fase da concepção a sua viabilização construtiva.

Podem-se situar, os antecedentes do CAD paramétrico e BIM, na idéia inicial de atributos das entidades do CAD, ou através de *links* entre banco de dados alfa-numéricos e entidades gráficas bi e tridimensionais. Estas funções (*plugins*) já faziam parte de programas desenvolvidos pelos projetistas e programadores na década de 1980 ainda dentro da idéia de sistemas hierárquicos de relações (estrutura de árvore), baseado em um sistema de banco de dados relacional. A programação orientada ao objeto e o conceito de rede, um salto tecnológico, na década de 1980, veio de encontro aos desejos do arquiteto e repercutiu em todos os níveis de programas (programas de arquitetura e programas computacionais).

As possibilidades de sistematizar e cruzar informações programáticas do projeto expandem aquilo que os projetistas já tinham que codificar e relacionar mentalmente ou através de vários suportes e artifícios. Isto quer dizer que, parte do processo do arquiteto começa a tornar-se mais explícito e transparente. Cada operação de projeto fica registrada, através de seqüência de procedimentos de comandos (operações computacionais), ou registrada em banco de dados dinâmicos com relações que poderiam ser denominadas de 'hiper-textuais'. O termo 'hiper' passa a infiltrar-se devagar no cotidiano do projetista.

O conceito de modelo 3D passou de uma construção do modelo por pontos linhas e planos (década de setenta) ou operações booleanas com sólidos platônicos (década de oitenta), ou ainda por superfícies topológicas de formas (*shapes*) irregulares (década de noventa), para o conceito de modelo '3D único'. Este modelo '3D único' incorpora além das representações bidimensionais todas as informações do projeto, cuja manipulação pelo projetista leva à manipulação conjunta de informações de diferentes naturezas textuais e gráficas. Estas propriedades do modelo permitem ao projetista, através de *inputs* alfa-numéricos, modificar o output gráfico do programa computacional, incidindo indiretamente na forma gerada pelo software, como ocorre no projeto digital de 'processos generativos'.

Nos processos generativos começa a se trabalhar com a informação como alimento para geração da forma em um processo automatizado e com maior ingerência do *software*.

À medida que a transformação formal passa a ser um *output* do *software*, atendendo a variáveis de desempenho, por exemplo, como *input* do projetista, passa-se a idéia não apenas de um desenho paramétrico, mas de projeto paramétrico; e com isso entramos nos 'processos generativos'.

Alguns arquitetos acreditam que incorporar a idéia do código genético como algoritmo de geração da forma, aliando as cadeias programadas pelos DNA de elementos vivos a algoritmos computacionais para gerar elementos informáticos artificiais, pode fazer parte do fato arquitetônico. Os diagramas assumem um papel importante no processo.

Nesta tendência, que faz parte dos processos generativos, denominada como 'projeto generativo ou arquiteturas genéticas - morfogenesis -, a interferência na geração da forma pelos programas estabelece um alto grau de decisão do software e alto grau de controle pelo projetista em sua interação com a representação através do ambiente digital. Neste caso podem ser citados, entre outros, os projetos experimentais de Greg Lynn e Dennis Dollens, e como linha de investigação no Master em Arquiteturas Genéticas na *Universidad Internacional de Cataluña*.

Já nos 'sistemas interativos', a incorporação de computar dados no próprio objeto arquitetônico conduz à sobreposição de informação digital e informação física no espaço arquitetônico. Nesta tendência encontram-se as arquiteturas performáticas e a conexão entre ambientes remotos, onde a interação está inerente à intervenção no espaço arquitetônico.

Estes processos de projeto que exploram novas formas de usar o computador como ferramenta criativa além das formas tradicionais de representar e simular, procura utilizar os softwares, explorando

seu potencial e superando suas limitações. Passa a ser uma tendência, no ensino de projeto, que procura explorar o potencial de subjetividade no uso das ferramentas digitais, sem perder a incorporação de valores no aspecto simbólico e fenomenológico da arquitetura. Usar o potencial da velocidade na produtividade para gerar múltiplas alternativas, deixando um processo aberto – não foto-realístico - que possam alimentar o processo de projeto.

Nestes projetos, em que a forma arquitetônica passa a ser um ‘sub-produto’ durante o processo, assume uma posição prioritária o poder de decisão do projetista na escolha da informação e na decisão formal. Entre diagramas conceituais gerados por campos de forças e na articulação destas informações, qual informação será considerada como *input*, estabelece a postura ideológica do projetista.

3.2.3 Representação versus Simulação

Ao conceito de representação se contrapõe o conceito de simulação, cujo significado passa a se tornar relevante no entendimento da ação dos programas na era digital.

A palavra simulação¹²⁰ tem vários significados¹²¹, porém no contexto dos programas computacionais, simulação é entendida como experiência ou ensaio realizado com o auxílio de um modelo digital. A simulação torna possível, experimentações que dificilmente poderiam ser efetuadas sobre objetos sólidos construídos. (Florio, 2005:105)

Se a arquitetura pode ser representada através de plantas, cortes, fachadas, perspectivas, no modelo 3D passa a ser uma simulação que inclui a dimensão temporal de forma dinâmica, e pode ser

¹²⁰ Simulação segundo o dicionário Enciclopédico Koogan Larousse pode ser "ato ou efeito de simular, fingimento, disfarce, dissimulação". P.780

¹²¹ Muitas arquiteturas chamadas de Arquitetura do Espetáculo, cuja forma complexa e irregular foi possível devido ao incremento dos programas computacionais, têm sua imagem vinculada ao mundo digital, como um simulacro onde o que é representado é sua relação com o poder e o consumo. O conceito de simulacro adotada pelo filósofo Jean Baudrillard¹²¹, embora importante para reflexão sobre as arquiteturas geradas em ambientes digitais, foge ao âmbito desta tese. Jean Baudrillard se refere a idéia de hiper-realidade e simulacro de, onde a realidade é re-apresentada, e o valor maior acaba sendo a representação de um objeto, do que o próprio objeto em si. "A simulação já não é a simulação de um território, de um ser referencial, de uma substância. É a geração pelos modelos de um real sem origem nem realidade: hiper-real". Baudrillard, Jean. 1981. "Simulacros e Simulação". Lisboa:Relógio D'agua.

reproduzida em um ambiente analógico, através de maquetes físicas e vídeos. O exemplo da cidade de Chicago simulada na década de 70, através de uma grande maquete física, com percursos gravados em vídeos, pode ser considerada uma simulação parcial se comparada ao ambiente digital.

O conceito de simulação no projeto digital se dá quando são incorporados parâmetros e banco de dados ao modelo 3D, e as transformações se tornam possíveis em tempo real, alimentadas por informações de diferentes naturezas.

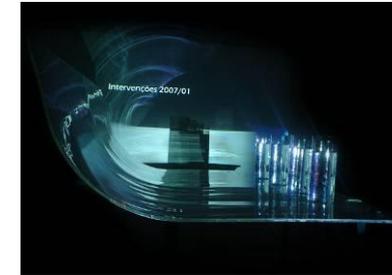
Também, a representação como comunicação de um cenário dialoga com a simulação, pois dentro da simulação, criam-se representações localizadas, como comunicações de cenários propostos ou hipóteses a serem cheçadas. Um mapa temático de densidade demográfica seria um exemplo de uma representação dentro da simulação de crescimento de uma cidade, dentro de determinados parâmetros; ou uma perspectiva extraída de um modelo tridimensional seria uma representação, uma imagem de parte deste modelo (por si, uma simulação do edifício ou cidade).

Além disso, a crescente capacidade de registro e armazenamento atual, associada às formas de comunicação e acesso à informação, tem tornado a realidade em um grande banco de dados, virtualizando o mundo em diversos estratos. Têm-se assim fragmentos de uma realidade paralela, de uma simulação, 'materializada' virtualmente em um modelo tridimensional ou na transformação dos espaços arquitetônicos através de dispositivos ou de mecanismos digitais gerando espaços 'performáticos' e multisensoriais. (imagem 3.2 - 3)

Nesta direção, simulação e representação tornam-se indissociáveis, na medida em que a primeira constrói uma nova realidade e a segunda registra os fragmentos, espaciais ou temporais, da operação sobre aquela realidade.

A terminologia do projetista como *toolmaker*, disseminada por aqueles que pensam o projeto digital na atualidade, veio se construindo historicamente no processo de projeto do arquiteto.

A partir do CAD, o potencial dos programas e também de dispositivos digitais (artefatos informáticos), ultrapassa a fronteira entre a mente do projetista e sua representação para não apenas interferir (induzir) na geração da linguagem formal durante o processo, mas a instaurar formas (alimenta o grau de incerteza do projeto, o jogo sedutor que acompanha o arquiteto) a partir de algoritmos computacionais alimentados por variáveis que atendem às idéias mais diversas que o arquiteto desejar.



3.2 – 3A – CLI – Controle Líquido de Interface.

Trata-se um experimento interativo que possibilita ao usuário manipular qualquer informação digital, como imagens, sons e vídeos em mídias diversas apenas mergulhando as pontas dos dedos na água.



3.2 – 3B – Projeto Ocupar Espaços
Criou-se um circuito audio-visual que conectou em tempo presente duas comunidades, que interagiram através da internet e de ambientes digitais interativos (semi-imersivos) projetados no espaço.

No Brasil, José dos Santos Cabral, arquiteto e professor da Escola de Arquitetura da UFMG, desenvolve um trabalho para a Experiência Arquitetônica e tem coordenado diversas pesquisas ligadas aos novos usos das mídias digitais como elemento de reconfiguração dos processos de projetos. (LAGEAR) (<http://www.arquitetura.ufmg.br/lagear>)

Do conceito de modelagem 2D/ 3D ao conceito de Modelo 3D integrado se passou, como vem sendo tratado até aqui, a conceitos de representação e simulação, que às vezes se confundem. Por exemplo, pode-se simular através de representação digital 3D, de um ambiente existente incorporado a um banco de dados (cenário urbano p.ex) modificações futuras projetadas ou presumidas por diagnósticos e possibilidades.

A inserção de novos projetos em tecidos urbanos consolidados para avaliar o impacto morfológico e urbano, foi e ainda é muito usado pelos arquitetos. Neste exemplo a representação ainda protagoniza o uso da mídia digital, no entanto, podem ser simuladas possibilidades formais a partir de dados quantitativos e qualitativos de diversas naturezas: desempenho térmico, DNA de seres vivos, fluxos de pessoas, dados comportamentais. Estas simulações agem de maneira dinâmica sobre configurações formais e espaciais de partes ou do todo de edificações e entornos urbanos produzindo alternativas em tempo real e *on line*, para controle do projetista.

A transformação na noção das variáveis de tempo/espço, não somente na dinâmica temporal do percurso, mas na própria transformação da forma em tempo real, afetando componentes formais, funcionais e construtivos, alimentados pelos *inputs* e *outputs* gerados pelo projetista ou pelo *software* no interior do próprio programa computacional também seguem esta lógica.

As fases cíclicas e interativas entre projetista e projeto no modo tradicional que compreendem a representação, a geração formal e a avaliação constante em atendimento a um contexto e a um programa arquitetônico, adquirem peculiaridades específicas quando a interação passa a ser em um meio digital. A questão da interação entre o projetista e seu projeto, passa a assumir relações diferenciadas quando se usa a intermediação digital.

Na medida em que os programas se tornaram potencialmente mais ativos, passando a ser utilizados na geração da formal e não apenas como modo de representar a idéia do projetista, mas de propor novas formas (*shapes*) a partir de *inputs* de outras naturezas, a interação do projetista com o modelo 3D acontece após o modelo ser gerado e representado diretamente pelo output do software.

Existe uma ideologia e um programador, uma visão de mundo por trás de cada 'programa' no interior da memória do computador; assim como existe um projetista que se comunica, interfere ou se deixa seduzir, através da interface, com todos os programas. Este projetista pode penetrar o programa pela sua interface, modificar, interromper, criar novos procedimentos, enfim, transgredir a regras iniciais,

impor a sua 'visão de mundo'. Uma atitude que exige, cada vez mais, um conhecimento aprofundado da teoria do projeto de arquitetura como disciplina e do meio utilizado para sua viabilização projetual e construtiva.

Para isso, o projetista deve entender e se habilitar para transitar nos novos meios de produção da arquitetura. O meio digital exige do projetista, cada vez mais, um controle no sentido de entender a autonomia que os dispositivos e programas adquiriram em gerar as formas. Entender que nesse meio a forma passa a ser gerada pela 'informação', que pode ser considerada a 'matéria prima' manipulada e transformada pela tecnologia.

Este termo passou a ser grafado como 'in-formação', pela teoria do projeto digital, principalmente pelos autores do Dicionário Metápolis, para demonstrar seu sentido híbrido e ambíguo que, tanto pode significar que o *input* de informações descritivas pode gerar um *shape* e determinar o componente formal de uma arquitetura, assim como 'in-form-ação', que significa também o aspecto dinâmico da busca pela forma arquitetônica. Uma forma que se transforma, 'automaticamente', pela ação de novas variáveis introduzidas durante o processo de projeto.

Também a representação aparece contraposta à simulação, no sentido de que, na "atualidade, subutilizamos a possibilidade de simular a experiência arquitetônica. Os modelos de realidade virtual continuam mais preocupados em 'representar' o mundo do que em 'experimentá-lo". (METAPOLIS, 2004: 529) Nesse aspecto considera-se a representação como uma mera apresentação do existente, no entanto, o termo pode significar uma re-apresentação assumindo um caráter também de experimentação e de decisão sobre como, o que e quem é representado pelo programa e pelo projeto na era digital. Na Arena Empírica ao apresentar o processo de projeto dos estudantes em Ateliê virtual de projeto, retoma-se a questão da representação, sob o enfoque crítico do sujeito que representa e (ou) que é representado dentro de um contexto peculiar com implicações sociais, políticas e cultural.

3.2.4. A modelagem e os comandos

Para a discussão teórica em torno de analogias e de aproximações sucessivas que estabelece a relação de correspondência entre os programas de computador e os programas de arquitetura, são fundamentais os conceitos de modelagem e comandos, assim como, o entendimento das características de bidimensional e tridimensional dos programas gráficos computacionais.

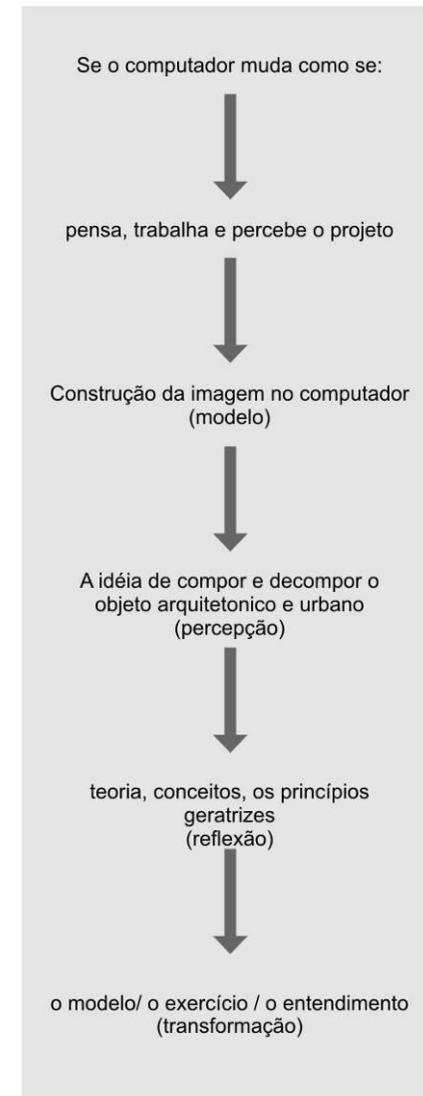
A tridimensionalidade dos programas gráficos é um dos indicativos de seu potencial como auxiliar do projeto, e, a forma como se constrói o objeto tridimensional difere de um programa para outro. Entende-se por modelagem, a criação da geometria dos objetos virtuais em três dimensões, assim, um modelo digital contém dados geométricos definidos no relacionamento com as coordenadas cartesianas x,y,z ; e esses objetos virtuais 3D são criados para compor uma cena virtual. (Florio, 2005:109).

O modelo pode ser construído a partir de formas primitivas, modelagem de formas livres (superfícies NURBS), modelagem de sólidos, modelagem por derivação, (extrusão e revolução). Em todos os casos, a visualização e a qualidade da imagem pode ser semelhante, porém, os procedimentos para construir o objeto, a facilidade ou a dificuldade no manuseio do programa computacional ou os passos percorridos pelo projetista, além de testar sua habilidade no conhecimento do programa, definem estratégias projetuais diferenciadas. O modelo torna-se objeto de conhecimento durante as operações computacionais (imagem 3.2 - 4)

A abordagem dos programas computacionais não tem o objetivo de ensinar a trabalhar com os mesmos e nem de aprofundar seus aspectos técnicos, e sim enfatizar conceitos e interpretações que podem estar subjacentes a aspectos de sua funcionalidade na utilização de técnicas digitais, sejam elas de modelagem tridimensional, de transformação da forma ou de animação arquitetônica.

Ao diferir a forma de construir os modelos, tornam-se diferentes os objetivos e as operações que podem ser efetuadas com estes modelos. Este compor, decompor e recompor objetos se relaciona com o projeto de acordo com a estratégia projetual adotada. Um modelo tridimensional, gerado a partir de superfícies, pode ter suas partes editadas e modificadas como superfícies. Um cubo, assim gerado, pode ter uma face subtraída ou deslocada, fato que não acontece com o cubo 3D do modelo sólido que, ao ser uma entidade única, não permite este tipo de edição de decomposição em superfícies planas. Estas primitivas constituem uma coleção de formas pré-concebidas, que podem ser modificadas através de operações *booleanas* de adição, subtração e intersecção, para gerar novas formas tridimensionais. As mais comuns são os sólidos platônicos, no entanto cada software oferece sua diversidade de primitivas.

Considerando que, em um programa gráfico, a geração do modelo começa pela sua geometria, esta relação, dentro do *software*, pode ser considerada unívoca da geometria para a arquitetura:



3.2 - 4 - A seqüência do esquema proposto acima corresponde à construção do conhecimento arquitetônico durante a interação com o modelo, sendo gerado durante a ação projetual do estudante. Através do esquema percebe-se o processo de aprendizado

Geometria \longrightarrow Arquitetura. No caso da abstração do processo projetual, trata-se de uma relação biunívoca: Geometria \longleftrightarrow Arquitetura.

Onde pára a geometria e começa a arquitetura em um processo de projeto?

Esta relação pode variar até o limite, por exemplo, em que formas são geradas diretamente a partir de um algoritmo matemático produzido com base em um conceito exógeno à arquitetura.

Estas entidades geométricas, que Ching denomina de elementos primários: 'ponto, linha, plano superfícies e volume', irão configurar a 'forma' (*shape*) com todas as propriedades, transformações e articulações que a mesma adquire como forma arquitetônica definidora de espaços, seja este processo de geração pré-determinado ou indeterminado.

Tudo passa pela geometrização quando se fala em programas gráficos computacionais, seja de CAD ou só de modelagem 3D. Inclusive, a definição de uma cena virtual, com os pontos de vista, posição do observador e focos de iluminação, é geometrizada, através da interface e a partir de determinados procedimentos, para ser armazenado matematicamente na memória do computador, indexados ao programa ou ao modelo que está sendo preparado para o *rendering* ou para animação.

São *frames*, quadros que renderizados um a um, fazem parte de arquivo específico de animação, ou são resultado de uma seqüência de transformações através da modelagem por formas livres e podem ser gerados de múltiplos modos, como uma seqüência de animação.

A arquitetura vai sendo gerada através da manipulação de 'comandos', dentro de regras explícitas ou implícitas, estabelecidas pelo programador do *software*, com scripts mais (ou menos) transparentes ao projetista. Nesse processo, dialoga geometria e arquitetura, onde a forma como *shape*, vai sendo editada, transformada, decomposta ou fragmentada. Nos inputs e outputs entre projetista e programa computacional, o programa de arquitetura é constantemente confrontado com espacialidades produzidas pelo software.

No entanto, os conceitos subjacentes a estas operações computacionais assumem diferentes significados de acordo ao argumento da teoria projetual, como reflexão de uma época e de um autor.

Por exemplo, as transformações no conceito de 'movimento', trazem a tona desde 'a marcha' da arquitetura *Beaux Arts*, passando pela dinâmica temporal do espaço arquitetônico com a idéia de percurso (*walkthrough*) de uma *promenade* arquitetural de Le Corbusier, à idéia de 'narrativa' com influências do cinema ou da dança como Tschumi; até a mudança significativa das 'formas animadas'

de Greg Lynn. Ao diferenciar animação e *motion*, Greg Lynn argumenta que *motion* implica em 'movimento e ação' e 'animação' implica na evolução da forma como resultado de forças que atuam em sua (*shape*) transformação. (Lynn. 1999:9)

A dinâmica espacial da arquitetura incorpora a variável 'tempo' de acordo a diferentes teorias projetuais e, comandos e técnicas digitais adequam-se mais a um determinado conceito. Enquanto a noção de tempo corresponde a um percurso espacial, as ferramentas dos softwares de *render* e animação suprem a necessidade do projetista. No entanto, quando a variável tempo incorpora-se à arquitetura, a partir do conceito de um espaço em constante transformação e adaptação, seja partindo de forças externas (culturais ou físicas) ou funcionalidades do software (*Blobs, morphing*), percebe-se que a adoção no discurso de um determinado comando ou técnica já traz, subjacente, conceitos incorporados ao pensamento arquitetônico de uma época ou arquiteto.

Nem sempre a técnica implica em um determinado conceito projetual, embora alguns comandos, como por exemplo, *morphing, blobs e splines* estejam carregados de intenção e sentido na arquitetura da era digital. No capítulo "Da dinâmica espacial do percurso a uma arquitetura dinâmica", da tese, são abordadas com maior profundidade estas relações.

Outras vezes, as mesmas operações computacionais (técnicas e dispositivos) são utilizadas em estratégias projetuais de diferentes vertentes do pensamento arquitetônico. Pode ser exemplificado na utilização das técnicas de prototipagem rápida, que gradualmente estão sendo incorporadas, não somente à possibilidade de construir formas livres, como no início, mas às possibilidades de gerar tipos arquitetônicos incorporando conceitos de arquitetura sistêmica, pré-fabricação e padronização em projetos de Gramática da Forma.

Também estão sendo incorporados, dois conceitos que retornam à cena arquitetônica na atualidade, referidos nas terminologias *form-making* e *form-finding*, (fazer a forma e buscar a forma) e que implicam em métodos diferenciados de aproximação ao projeto. Estes modos de aproximação à forma, durante a ação projetual, já faziam parte da concepção do projeto no modo tradicional de projetar implicando em diferentes maneiras de utilizar a representação.

Embora o sentido destas operações projetuais exista antes do computador, ele tem uma relação direta com a representação e a ferramenta utilizada, adquirindo características peculiares quando a ferramenta é digital. Entre as características dos programas que procuram aproximar-se mais do croqui

intuitivo ou da precisão matemática, na tentativa de auxiliar os aspectos subjetivos e objetivos do ato criativo, o projetista se defronta com um aspecto importante do conhecimento arquitetônico e que implica em usar o meio digital como ferramenta cognitiva: meio de conhecimento.

Na “*Third International Conference on Design Computing and Cognition (DCC'08 or DCC08) Bringing artificial intelligence, cognitive science and computational theories to design research*” em junho de 2008¹²², foi realizado um workshop de preparação para a conferência, cujo tema foi “*Form-Making versus Form-Finding: Distributed Cognition and the Affordances of Design Media*” (Fazendo a forma x buscando a forma: Cognição distribuída e o alcance da mídia projetual).

No texto de abertura do workshop, *form-making* foi definido, "vagamente", como um processo de "inspiração e refinamento", em que a forma precede a análise das influências programáticas e condicionantes de projeto; enquanto *form-finding* foi definido como um processo de descoberta e edição, onde a forma emerge da análise.

Nos extremos, "*form-making*" não seria arquitetura, mas escultura, ou seja, forma sem função; e "*form-finding*" também não seria arquitetura, se aplicaria à engenharia, ou seja, forma determinada exclusivamente pela função. A busca pela forma através de técnicas de animação ou de projeto paramétrico e BIM, são enfoques diferentes no projeto digital que transitam entre o *form making* e o *form finding*, e depende do sentido dado às 'in-formações' que alimentam o processo.

Embora algumas metodologias de projeto arquitetônico caíam entre esses extremos, muitas obras canônicas resultam de processos de projeto com perfeito balanceamento de abordagem de *form-making* e *form-finding*. Na verdade, a criação meramente formal ou a busca de uma forma alimentada por condicionantes de programa e contexto (*form-making* e *form finding*) estão vinculadas ao modo como o projetista interpreta seu conhecimento para decidir o processo e a estratégia projetual a ser adotada.

O retorno, no momento atual, a esses dois processos deve-se a que eles estão subjacentes aos diferentes modos de gerar a forma no projeto digital. Tanto a forma livre do *form making* quanto à forma como resultado de questões analíticas do *form-finding*, estão situadas como um meio ativo, entre projetista e projeto, *softwares* gráficos (ferramentas de modelagem vetorial de formas complexas),

¹²² ver em <http://mason.gmu.edu/~jgero/conferences/dcc08/>

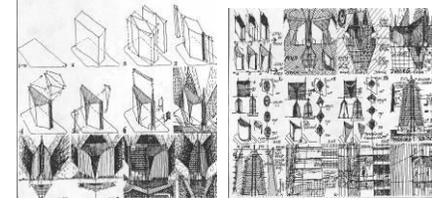
algoritmos computacionais (ferramentas que geram formas à partir de uma seqüência de dados e (ou) idéias traduzidas em algoritmos) e mecanismos em ambientes digitais. Há uma linha de pensamento embutida no software que o torna adequado para determinadas estratégias projetuais e ineficaz para outras.

Retornam a utilizar, no âmbito arquitetônico, os princípios científicos, referidos principalmente à teoria desenvolvida a partir dos anos 1960, para identificar, sistematizar, classificar e codificar o maior número possível de variáveis e condicionantes, estabelecendo técnicas dedutivas para solucionar problemas de arquitetura.¹²³ Porém retornam com uma característica específica do projeto digital que é a geometrização dessas informações descritivas, na geração e transformação da forma arquitetônica, através da matematização e automação do modelo digital.

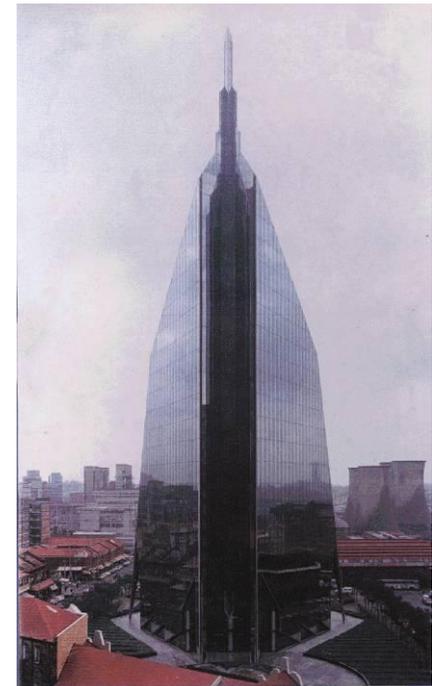
No meio analógico tradicional, 'fazer' a forma e (ou) 'buscar' a forma não são excludentes do ponto de vista da representação do projetista, conforme pode ser visto nos esboços de Helmut Yahn. No entanto, no meio digital, softwares e dispositivos diferentes são utilizados pelo projetista em cada um dos processos. (imagem 3.2 - 5)

Certos meios de representação se adaptarão melhor para *form-making*, enquanto outros meios se adaptarão melhor para *form-finding*; e outros meios e representações suportam o equilíbrio ou estratégias de projeto simultâneas. (Laiserin, 2008)

Quando o projetista elabora o projeto, a idéia inicial (construção mental) é representada ou esboçada externamente e contraposta às restrições programáticas (programa de arquitetura) e às regras (programas computacionais). Se a estas representações está incorporado o 'saber arquitetônico' (teoria do projeto), este conhecimento determina ou condiciona a escolha do meio de representação.



3.2 – 5A – Helmut Jahn,
Esboços para a concepção do projeto,
Seqüência de idéias, imagens, geometrias



3.2 – 5B - Foto montagem com modelo digital.

¹²³ Peter Rowe, elabora uma síntese crítica junto com uma resenha histórica das principais teorias. Rowe, Peter. Capítulo 2: Procedural Aspects of design Thinking. In: _ *Design Thinking*. London, England. MIT Press, 4^a Ed. 1992. Rowe, Peter. Capítulo 2: Procedural Aspects of design Thinking. In: _ *Design Thinking*. London, England. MIT Press, 4^a Ed. 1992.

3.2.5 Modelagem geométrica dos programas computacionais

A evolução dos programas gráficos tem sido no sentido de aprimorar a modelagem de formas orgânicas, disponibilizado-as para os arquitetos a partir da década de 90, nesse sentido conceitos e definições são importantes para os entendimentos dos processos de projetos digitais.

O processo de modelagem em computação gráfica consiste em descrever o objeto geométrico matematicamente, estabelecendo as coordenadas espaciais de cada vértice. No entanto, para trabalhar no espaço tridimensional do programa gráfico vetorial, muitas vezes é necessário designar planos de referências no espaço, e visualizar esses planos de vários pontos de vista tridimensional.

A modelagem geométrica dos programas pode ser através de superfícies abertas e fechadas, polígonos e superfícies poligonais, superfícies curvas, formas com curvatura variável e primitivas sólidas. A partir de técnicas e ferramentas disponíveis nos principais programas gráficos vetoriais utilizados na arquitetura, podemos classificar nove tipos de modelagem: superfícies primitivas; extrusão; superfícies de revolução geralmente a partir da definição de um perfil e trajetória; *Lofter*, *Swept*, *Twist objects*; sólidos; modelagem de formas livres; *Blobby surfaces*; *Superfícies NURB*; e *Terrain*.

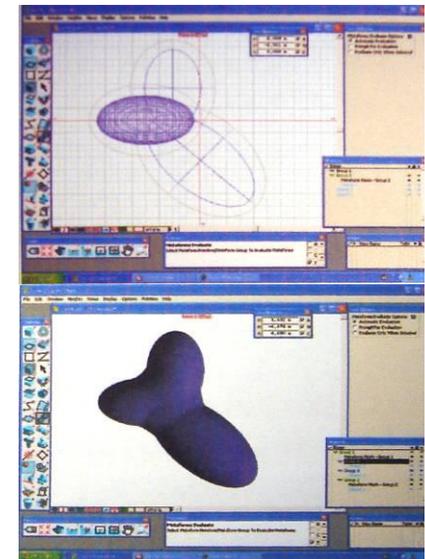
A descrição sintética das técnicas e funcionalidades nesses programas, são importantes para o entendimento deste capítulo.

(1) Superfícies primitivas - A maioria dos programas inclui formas elementares, tais como cubos, cilindros, cones, esferas, prismas, enfim polígonos básicos tridimensionais, chamados de primitivas.

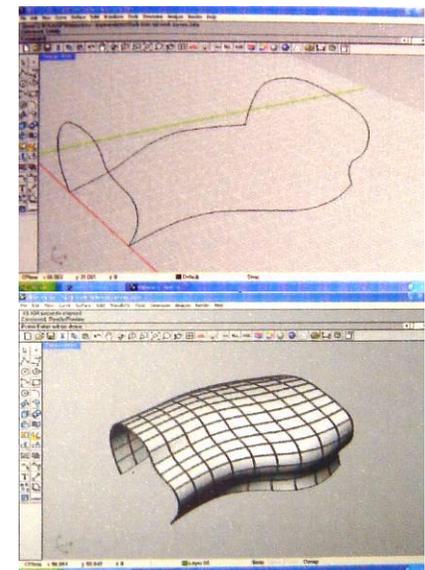
(2) Extrusão – a modelagem parte de entidades como linhas, arcos, círculos, polígonos, e utiliza o recurso de extrusão para transformar essas entidades em objetos tridimensionais.

(3) Superfícies de revolução – Uma vez desenhado o contorno ou o perfil do objeto, este pode ser rotacionado em torno de um eixo ou do centro, de modo a tornear a forma do objeto.

(4) *Lofted*, *swept*, *twist objects* – Essas três ferramentas utilizam splines como perfis bidimensionais. Em um processo semelhante à extrusão, com diferença que a trajetória da extrusão é sempre ao longo de uma linha, a modelagem *softer* (ou *sweep*) permite utilizar vários outros tipos de trajetórias, tais como helicóide, curvas etc. É uma ferramenta de “deformação” usada em muitos programas para tornear um objeto em torno de um eixo específico.



2.2 – 6 – Criação de *Blob* com a técnica de modelagem de *metaball*.



2.2 – 7 – Criação de superfície *NURBS* a partir de 4 curvas.

(5) Modelagem sólida – O processo de modelagem sólida consiste em utilizar as operações booleanas para utilizar as operações matemáticas de adição, subtração e intersecção. A modelagem sólida possibilita gerar objetos complexos a partir de sólidos e elementos simples.

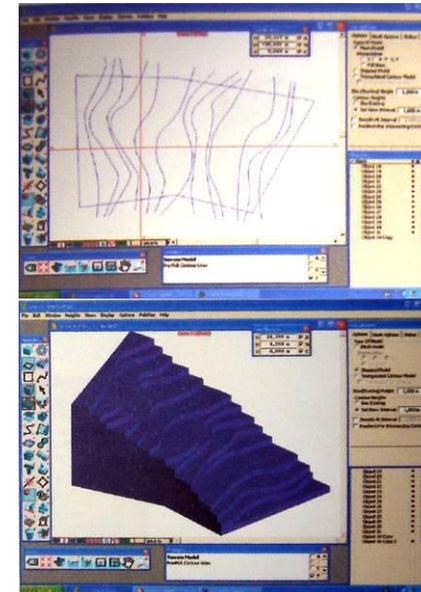
(6) Modelagem de formas livres – A modelagem de formas livres, FFM – *free form modeling* – permite, interativamente, construir um modelo ajustando e puxando partes de uma superfície que contem pontos de controle, viabilizando a modelagem de formas super complexas. Uma das primeiras demonstrações sobre o uso de formas livres foi feita em 1988 por David Forsey, em 1988.

(7) *Blobby surfaces* - O blob é um novo tipo de geometria topológica para modelagem complexa que exhibe qualidades de multiplicidade e singularidades. O edifício Korean Presbyterian Church, projetado por Greg Lynn, foi concebido a partir da técnica de modelagem metaball (formado por Blobs colocados lado a lado). Os blobs elípticos foram sendo justapostos e sobrepostos de modo a gerar “campos gravitacionais” que ao serem fundidos geraram as formas principais do edifício.

(imagem 3.2 - 6).

(8) *Superfícies NURB - Non-uniform rational B-splines* são um tipo particular de *B-splines* que podem ser controladas pelos seus pontos de controle, por meio de dois parâmetros: tensão e inclinação. A grande vantagem deste tipo de modelagem é a possibilidade de gerar superfícies curvilíneas extremamente suaves e orgânicas. Na arquitetura contemporânea, temos como exemplo de aplicação das superfícies NURB, o projeto de Arata Isozaki para o Grande Teatro nacional de Pequim, China, e o projeto para a Biblioteca de Kansai, dos arquitetos Reiser e Umemoto. Também os projetos mais recentes da arquiteta Zaha Hadid, são derivados do uso intensivo de superfícies NURBS, superfícies elásticas e deformáveis. (imagem 3.2 - 7).

(9) *Terrain* – A técnica de modelagem terrain baseia-se na interpolação de curvas pré-selecionadas. As malhas (meshes) que formam as superfícies serão suaves ou facetadas, dependendo da quantidade de pontos que foram determinados no desenho de cada curva. (imagem 3.2 - 8). (Florio, 2005)



3.2 – 8 – Criação de um terreno a partir de curvas de nível – técnica *Terrain*.

3.2.6 A questão do bidimensional e o tridimensional

A escolha do programa gráfico é fundamental no processo e na estratégia projetual que o projetista pretende adotar. Cada software implica um método de trabalho, que determina a futura forma de representar o projeto. No início dos sistemas CAD, a bibliografia especializada estabelecia uma diferenciação entre os programas considerados de desenho e os de projeto e esta diferença era definida pela característica 2D ou 3D dos programas.

Sains e Valderrama diferenciam os programas genéricos e específicos para arquitetura e os classificam em quatro grandes grupos: de desenho, de projeto, de apresentação e auxiliares. Representados pelas siglas 2D e 3D e suas relações. O programa 2D trabalha as plantas e as vistas de forma separada. Não existindo um modelo único do projeto, as modificações devem se realizar separadamente em cada projeção. Quando possuem a capacidade tridimensional de gerar modelos no espaço, através da construção de diferentes planos, um de cada vez, recebem a denominação de 2D+3D. O Auto CAD é um desses programas, não está orientado para a arquitetura, porém seu êxito se deve a seu caráter de sistema aberto que possibilita a implementação de aplicativos. Possui um modelador sólido, geração de superfícies baseado em geometria euclidiana e geometrias topológicas. As modificações introduzidas a partir da versão 14, implementaram esta funcionalidade que modificou substancialmente a estruturação do objeto no banco de dados gráfico, quando incorpora os conceitos de programação orientada ao objeto.

De projeto, são aqueles que trabalham desde o princípio em três dimensões, alguns são de aplicação exclusiva à fase inicial do projeto, entendem o volume como um corpo oco delimitado por superfícies externas, e não pode ser usado para gerar planos. São os 3D puros ou modeladores. Os mais completos são os 3D+2D, cuja forma de representar o espaço é específica para arquitetura. Não possuem coordenadas nem tolerâncias, a unidade de medidas é sempre o metro. O modelo é construído à partir de elementos volumétricos puros, de material indiferenciado. Com a introdução dos modelos 3D, se implementaram técnicas infográficas que incorporam todos os tipos anteriores de representação, e a possibilidade de passar automaticamente de um tipo de representação para outra. É a noção de 'modelo único de projeto', utilizado nos Sistemas BIM, Projeto Paramétrico e modelagem de formas complexas. Com isso a grande característica de um programa gráfico vetorial, passou a ser uma experiência realizada com o auxílio de um modelo digital tridimensional. O modelo digital torna possível

também a obtenção de projeções. Podem ser obtidas plantas, cortes, elevações e perspectivas a partir de um mesmo modelo digital.

Isso indica que os modelos construídos no computador já contêm todas as dimensões necessárias para sua execução e cabe ao projetista filtrar as informações necessárias. No ensino de projeto, cada vez mais, os projetistas iniciam seu projeto através de um modelo 3D. Além de todas as vantagens de visualização que isso produz, surge uma questão recorrente, a dificuldade demonstrada pelo estudante de extrair as informações bidimensionais necessárias à continuidade do processo projetual, quando se faz necessário filtrar representações de cortes e plantas, com o intuito de decidir questões específicas de funcionalidade ou construtivas. Nem todos os programas são transparentes e facilitam automaticamente estas operações computacionais, com importante significado projetual ainda na atualidade.

O caráter cognitivo do modelo 3D é inequívoco, porém exige um conhecimento e domínio apurado de projeto e de arquitetura. Pela precisão própria dos programas, a todo o momento decisões devem ser tomadas, e o projetista que não possui o conhecimento necessário, pode truncar o processo de projeto na medida em que a espacialização de suas idéias passa a exigir maior viabilização construtiva.

Esta característica converge na necessidade do projetista possuir conhecimento projetual teórico e construtivo e entender a funcionalidade do programa computacional; isto é, as regras que acionam os comandos.

Os desenhos bidimensionais, (convencionais) baseiam-se em linhas e ângulos, enquanto os modelos digitais tridimensionais baseiam-se em superfícies e elementos volumétricos. Enquanto as linhas e ângulos podem descrever objetos de geometria euclidiana, as superfícies orgânicas requerem que o controle da descrição de objetos seja realizado pela geometria topológica.

No computador, enquanto a representação, obtida por uma imagem renderizada, “congela” uma projeção de uma das vistas do modelo tridimensional, a simulação ao contrário é dinâmica, pois por meio de sucessivas interações há o envolvimento de múltiplos aspectos relativos ao objeto simulado, que são tratados e analisados conjuntamente. Neste caso a simulação incorpora a representação.

Esse aspecto da simulação do modelo 3D incorporar a representação dificulta ao estudante separar as representações necessárias à construção de uma arquitetura que no mundo físico ainda é

entendida pelas suas projeções em planta, corte e fachada. O modelo 3D, não é só uma perspectiva cônica, axonométrica, explodida, é a arquitetura construída no espaço digital. A versatilidade de um modelo 3D, ainda não está sendo compreendida na sua totalidade no ateliê de projeto; este aspecto deverá ser superado à medida que haja um entendimento e uma apropriação maior dos aspectos conceituais e técnicos de um modelo 3D como objeto de conhecimento.

O projetista precisa dominar os comandos que auxiliam na extração das representações bidimensionais do modelo 3D; o significado do *zoom in* e *zoom out* no conceito de escala arquitetônica (do detalhe ao edifício e à cidade); entender as linhas de contorno, do que é sólido, e as partes do desenho bidimensional que precisam ser editadas ou não. E principalmente o que cada uma dessas entidades geométricas, representa como entidade arquitetônica, como elemento de arquitetura e que valor está intrínseco na concepção do projeto.

Não se começa um projeto do mesmo modo com todos os programas. A filosofia de concepção do programa introduz de diferentes formas a questão do 'bi e tridimensional', e as opções iniciais de decisão projetual.

Quando os programas eram exclusivamente 2D, a unidade de trabalho era o plano, e se trabalhava separadamente nas plantas e nas vistas, sem um modelo unitário de projeto ficando clara a relação com a prancheta e a precisão do desenho. No projeto tradicional, muitas vezes, utilizam-se as projeções (planta, vista, corte; perspectiva e axonometria) como categorias para a criação ou compreensão de um projeto e não somente como forma de representação gráfica.

Esta diferença perde o sentido durante o processo projetual no momento em que se pode operar com os três sistemas de projeção, desde o início e com simultaneidade. A capacidade tridimensional dos programas, também pode ter diferentes concepções de programação. Esta diferença se dá nas formas como são gerados os modelos no espaço. Nem sempre a migração de um programa para outro é facilitada; nessa migração muitos dados se perdem ou são interpretados de forma diferente em cada programa gráfico.

O entendimento das regras que controlam as operações de projeto é a condição para utilizar o programa conscientemente das limitações que o mesmo impõe.

Nem todas as arquiteturas projetadas, possuem formas orgânicas.

Assim, muitas vezes o processo nos programas inicia-se a partir de sólidos platônicos (sólidos primitivos) ou das combinações de sólidos (compostos) através da edição ou execução de operações booleanas de união, subtração e interseção. Também é possível iniciar-se à partir de superfícies e extrusão de polígonos bidimensionais. Ou ainda corpos ocos que podem ser editados e transformados por seus vértices.

Por exemplo, para gerar um espaço arquitetônico interno de uma forma de um todo deverá ser executada a operação de subtração, isto é, interior escavada através de outro sólido. Ou no acoplamento de formas como partes cuja combinação irá gerar um conjunto, entremeado de espaços arquitetônicos.

Os modeladores sólidos incorporados aos programas permitem a execução de operações *booleanas* com sólidos 'platônicos', criam formas e espaços complexos através de técnicas de modelagem avançada, ou geram superfícies através da deformação e transformação de malhas tridimensionais ou na edição de vértices das superfícies NURBS.

Existem modeladores 3D que produzem planos de forma tradicional; à medida que o modelo tridimensional vai sendo gerado, o programa tem capacidade de produzir projeções de plantas, cortes e fachadas, e ainda acoplar os elementos construtivos - lajes, paredes, colunas, com todo o ferramental paramétrico para execução de portas, janelas e escadas, com saída de relatórios com especificações de dados alfanuméricos *linkados* ao Modelo. Estes programas privilegiam a produtividade e exequibilidade construtiva do projeto, não se adequando muitas vezes à etapa de concepção, pois exigem parâmetros e dados com um nível maior de precisão técnico-construtiva e dimensional.

A introdução dos dados nos programas gráficos vetoriais se dá de forma lógica, escolhendo opções do menu (ou pelo teclado) para introduzir dados como eixos, *grid*, módulos, linhas, planos, figuras, sólidos, superfícies etc. a partir de opção bi ou tridimensional, definida pelo operador ou por imposição do próprio programa.

A reflexão principal a partir desta linha de pensamento, ao abordar as fases iniciais de concepção do projeto auxiliado por computador, incide na decisão do projetista, e tem implicações significativas no projeto dependendo do modo como se introduzem os dados no programa computacional. O *input* do programa computacional.

No projeto tradicional, de um modo geral, o arquiteto imagina o objeto em sua totalidade e representa algumas imagens parciais que, somadas e articuladas, permitem a construção do objeto.

Do ponto de vista da abstração do processo projetual a utilização de recursos bidimensionais ou tridimensionais na representação do objeto que está sendo criado é muito complexa, para que a escolha 2D ou 3D de um programa gráfico possa ser definida a *priori* pelo estudante que provavelmente, não assimilou ainda uma forma de projetar que se adequa a suas idéias.

O projeto nos programas 3D constrói o objeto a partir de um sistema codificado de variáveis métricas e de materiais, obedecendo à construção lógica do objeto.

Se considerado o potencial de indução que pode existir, no caso do estudante não possuir ainda uma idéia clara e consistente de seu projeto, o modo como se introduz os dados, pode assumir a lógica do programa. A transformação fundamental que é referida aos programas 3D considera o sistema de projeção geométrica na arquitetura como um conjunto articulado no modo de apresentar a imagem de um objeto tridimensional que está totalmente codificado dentro do processador e do qual podem ser extraídas todas as projeções que se desejar.

Neste processo, a checagem entre as informações produzidas em planta, vistas e cortes, é simultânea à montagem do modelo e as incoerências e deficiências transparecem nas diferentes formas de representação e visualização do objeto. Desta forma, fundamentalmente no computador é possível se trabalhar desde o início com o modelo tridimensional do objeto que está sendo pensado.

Considerando que em algumas arquiteturas, a planta é considerada muitas vezes como geradora do projeto, muitos dos programas gráficos permitem a construção tridimensional do objeto a partir da *extrusão* de determinados elementos do plano ou de polígonos. Com isto é possível, a partir da seleção de alguns elementos da planta, ou de todo seu contorno, através da extrusão, gerar um modelo tridimensional, apesar de limitado, do objeto arquitetônico que está sendo projetado.

Esta concepção limitada, ou até induzida por alguns programas, está referida a um enfoque funcionalista e redutor do projeto. Por se tratar de uma alternativa rápida de gerar uma volumetria é uma operação muito utilizada pelo estudante durante a concepção de seu projeto, independente da adequação formal de sua proposta conceitual. Também os arquitetos muitas vezes iniciam o projeto pela planta. De fato, como se inicia o projeto, não é importante, se o objetivo está claro na mente do projetista.

Estas características dos programas 2D/3D reforçam uma dificuldade anterior ao computador, encontrada no ensino de projeto desde as plantas do *beaux arts*, e se refere justamente ao projetista imaginar e codificar graficamente o objeto como um todo tridimensional.

Corona Martinez, já enfatizou estas questões, em seu livro sobre Teoria do Projeto, ao diferenciar categorias arquitetônicas de categorias de desenho.

“Ainda se justifica a elaboração de fachadas alternativas para um mesmo partido em planta, como se o objeto idealizado fosse segregado efetivamente em suas projeções e não em suas partes. Separá-lo em projeções equivale a admitir que as partes são partes do objeto empírico projeto e não as partes do objeto ideal imaginado.” (Corona Martinez 1990: 25)

A utilização de um modelador 3D na representação auxilia o projetista a pensar o projeto diretamente em categorias arquitetônicas de espaço/forma, no lugar de categorias gráficas representadas pelas projeções.

Presume-se que a tendência atual de iniciar a concepção em 3D, deva ser assimilada rapidamente como procedimento pedagógico no ateliê de projeto. Vivencia-se no ensino de projeto no Brasil, uma etapa de transição, onde a reflexão do pensamento arquitetônico procura entender o significado do uso direto da mídia digital na adoção de uma ou outra estratégia projetual. Essa transição equivale a pensar também que as gerações de estudantes que aportam às escolas de arquitetura, cada vez mais, trazem inerentes a interação (com) e a velocidade (do) meio digital.

As diferentes formas de projetar, e o modo como se estruturam os sistemas de projeção geométrica em relação ao objeto, já estão implícitas na concepção do programa computacional.

Na arquitetura a separação entre desenho e projeto não é rígida e estática, havendo maior ou menor interdependência de acordo com o procedimento projetual adotado. Da mesma forma a opção bidimensional ou tridimensional pode estar vinculada também às características previstas para um determinado projeto em que o procedimento de *input* gráfico 2D, seja mais adequado à estratégia projetual proposta.

Assim, o modo como cada programa trata as operações 2D e 3D para desenho e projeto respectivamente, pode ser uma questão mais de escolha operacional e da realidade projetual do arquiteto. No caso do estudante, estarão sendo pautados na relação de ensino-aprendizagem, com

maior assertividade, os conceitos e a teoria que fundamenta a opção por determinada estratégia projetual e quais os *inputs* que se adequam à concretização de suas idéias.

Ao se considerar as projeções - planta, corte, vista, perspectiva e axonometria - não só como representações do objeto, mas sim como premissas projetuais para desenvolver uma determinada linguagem arquitetônica, se estabelece uma relação entre a opção inicial bidimensional ou tridimensional do computador como premissa de um procedimento projetual. No entanto esta relação não é sempre transparente ao projetista.

Nos programas de CAD, fica clara a relação entre o bidimensional como partes do sistema de projeção - planta - corte - fachada- e o tridimensional formado por partes que articulam pontos, linhas e plano, ou o tridimensional formado a partir de um modelo que pode sofrer transformações. No entanto mesmo nos modeladores 3D, é comum iniciar o processo por um polígono bidimensional e depois extrudar, ou editar os vértices para modelar uma superfície orgânica.

A manipulação que a opção tridimensional dos programas oferece conduz à infinidade de alternativas de visualização e de transformação do objeto.

Outra diferença já salientada quanto aos programas de CAD genéricos e os específicos para arquitetura, é que enquanto no primeiro caso o projetista gera o modelo introduzindo a informação numa descrição geométrica de volume tridimensional no espaço, no segundo caso, o modelo no computador não é composto de retas, círculos e superfícies, e sim, numa etapa chamada de automação, definindo componentes específicos. O modelo é composto de elementos construtivos como parede, telhados, vigas, pilares, portas etc., ou seja, as especificações dos elementos de arquitetura já estão codificadas no *software* como elementos físico-construtivos do projeto.

Se na prática profissional do arquiteto está mais ou menos delineado que a utilização de um programa mais específico adequa-se melhor à etapa de desenvolvimento do projeto, posterior à concepção inicial do partido, não acontece o mesmo no ensino.

Tem-se observado que muitas vezes no ensino, enfatiza-se a idéia de usar aplicativos específicos para arquitetura, como sendo mais adequados pela familiaridade terminológica que estes apresentam, sem avaliar a assertividade construtiva implícita nestes programas.

Esta relação com a realidade física, construída no processo inicial de definição do projeto, pode bloquear a abstração necessária para a definição do projeto passo a passo, com aproximações sucessivas e interativas ao objeto que está sendo materializado.

As incursões no mundo real são importantes, se tratadas a partir do conceito de “modelo analógico”, o qual pode ser imaginado como a ‘própria coisa’, como um ‘reflexo realista’. “E assim substituir em nossa imaginação ao objeto que representam.” (Corona Martinez, 1990: 14)

Corona Martinez salienta este processo em relação ao objeto arquitetônico e sua representação:

“A representação do objeto de arquitetura dá conta das propriedades do objeto imaginado enquanto tal: suas formas, dimensões e materiais. [...] Este modo de representar, no qual, as qualidades geométricas e as referências a materiais tem prioridade domina todas as etapas do representar (*diseñar*), embora seja necessária somente para a comunicação com os construtores, [...]. O arquiteto tende a trabalhar [...] como um artista, concentrado sobre seus modelos “analógicos”. A finalidade do edifício aparece (ao arquiteto) como parte de um sistema de relações externas ao objeto, mesmo que necessite delas para realizar “sua” obra” (Corona Martinez, 1990: 10)

Outro aspecto a destacar se refere a algumas diferenças entre programas gráficos, ao tratar da interface do *software* com o usuário e que pode refletir na forma como se interage com o objeto.

3.2.7 O projetista no projeto digital

O projetista, como o centralizador no método tradicional de projetar, também assim permanece no método digital de projetar. Este processo entre projetista e 'programa' transforma cada ação projetual em um 'aprender fazendo'. Donald Schon, na formulação do conceito de “reflexão-na-ação”, formula a interação entre projetista e projeto através de um meio visual, para incrementar a ação projetual: a representação. (Schon, 2000: 45)

Ao processo cognitivo, proposto por Schon, deve ser acrescentada a representação em um meio digital, onde regras precisas são estabelecidas pelo software; nesse meio, procedimentos são instaurados durante o projeto que conduzem o projetista a tomar decisões dentro de um grau de incerteza, regrado pelo alto grau de subordinação do software.

As fases cíclicas e interativas entre projetista e projeto no modo tradicional, que compreendem a representação, a geração formal e a avaliação constante em atendimento a um contexto e a um programa arquitetônico, adquirem peculiaridades específicas de interação no meio digital. O maior ou menor grau de interação entre o projetista, programa de arquitetura, a representação digital e o objeto arquitetônico está intimamente vinculado à natureza de input do projetista e ao output do software; relaciona-se com a geração da forma de modo explícito, com figuras e formas, ou de modo implícitos, através de processos computacionais ou dispositivos.

O conceito de Schon, baseado na interação e reflexão com o projetista, tem profundas implicações para a mídia do projeto digital, pois implica no “controle do processo digital”, devido à importância do design da interface do usuário e ao alto conhecimento de projeto informatizado que é exigido dos projetistas. (Oxman, 2006: 242) Assim, o projetista ao dar forma à arquitetura, interage, com as operações projetuais e as operações computacionais, em um processo cognitivo, onde o software assume uma interlocução importante neste processo.

Na tese, o termo projetista se refere ao estudante de arquitetura e ao arquiteto. Devido à complexidade da tecnologia apropriada pela arquitetura na década de 1990, posterior aos primeiros Sistemas CAD, o estudante e o profissional arquiteto encontram-se em um processo de constante descoberta e aprendizado, que requer alto grau de habilidades e de teoria de projeto, para poder atuar com consciência crítica.

Geralmente as abordagens teóricas sobre os processos digitais na arquitetura, propõem taxonomias, de caráter temporal (histórico ou por grau de complexidade tecnológica); ou centradas no uso de software; ou de caráter cognitivo e pedagógico centradas no projetista.

Entre as alternativas de entrada ao projeto digital propõe-se para reflexão sobre 'programa' e projeto, duas possibilidades: a primeira abordagem dá-se pelo programa computacional, e converge na representação e simulação do modelo 3D como centralizador do projeto, em torno do qual interage projetista e programa de arquitetura na geração formal.

A segunda abordagem dá-se pelo projeto de arquitetura, cuja ação centraliza-se no projetista em torno do qual interagem o programa de arquitetura e a representação digital na geração formal.

Estas abordagens do fenômeno digital estabeleceram linhas diferenciadas no pensar e na metodologia do projeto, caracterizando vertentes do pensamento arquitetônico, com seguidores nos diversos cursos de arquitetura.

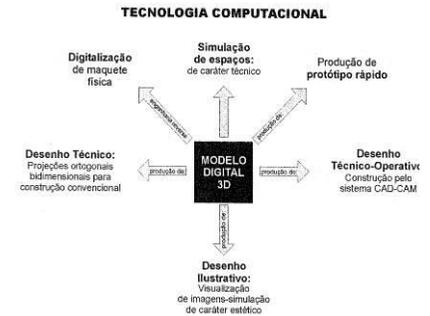
No entanto, esta separação aparentemente dicotômica entre projeto e programa computacional não deve ser vista como de partes excludentes, principalmente à medida que nos aproximamos da geração dos programas de modelagem complexa e dos algoritmos computacionais como possibilidades de geração formal; a habilidade no *software* passa a exigir do projetista um domínio teórico e conceitual do projeto cada vez maior.

Como base para a reflexão, sobre a natureza do projeto digital, no vínculo 'programa' e projeto, considera-se, as propostas teóricas de Wilson Flório e Rivka Oxman: o primeiro enfoca a tecnologia centrando no 'modelo digital'; e a segunda foca a tecnologia centralizada no 'projetista' e sua interação com o meio digital. Pode ser visto nos diagramas ao lado os dois enfoques, aquele que centraliza no software e o que centraliza no projetista. (imagem 3.2 – 9)

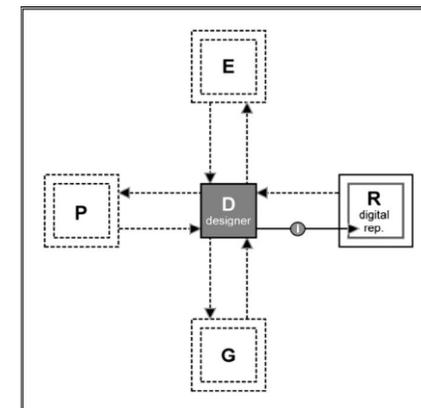
Flório ao destacar a importância do modelo digital como centralizador, aborda a tecnologia pelo lado da ferramenta: o processo 'maquínico' e incorpora a seu estudo a importância do conceito formulado pelo projetista que precede ou está subjacente ao processo de projeto. Considera que a maior contribuição dos softwares gráficos vetoriais advém da possibilidade de produzir novas formas em arquitetura, no entanto conclui que, "por mais tecnológico que seja o projeto, há sempre uma parcela de improvisação", referindo-se ao croqui: "como artefato artesanal, é, e sempre será, um meio de expressão do arquiteto, porém não será o único". (Flório, 2005: 387)

Considera que assim como na produção manual existe um conceito de arquitetura, com a tecnologia computacional este conceito persiste, e salienta a 'história' do processo como algo inerente ao arquiteto. Assim propõe uma "nova gestualidade" a partir de uma hibridação de recursos, manuais e digitais. Fazendo uma descrição das técnicas e funcionalidades das ferramentas de modelagem vetorial, aprofunda seu estudo sobre os softwares através da descrição dos processos de projeto de Peter Eisenman, Frank Gehry e Zaha Hadid (Flório, 2005:455)

Os dois autores se referem à tecnologia computacional como uma questão metodológica. Enquanto Flório demonstra o 'método projetual', a partir das diferenças entre o modo de produção manual e o modo de produção informatizado, focando nas diferenças entre a geometria euclidiana e a



3.2 – 9A – Diagrama entrada pela tecnologia digital – centralização o modelo digital



D= The designer
R =representation and formal content,
G= generation
E = evaluation
P = performance.

3.2 – B – Entrada pelo projeto – centralizado no projetista

geometria topológica; Oxman avança no sentido de que não é apenas um novo e (ou) outro método. E para demonstrar que o “projeto digital é uma forma única de metodologia de projeto”, define “um conjunto de categorias e conceitos de projeto que potencialmente seriam um "conteúdo teórico, exclusivo do projeto digital”.

Segundo a autora, o projeto digital tem passado por um período de rápida absorção, exploração prática, produção teórica e alguns graus de materialização, no entanto afirma que a "fundamentação teórica como uma forma (modo) de projetar ainda não foi formulada, e que a fundamentação conceitual ainda se concentra numa posição ideológica". (Oxman, 2006:238)

O quadro proposto por Rivka é apresentado sob a forma de um diagrama gráfico, onde são apresentadas na formulação do modelo teórico quatro categorias, e linhas conectoras (*links*) que estabelecem o grau de interação entre estas categorias com o projetista e as modificações que ocorrem quando se considera o projeto intermediado pela tecnologia digital.

Para delimitar os quatro componentes do modelo, a autora se baseia em quatro categorias que representam quatro classes de atividades no projeto tradicional; (R) *representation* (representação), (G) *generation* (geração), (E) *evaluation* (avaliação) e (P) *performance* (Performance ou requerimentos programáticos).

Representation, neste caso, é fortemente relacionado com o meio de representação. *Generation* inclui processos generativos e interação com o meio digital, considerados, fundamentalmente, diferentes da geração e interação com o modo livre de representação baseada em papel. *Evaluation* inclui avaliação analítica e de processo. *Performance* inclui processos de desempenho relacionados às questões programáticas e de contexto.

Quanto às propriedades, contrapõe questões *explícitas VS implícitas*. O modelo tradicional de processo de projeto era baseado mais em conhecimentos implícitos do que explícitos. O conhecimento durante a geração e a avaliação não era formalizado e muitas vezes esta carência de formalização era associada com intuição e criatividade.

No projeto digital, processos significativos freqüentemente caracterizados como ‘não explícitos’ no caso do projeto tradicional, devem agora ser considerado 'explícitos'.

No modelo proposto, o projetista integra as categorias: *performative* (P), *generation* (G), e *evaluative* (E), enquanto interage diretamente com a *Representation* (R). No caso E, P e G e seus links com os procedimentos formais ilustram a parte implícita do comportamento cognitivo do projetista.

A autora aplica o esquema básico, a todos os modelos de projeto digital, a fim de traçar sua evolução, incluindo suas propriedades, o nível de explicitação, os diferentes tipos de interatividade, o fluxo de informações, e o nível de sua integração.

Á partir deste quadro teórico propõe como paradigmas cinco modelos de projetos digitais: (1) *CAD models* (2) *Digital Formation models* – (3) *Generative models* – (4) *Performance Models* (5) *Integrated compound models*.

O "*CAD models*" corresponde a primeira tecnologia CAD e assinala o início do meio baseado em papel para o meio digital. Este modelo da CAD tradicional abrange o CAD descritivo e CAD predictivo de geração e avaliação. No CAD tradicional, a representação formal pela interação com 2D e 3D, abrange uma automação posterior dos desenhos do projeto e o modelo 3D visual; e foram caracterizados principalmente por descrever o objeto através do emprego de programas com modelos de várias geometrias e rendering.

Atualmente, devido às técnicas digitais de prototipagem rápida (CAD/CAM) existem novas relações entre o modelo físico e o modelo digital. Um modelo físico pode ser gerado a partir de um modelo digital e vice-versa, apoiado por varias técnicas de processamento de materiais, incluindo diversos métodos para reverter a direção tradicional de informação: de um modelo de dados para o modelo físico. Objetos físicos podem agora ser capturados digitalmente, transferidos para modelos digitais e vice-versa. A função descritiva do CAD tradicional tem evoluído em direção á integração continua do virtual e do material.

Os Modelos 'predictivos', em oposição aos modelos 'descritivos', além de desenhar, modelar e renderizar os objetos, incluem a automação de integrar análise e síntese, desenvolvida através de operações de processos analíticos em modelos geométricos. Estes tipos de 'processos de avaliação analítica', são geralmente associados com estimativa de custos, comportamento estrutural e conforto ambiental. A construção complexa de estrutura de dados que suportam avançados processos de avaliação (desempenho), suportam também a colaboração entre diferentes projetistas. Com isso tem-se tornado explícitos em vez de implícitos como no papel.

Qualquer modificação na representação digital pode ser reavaliada devido à estrutura de informação, de um banco de dados integrado e compartilhado. Esta interação é, em muitas vezes, tradicional com o projetista interagindo com uma forma de representação digital, em que a manipulação do CAD, e os procedimentos de transformação formal se dão manualmente.

Nos sistemas CAD o projetista interage com a estrutura de dados da representação como *input* de procedimentos que são avaliados visualmente e ou quantitativamente. Este processo cria um *looping* de interpretações através do projetista que gera modificações apropriadas no modelo de representação digital. Embora os módulos de representação e avaliação sejam baseados no CAD, “o modelo de pensamento projetual é essencialmente isomórfico com o projeto baseado em papel, no sentido que ocorre um fluxo de informações em um processo linear e sequencial”. (Oxman, 2008: 249).

O *Digital Formation Model* se refere a técnicas digitais avançadas que estão gerando novas bases para ‘pensar o projeto’, transformando o conceito de “*form*” no conceito de ‘*formation*’, pois não se representa como no sentido convencional, baseado em ‘papel’. A geração da forma baseia-se na interação com uma técnica diferente da lógica determinista explícita, como é na representação baseada no CAD.

“a emergência de um processo de projeto não determinista é uma característica adicional de processo emergente no pensamento do projeto digital. No ‘*formation model*’ a capacidade da técnica digital possui uma estruturação geométrica ou formal do projeto digital que provê o projetista com um “alto nível de controle e interação digital”. (Oxman, 2008: 250).

Nestes softwares, podem ser considerados, o *topological design* (projeto topológico), *associative design* (projeto associativo) e *dynamic design* (projeto dinâmico). A primeira está baseada na exploração da topologia e das geometrias não-euclidianas e na criação do projeto como meio de formalização (*formation*). Estaria compreendido dentro do processo de *form-making*.

A segunda está baseada no princípio do projeto paramétrico e componentes generativos.

A terceira está baseada na animação, *morphing* e outras técnicas de modelagem baseadas em intervalos de movimentos (*motion*) e tempo, que podem propagar sistemas de partículas em uma dinâmica contínua.

O 'projeto topológico' caracteriza-se por geometrias de formas complexas, vinculadas diretamente a programas de modelagem vetorial. Neste meio as coordenadas estáticas dos shapes e formas dos meios digitais convencionais são substituídas por construções computacionais dinâmicas incluindo superfícies topológicas e hiper-superfícies. Estão referidas nas operações de modelagem através das geometrias das superfícies NURBS, com técnicas que possibilitam a criação e alta manipulação interativa de shapes com geométricas complexas no projeto.

Oxman considera que o projeto topológico caracteriza o "primeiro estágio formal de um projeto que se referêcia na visão do mundo da filosofia que procura acomodar a nova complexidadedo não-linear, conexões em rede e se afasta, ou considera falidas, a lógica estática e determinista da tipologia e metodologias de projeto da geração precedente". (Oxman, 2008:251)

Os projetistas que trabalham para demonstrar esta abordagem são Van Berkel e Caroline Bos (1999), Greg Lynn (1999) Lénárd Oosterhuis (2002) (imagem 3.2 - 10).

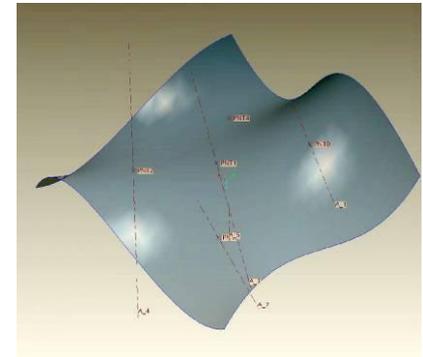
O *Associative design* (projeto associativo) está baseado em técnicas do projeto paramétrico que explora a geometria associativa.

Existe uma diferença filosófica entre geometria explicita e associativa, devido ao efeito topológico do ambiente digital permitindo a reconfiguração de parâmetros de uma estrutura geométrica. (Oxman, 2005: 252)

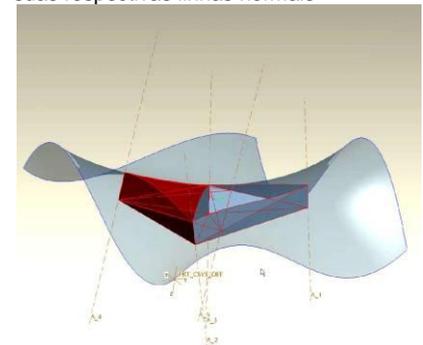
No projeto paramétrico relações entre objetos são descritas explicitamente, estabelecendo interdependência entre vários objetos. As variáveis, uma vez geradas, podem ser facilmente transformadas e manipuladas ativando estes atributos. Diferentes valores assinalados podem gerar múltiplas variáveis enquanto mantém as condições de relação topológica.

As técnicas formais onde ocorrem tecnologias de parametrização e associação proporcionam um ambiente de projeto digital no qual o projetista pode definir as propriedades genéricas de uma estrutura geométrica sem um quadro definido pelo usuário. No projeto paramétrico atual, técnicas geométricas complexas *non-standard* podem ser geradas e manipuladas.

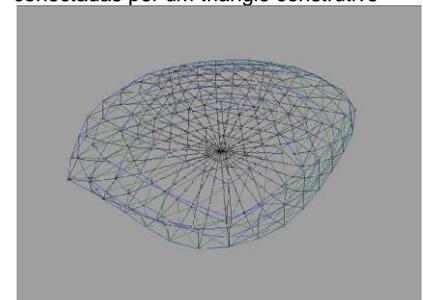
Entre os que produzem e trabalham com estes sistemas em nível corporativo e comerciais, estão Ghery Technologies baseado no software Catia e o Sistema Bentley.



3.2 – 10A – Web of North, Holanda de Lenard Oosterhuis (2002) – Processo de concepção: Superfície duplamente curvada com grid de 4 pontos mapeado e suas respectivas linhas normais



3.2 – 10B – Três placas dobradas conectadas por um triângulo construtivo



3.2 – 10C – Mapeamento do grid construtivo baseado em um icosaedro

O projetista neste tipo de sistema pode controlar seu nível de interação com o meio de representação, manipulando e refinando geometrias complexas enquanto trabalha em seu problema em áreas como, por exemplo, projetando a configuração formal da estrutura.

De acordo a Oxman, esta combinação de interatividade, transformabilidade e parametrização controla perturbações que geram variações estruturais de grande grau de precisão, no âmbito de processos de formalização do projeto.

“Os sistemas paramétricos estão se tornando uma ‘pedra angular’ (importante) no desempenho de ambientes digitais complexos. Novos papéis para o projetista estão emergindo explorando esta abordagem no projeto. O papel do projetista como usuário está ampliado para o projetista como “tool builder”. Um toolbuilder pode definir seus próprios componentes generativos e define seu comportamento transformacional”. (Oxman, 2005: 253)

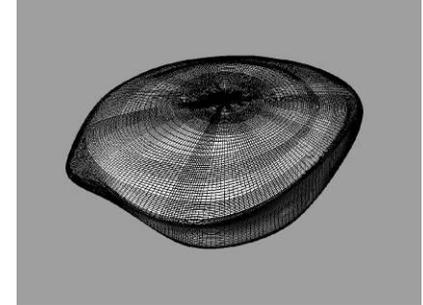
Os *Motion based formations models* (Modelos de geração da forma baseados no movimento) referem-se a abordagens de geração da forma, que operam sem empregar a priori categorias formais.

Aqui o conceito de ‘forma’, ‘formation’ se torna significativo. Estas tecnologias têm introduzido novos conceitos de espaço/forma dinâmicos, que estão produzindo novas espécies de interatividade, dinâmica e resultados projetuais. A geração topológica da forma e o uso de animação e técnicas de *morphing* têm feito emergir novas teorias de geração da forma.

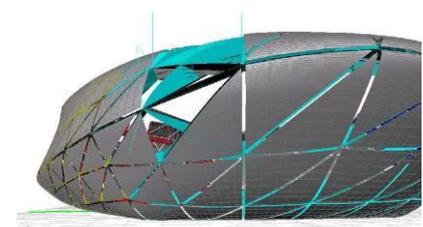
Técnicas de modelagem baseadas em movimento tais como *key-frame-animation*, *forward and inverse kinematic*, *dynamic force fields* and *particle emissions* tem, contribuído para um novo potencial de processos dinâmicos da forma. Modelos animados no projeto geram a articulação da forma pela introdução de técnicas de estados morfológicos evolucionários. O projetista não interage diretamente com o meio de representação na geração da forma.

Por exemplo, para Mark Goulthroe, do ateliê dECOI, a questão da representação é tomada de um ponto de liquefação. Goulthroe (1995), em seu projeto ETHER/I Project, um tributo para o coreógrafo William Forshyte tem experimentado com novas técnicas de produção para criação formal, tais como uma captura em vídeo da trajetora dos movimentos de um bailarino. (imagem 3.2 -11)

Outro exemplo é o DYNIFORM projetado por Bernard Franken. Este trabalho demonstrou como forças dinâmicas produzem o movimento e uma particular transformação da forma. Estes



3.2 – 10D – Superfície NURBS do projeto



3.2 – 10E – Modelo 3D dos painéis fotosensíveis com a estrutura aparente



3.2 – 10F – Obra finalizada, painéis fotossensíveis aplicados

programas têm a habilidade de simular, segundo leis da física, as mudanças na forma (shape) de um objeto quando sujeito a um campo de forças.

No *Generative Design Model* (Projeto Generativo) os modelos generativos do Projeto digital são caracterizados por disporem de mecanismos computacionais para os processos de geração da forma, assim como no *formation models* o projetista também interage com mecanismos geradores. A diferença é que neste caso o modelo é gerado a partir da interação com complexos mecanismos que lidam com a emergência de formas, e derivam de regras generativas, relações e princípios. Shapes e formas são consideradas como resultado de processos de geração pré-formulados.

A interação tem a maior prioridade neste modelo, existe a necessidade de um módulo interativo que forneça o controle e as escolhas para o projetista, para auxiliar na seleção de soluções desejadas. Atualmente existe um corpo teórico de investigações relacionadas a modelos generativos. Duas principais e distintas correntes são a Gramática da Forma (*Shape Grammars*) e os Modelos Evolutivos (*Evolutionary Models*).

A Gramática da Forma se baseia em algoritmos computacionais que ocasionam o processo de geração da forma (shape) através de regras de transformação. As técnicas de geração evolutiva da forma (*evolutionary form generation*) são baseadas em modelos de geração de evolução natural, que podem ser aplicadas para processos generativos no projeto.

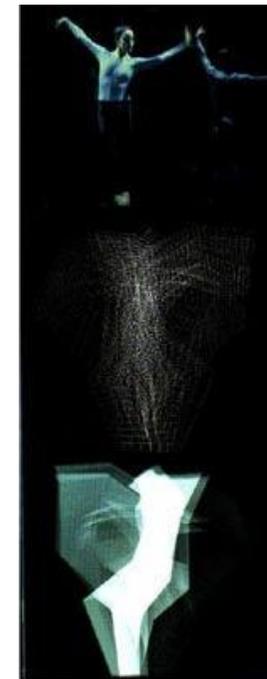
Para Oxman, a Gramática da Forma como um mecanismo generativo com base em regras de composição formal é talvez o caso mais interessante para examinar o problema do conteúdo formal á priori no Projeto Digital.

Atualmente com a mudança do foco do projeto da composição espacial para a qualidade tectônica e de material, emergem conteúdos projetuais com propriedades tectônicas e morfológicas que se incorporam através dos algoritmos gerados para gerar a gramática. Como tal, a gramática da forma é, no presente, considerada um dos modelos generativos mais potentes para projeto digital. (Oxman, 2005: 255)

No Projeto evolutivo, também conhecido como arquitetura genética, a forma emergente na construção do modelo evolutivo de projeto, é considerada como sendo resultado de um processo evolutivo, baseado em algoritmos genéticos. A geração da forma é derivada de um código genético interno que substitui a interação tradicional com a própria forma.



3.2 – 11A – Projeto ETHER/I, ateliê d'ECO!, 1995 - Projeto baseado no traço de uma dança



3.2 – 11B – O Processo

Nos algoritmos genéticos a população de soluções alternativas em processos generativos é vista como componentes-chave dos sistemas evolutivos. Nesta aproximação, a evolução de formas genéticas está baseada em regras que definem o código genético para uma grande família de objetos semelhantes.

Variações são obtidas através de processos de reprodução, cruzamentos e de mutações. O cambio interativo de informações controla os processos de morfogenesis.

A principal questão no uso de algoritmos genéticos no projeto está em definir sua evolução e desenvolvimento de modo que possam ser mapeados para um contexto específico de projeto e que possam ser avaliadas em base a sua *performance* em um ambiente de simulação.

O *Performance Models* (Projeto baseado em Performance) pode ser considerado com um processo de geração da forma orientado a uma 'performance desejada', ou seja um processo generativo com variáveis que são definidas parametricamente por condicionantes programáticas, como sítio, tecnológicos, ambientais etc. Neste tipo de projeto digital o objeto é gerado pela simulação de sua performance. A forma é gerada de acordo à *performance* desejada, ou comportamento de um objeto projetado. Este é o único modelo composto de projeto, às vezes, confundido como um simples modelo de avaliação de desempenho.

Oxman, faz a distinção entre *Performance-based formation models* e *Performance-based generation models* de projeto. No primeiro as simulações digitais de forças externas são aplicadas em direção a um modelo que vai sendo transformado sob determinadas forças externas, incluídas em parâmetros, por exemplo, de desempenho ambiental, custo financeiro, espacial, social, cultural, etc. (Oxman, 2005: 257)

Emprega técnicas de simulação analítica que produzem expressões paramétricas detalhadas de *performance*. Estas por sua vez podem produzir respostas formais para classes complexas de requerimentos de desempenho.

O projeto de "Greater London authority headquarters building (2002) de Foster & partners demonstra esta abordagem. Técnicas baseadas em programas de simulação analítica para a otimização de energia e o desempenho acústico, foram sendo obtidas enquanto era minimizada a superfície curvilínea da fachada.

Outro exemplo é o Swiss re building (2004) também projetado por Foster, onde técnicas de desempenho ambiental eram empregadas para maximizar a quantidade de luz natural e ventilação a fim de reduzir o consumo de energia do edifício. A geometria aerodinâmica do modelo formal era transformada para responder a critérios específicos de simulação do desempenho.

No projeto, a influência externa das forças pode também ser aplicada para informar comportamento complexo de um modelo que pode ser deformado e transformado.

O *Performance-based Generation Models* está baseado em processos generativos onde o inputs de informações programáticas intervem diretamente durante o processo de geração da forma arquitetônica. Isto é, a forma vai sendo gerada conjuntamente á ação das forças externas, como forças do ambiente incluindo cargas estruturais, acústica, transporte, sitio e programa arquitetônico.

Neste projeto digital a informação do próprio processo pode ser considerada como força externa, podendo ser manipulada durante a geração da forma, e é transparente ao projetista.

Na análise dos modelos de projeto digital, apresentados por Oxman, observa-se, que nas estratégias (2), (3) e (4) respectivamente, *Digital Formation models*, *Generative models* e *Performance Models*, é onde se percebe o maior controle do 'processo maquínico', entre as questões programáticas (performance), a representação e a geração formal da arquitetura. Uma relação mais intrínseca entre o software e a formalização da arquitetura, alimentada pelo fluxo de informações ditadas pelo programa de arquitetura.

O *Digital Formation Models* se refere às técnicas introduzidas nos programas gráficos vetoriais para gerar formas complexas utilizando geometria topológica. No *Generative models* as formas são definidas por algoritmos generativos e, no *Performance Models*, à partir de variáveis externas.

Neste último a própria informação é considerada como força externa que pode acionar simulações para a geração da forma, manipulando e acessando respostas durante o processo, que se tornam transparentes para o projetista. Neste modelo a interação entre o software e o programa de arquitetura tem um alto grau de interdependência.

O diálogo da tecnologia digital com a geração da forma arquitetônica é o que precisa ser explicitado. O branqueamento da 'caixa preta' de Flusser está acontecendo no projeto digital onde todos os passos do processo ficam registrados e explícitos. Como poderá ser visto adiante, variáveis

programáticas podem ser manipuladas pelo projetista interferindo automaticamente na configuração formal da arquitetura.

Os softwares utilizados na geração formal se tornaram potencialmente mais ativos, não apenas como modo de representar a idéia do projetista, mas de propor novas formas (shapes) a partir de *inputs* de outras naturezas. Estes inputs alimentados pelos requerimentos programáticos são condicionantes que incidem nas variações formais que vão ocorrendo durante o processo. Neste caso, a interação do projetista com o modelo 3D, acontece após o modelo ser gerado diretamente pelo *output* do *software*.

Esta interação sem interferência inicial do projetista é uma das características de um tipo de 'projeto digital', onde o software ao assumir a formalização do projeto, exige um controle muito mais preciso do projetista sobre resultados formais que não foram preconcebidos como imagens mentais pelo projetista. (Oxman, 2006: 258)

A busca pela forma reflete o conceito, a teoria, a idéia do arquiteto; a habilidade e o controle do projetista, durante a ação projetual, se deslocam no sentido de entender a autonomia que os dispositivos e programas adquiriram. Esse entendimento passa pelo conhecimento que a 'matéria prima' manipulada e transformada pelas ferramentas passou a ser a 'informação'. Informação esta, cunhada pelo programa de arquitetura.

Nesta interação programa de arquitetura e programa computacional existe uma interferência forte do segundo sobre o primeiro e na geração da forma. Este jogo de estratégias constantes exige amplo conhecimento projetual e teórico do projetista, pois o controle formal como *input* do meio digital, reserva ao projetista a decisão de alimentar o *software* com novas possibilidades programáticas, e o ato de aceitar ou não os *outputs* da 'caixa preta'.

As duas visões sobre a abordagem do fenômeno digital na arquitetura caracterizam duas linhas de pensamento que se desenvolveram desde o início da informática aplicada à arquitetura, na década de 1980, com repercussões no ensino de projeto. Um enfoque centrado na ferramenta priorizava a habilidade em representar o projeto digitalmente, valorizando o potencial de transformação, visualização e apresentação do ponto de vista objetual. E outro centrado no meio digital como interveniente no processo de projeto, priorizava o aspecto cognitivo e transformador da tecnologia, focando a ação do projetista.

Atualmente, a convergência dessas linhas pode ser evidenciada pelas características que o projeto digital começa a assumir com a introdução de novas ferramentas e mecanismos de geração e construção da forma arquitetônica.

Em suas conclusões, Oxman, reflete que assim como os métodos, ferramentas e técnicas digitais tem-se tornado centrais no próprio processo de projeto, está-se testemunhando a emergência de um novo processo de mediação cujos desafios implicam em um cuidado maior do que ocorria no projeto tradicional.

"O conceito de representação tão central para a teoria do projeto está sendo transcendido, e o conceito de projeto como a proposta e a manipulação a partir de representações simbólicas tem sido virtualmente abandonado

Novas orientações para explicação dos aspectos procedimentais e de juízo do projeto, como a questão programática na *morfogenesis* tem introduzido uma situação na qual o novo projetista se torna um 'malabarista' nas múltiplas maneiras que dados e imagens, que eram representados convencionalmente, se apresentam hoje no ambiente do projeto digital.

Distante da caracterização de Schon sobre o raciocínio visual como o diálogo durante o projeto e a interação com as imagens visuais; o inteligente e composto processo do projeto em mídia digital integrado criou um modo completamente novo de pensar o projeto que justifica o termo "pensamento do projeto digital" (*digital design thinking*)

Mais do que simplesmente um conjunto de preferências formais, ou o abandono de abordagens tradicionais formais e tipológicas o projeto digital explora novas formas de relações entre o projetista, a imagem e a informação.

Neste caso, o "choque do novo" ("shock of the new") não é simplesmente em descobrir um novo vocabulário formal, mas no estabelecimento de novas abordagens no projeto". (Oxman, 2005: 262)

Este olhar de Oxman, de dentro do projeto digital, é um olhar para dentro da caixa-preta de Flusser. Centrada no projetista, apresenta um panorama das ferramentas e processos disponibilizados pela tecnologia para serem utilizados na geração e produção do projeto, e denota uma série de habilidades e conhecimentos que ele deverá anteceder para poder movimentar-se no ambiente de manipulação de informações e imagens colocadas à sua disposição.

Um olhar de dentro da caixa-preta para o mundo da cultura, inevitavelmente fará com que a abordagem inclua o indivíduo, o sujeito para o qual o projeto está sendo instaurado. O programa de arquitetura deve privilegiar este olhar.

A realidade está demonstrando que, por enquanto, talvez, uma elite tenha acesso à possibilidade de desenvolver projetos com estas tecnologias. No entanto em algumas escolas no Brasil e América Latina, estão começando a ser introduzidos softwares para Projeto paramétrico, BIM e ferramentas de prototipagem rápida.

A questão essencial é que os softwares nem sempre são introduzidos em conjunto a uma reflexão teórica e projetual. Acabam sendo pensados como ferramenta e não como meio.

O meio pressupõe abertura para a experimentação. Uma experimentação que não esteja isolada da prática projetual e das necessidades de um programa de arquitetura, que possibilite ao projetista gerar formas para o indivíduo e seu contexto. A vivência e experimentação espacial nem sempre é previsível.

Vive-se um momento de transição onde o ocorrido com os sistemas CAD, considerados como mera ferramenta começa a ser recorrente. Embora o CAD tradicional devido a sua base na geometria euclidiana seja considerado semelhante ao processo manual de representação do projeto, no caso do ensino de projeto ficou evidenciado que o problema da interface gráfica podia influenciar o modo como se utilizava as primitivas e os 'comandos'. O modo que se introduziam os dados no CAD podia gerar distorções ou induzir soluções projetuais, sem uma consciência crítica do projetista.

Atualmente, com a geometria topológica, o poder dos softwares e dispositivos, ao possibilitar a geração de modelos de difícil representação manual, e ainda 'informar' estes modelos, ou para transformá-los ou para que concentrem cada vez mais dados sobre o projeto, abre-se um repertório formal inesgotável. A formalização do mundo sempre fez parte da cultura humana. A responsabilidade do projetista se torna maior, na tomada de decisões e na estratégia adotada durante o projeto.

Flusser, em "O Mundo Codificado", diz que

"o design como todas as expressões culturais, mostra que a matéria não aparece (é inaparente), a não ser que seja informada, e assim, uma vez informada, começa a se manifestar (a tornar-se fenômeno). A matéria no design como qualquer outro aspecto cultural, é o modo como as formas aparecem. [...] o que se debate aqui é o conceito de informar, que significa impor formas à matéria".

O critério para a crítica da informação hoje está mais para a seguinte pergunta: até que ponto as formas aqui impostas podem ser preenchidas com matéria? Em que medidas podem ser realizadas? Até que ponto as informações são operacionais ou produtivas". (Flusser,2007:28-32)

E ao se referir ao designer (projetista):

"Deve-se, no entanto, refletir sobre o fato de que, no processo de criação de objetos, faz-se presente a questão da responsabilidade, e exatamente por isso é que se torna possível falar da liberdade no âmbito da cultura. A responsabilidade é a decisão de responder por outros homens. [...] Quando decido responder pelo projeto que crio, enfatizo o aspecto inter-subjetivo, e não o objetivo, no utilitário que desenho. E se dedicar mais atenção ao objeto em si, ao configurá-lo em meu design (ou seja, quanto mais irresponsavelmente o crio), mais ele estorvará meus sucessores e, conseqüentemente, encolherá o espaço da liberdade da cultura. Um simples olhar na situação atual da cultura revela o seguinte: ela está caracterizada por objetos de uso cujos designs foram criados irresponsavelmente, com a atenção voltada para o objeto. E isso é praticamente inevitável na situação atual". (Flusser, 2007:196)

3.2.8 O dialogo da interface: Interação projetista / representação digital

A interação, entre o projetista e a representação, assume uma posição importante durante o processo de projeto no meio digital. O grau maior ou menor, desta interação está intimamente vinculado à natureza de *input* do projetista e ao *output* do programa, interferindo de modo explícito ou implícito na geração da arquitetura.

A abordagem prévia da relação existente entre a representação e a arquitetura permite clarear os termos em que são efetuadas as relações entre o projeto e a mídia digital (*softwares* e dispositivos). A tecnologia computacional, vista através dos programas gráficos como um conjunto de procedimentos e de operações, contém sistemas de representação cuja manipulação pelo operador transforma o instrumento em auxiliar na representação e produção do objeto, possibilitando a aproximação a diferentes estratégias projetuais.

Na atualidade, na relação existente entre o projeto e sua representação, deve ser considerado o papel que assume o conceito de modelo digital. Ao incorporar as representações bidimensionais, o modelo digital, protagoniza o processo projetual, gerando novas possibilidades à interação do projetista com o objeto arquitetônico. Nestas possibilidades, os limites da arquitetura e as limitações dos

programas equacionam uma problemática que se reflete no sentido da arquitetura no espaço digital. As questões que se colocam ao projetista são: como usar os programas explorando o potencial criativo e superar suas limitações? Como incorporar os aspectos simbólicos e fenomenológicos, explorando o aspecto subjetivo no uso das ferramentas digitais, para não perder esses valores?

Ao relacionar o desenho com o processo projetual, Chris Queck declara que “o modo como desenhamos afeta como nós pensamos. Desenhamos para expressar ao outro, e a nós mesmos, o que imaginamos, e diferentes técnicas impactam o modo como projetamos”. (Queck, 1996)

O desenho de representação da arquitetura é um componente importante no processo de projeto. Está inerente, está contido no processo projetual. Assim como o desenho não é um elemento completamente neutro e, a forma como se desenha na etapa da concepção pode ser um indicador do tipo de projeto que se deseja, o programa computacional também não é uma ferramenta neutra. O seu poder de modificar, operar e (ou) gerar *shapes* durante a concepção do projeto, passa a ter implicações diretas no resultado formal da arquitetura.

As regras explícitas (geometrias) ou implícitas (algoritmos) no *software*, aliadas às regras explícitas (sítio, usos, contexto, conforto, tecnológicos) e implícitas (formulações teóricas, fruição espacial, espaço existencial) nos ‘programas de arquitetura,’ interferem nos aspectos visuais da arquitetura. Estas relações de maior ou menor ingerência do meio digital podem ser diretas pela interface do software, ou indiretas pela ação de um ambiente digital.

No modelo teórico proposto por Oxman, a autora analisa os links de informação e interação nos diferentes processos de ‘projetos digitais’ identificando duas espécies de inter-relações: *links* de interação com a própria representação e *links* que resultam da interação com o fluxo de informações.

Várias espécies de interações com o meio digital são identificadas e classificadas de acordo com o tipo de interação entre o projetista e o meio de representação. Oxman faz distinção entre, o que ela denomina de “interação externa e interação interna“. As interações ‘externas’ são os tipos tradicionais de interações diretas com figuras (*shapes*) e formas; Por outro lado interações ‘internas’ são relacionadas à interação com a forma digital através do meio de certos ambientes digitais, processos computacionais ou mecanismos (dispositivos).

Dessa forma, A autora propõe quatro tipos de interação: (1) Interação com a representação livre baseada em papel; neste caso o projetista interage diretamente com a representação do objeto

através do croqui, desenhando ou com o modelo físico para criar seu projeto. (2) interação com a construção digital, este tipo de interação é típica do projeto baseado em CAD; neste caso o projetista interage com o *sketch* digital, com o desenho digital ou com o modelo digital. (3) Interação com a representação digital gerada por um mecanismo (por exemplo, algoritmo); neste caso o projetista interage com uma estrutura digital que foi gerada por um mecanismo de acordo a um conjunto de regras ou de relações pré-definidas. (4) Interação com o ambiente digital que gera uma representação digital: este tipo de interação é típica da interação, com a parte operacional de um mecanismo de projeto generativo; neste caso o projetista pode interagir com um mecanismo digital que gera representações digitais.

Considerando a terminologia de *interface* para usuário, alguns programas de CAD e modeladores são orientados por menu de ‘verbo’ para ‘substantivo’, isto é, o usuário escolhe uma ‘ação’ e o programa pergunta qual alternativa selecionar, por exemplo, se uma linha, uma primitiva sólida, um bloco, um polígono; ou uma ação para uma operação de extrude, intersect, morphing, entre outras. Este caso, representa ‘ação’ orientada e não ‘imagem’ orientada. O AutoCAD teve essa interface até a V.13. (Queck, 1996).

Outros programas utilizam uma interface diferente de orientação do objeto: que é de metáfora ‘substantiva’ para ‘verbo’, ou seja, apresenta entidades ou formas, escolhe e depois desenha. (Vector Works) Para Chris Queck, “esse tipo de orientação é mais adequada, mas, de qualquer maneira, assume premissas de como pensamos e projetamos. É necessário reconhecer as suas limitações”.

Os aplicativos específicos para arquitetura geralmente são orientados em sua interface por menu de ‘substantivo’ para ‘verbo’. (DataCAD, ArchiCad, Arqui3D entre outros.)

A maioria dessas aplicações customizadas é orientada realisticamente em vez de abstratamente. No lugar de linhas e geometrias primárias, trabalham com paredes, tetos etc. automaticamente no ambiente 3D. Até a inclusão dos recursos da geometria topológica, somente criavam e editavam no plano. No entanto as aplicações atuais, embora tenham incorporado a possibilidade de editar em 3D, ainda tem o modulo projetivo orientado para a representação bidimensional de plantas, cortes e vistas.

Outra questão levantada sobre as *interfaces* se refere às seqüências de passos a serem seguidos - comandos - para atingir um determinado objetivo. O número de comandos para um mesmo objetivo variam de programa para programa.

O 'computador dialoga' com o projetista questionando qual o próximo passo a ser seguido. Ele espera ordens lógicas para continuar a operar e pode mostrar alternativas formais durante as opções de visualização que abram caminhos não pensados durante o processo. Embora o computador dependa da ação do projetista (operador) ele (o programa) participa no processo de interação, com elementos novos que possivelmente não estariam no processo tradicional.

Estudos na área de educação e informática, referentes à interação homem-máquina, demonstram que o computador participa como 'componente ativo' na interação sujeito-objeto do conhecimento, intermediando esta relação. Na geração da forma arquitetônica o meio digital participa com maior ou menor ingerência durante a ação projetual dependendo das potencialidades e funcionalidades dos softwares e dispositivos.

As decisões, que estabelecem os passos a serem seguidos durante o processo projetual, são alimentadas por conteúdos que podem ser objetivos e subjetivos. Nesta escolha, a participação do programa arquitetônico pode ser decisória na adoção do próximo passo a ser seguido na manipulação do software. Determina a ação de compor, decompor e recompor os elementos do projeto-objeto nos diferentes programas computacionais, assim como, o tratamento dado aos aspectos bidimensionais ou tridimensionais do projeto. Embora os princípios geométricos instalados nos diferentes programas possam ser os mesmos, os scripts gerados para acionar as interfaces para um mesmo objetivo operacional, podem ser diferentes. Este aspecto está exemplificado no item o "Programa como conceito do programador".

No computador as opções gráficas estão visíveis e facilmente manipuláveis, alguns programas específicos preestabelecem seqüências e procedimentos de desenho. O componente tridimensional está inerente na concepção de alguns programas gráficos computacionais. Dentro desta linha de raciocínio, é possível que o pouco aporte conceitual do projetista possa, em determinados momentos, ser substituído pelo amplo espectro de variáveis gráficas oferecidas pelo computador. O importante é reconhecer os princípios e conceitos de determinado *software*. Os procedimentos e comandos podem mudar, e os projetistas devem conhecê-los também à luz da teoria

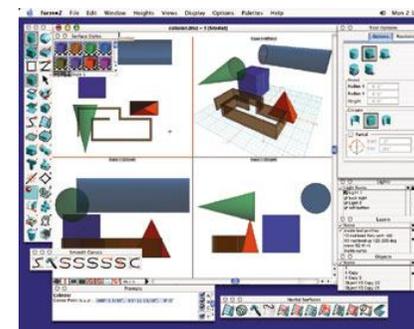
projetual. São inequívocas as possibilidades de maior plasticidade e liberdade geométrica oferecida pelas técnicas incorporadas aos softwares de modelagem. Novas arquiteturas estão sendo viabilizadas pelos avanços tecnológicos, principalmente na fabricação de materiais e na incorporação de mecanismos e dispositivos. Estas arquiteturas, permitidas pelos comandos e scripts dos *softwares* de modelagem, tem caracterizado uma vanguarda no início do século XXI. No entanto, elas são caracterizadas pelas suas particularidades e excepcionalidades, e não, pela sua produção em massa. O que fica evidente é a força da imagem destas arquiteturas e a ampla divulgação da mídia.

3.2.9 O Programa como conceito do programador

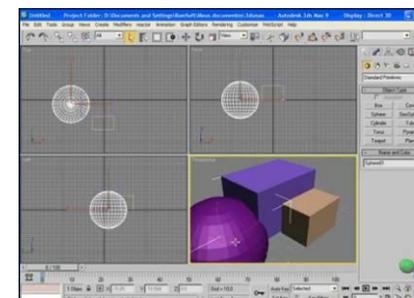
Pierluigi Serriano, da Universidade da Califórnia, Berkeley – em 2003, desenvolveu uma pesquisa em torno dos programas de modelagem 3D: Form Z, 3D Studio e Maya e publicou os resultados com o título *Form Follows Software* (A forma segue o software). Considerou como pressupostos e hipóteses de seu trabalho, que: (imagem 3.2 - 12)

“[...] a escolha do software altera o resultado do projeto. As aplicações computacionais externalizam em sua interface gráfica e em sua lógica interna, o conjunto de hipóteses em torno do qual os objetos são construídos e os espaços são representados. A acessibilidade às ferramentas está diretamente correlacionada com a sua forma de uso. Dependendo de quanto as funções são amigáveis ao usuário, seu uso aparecerá com frequência maior do que aquelas mais estranhas ao quadro tecnológico do grupo de usuários para os quais o software foi projetado. Cada software é gerado, direcionado para necessidades de uma comunidade específica, e corresponde ao “digital fashion” cujas praticas disciplinares já estão presentes no mundo analógico. Entretanto os resultados da modelagem estão incluídos desde o início do projeto, no momento em que o software 3D é escolhido, a partir do conjunto de ofertas digitais. Se a aplicação adotada, atende ao apelo da indústria da animação computadorizada, por exemplo, o modelo resultante já trás em sua aparência as qualidades orgânicas inscritas no software. (Serriano, 2003:185)

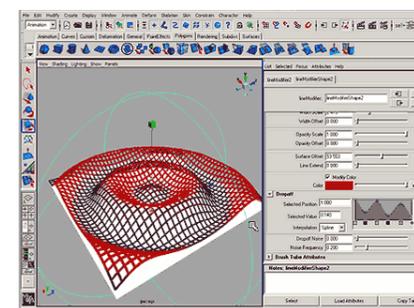
Aplicou seu estudo em escritórios de arquitetura para identificar o modo como são utilizadas as aplicações computacionais na prática de projetistas que tivessem incorporado em sua rotina projetual algum dos três softwares. A partir de entrevistas e a observação direta nos locais de trabalho, definiu dois níveis de análise.



3.2 – 12A – Interface Form Z



3.2 – 12B – Interface 3D Studio Max



3.2 – 12C – Interface Maya

No primeiro, os três programas de modelagem fossem adotados por equipes de arquitetos cujas práticas projetuais tivessem uma identidade arquitetônica definida. Estudou, na literatura disponível sobre o software, aquelas que possuísem testes de usabilidade, que auxiliassem a verificação das propriedades organizacionais de cada interface gráfica. Procurou verificar quais arquiteturas eram geradas por cada software, para identificar em que contexto social e técnico estava estruturado o uso de cada um.

No segundo, selecionou seis estudos de caso, para obter uma visão, de dentro, na adoção de modeladores 3D, no processo de projeto. Entrevistas não-estruturadas foram conduzidas na aquisição de dados que pudessem avaliar o comportamento padrão na seqüência funcional dos programas (seqüência de uso dos operadores computacionais), para poder monitorar o grau de refinamento (processo) que incrementava as idéias do projeto. Embora o foco da análise fosse para estabelecer a correlação entre comandos e formas digitais, incluiu no texto o modo de interação das equipes, o perfil e o *background* profissional dos envolvidos. (Serriano, 2003:186)

Assume como hipótese, que os softwares de modelagem 3D, atuais, seguem a mesma lógica da sua contrapartida analógica. Que, as manipulações morfológicas e seus resultados formais dificilmente podem ser separados do software que os definiu. Na construção da interface gráfica, a disposição do modelo digital dos ícones de rendering e a inter-relação de menus, estruturam o ambiente de tarefas e o input de dados topológicos. As diferentes operações que cada um dos ambientes define como padrão resulta, no output dos modelos digitais, nos quais estão incluídos limites identificáveis de geometrias, que trazem fortemente marcados, em um padrão (patterned sets) de proposições arquitetônicas. Isto quer dizer, que a escolha do software é a primeira variável no projeto digital, em função de que arquitetura está sendo pensada.

A noção de forma se estende, segundo o autor, para incluir não somente *shapes*, contornos e configurações de qualquer objeto, mas a possibilidade do software de gerar formas, que possam resultar em espaços arquitetônicos. Isso acarreta um olhar além do foco do objeto, para poder observar, qual é o processo de concepção deste, que encontra a correlação digital em um programa de modelagem. E acrescenta, “se é, senso comum, o uso do computador na concepção e execução do projeto. Este ‘senso comum’ não é inocente”. (Serriano, 2003: 187)

O trabalho apresenta uma série de questões críticas que surgiram no decorrer da análise de três modeladores amplamente utilizados. – Form*Z, 3DS Max e Maya. As interfaces gráficas foram analisadas criteriosamente em suas interfaces gráficas e comparados com o modelo produzido.

A sua tese é de que existe uma “*FormZness*”, uma “*3DStunioness*” e um “*Mayaness*”; se for considerado, durante o processo modelagem, a facilidade ou a dificuldade na exploração de alternativas tridimensionais, que não estão prontamente disponíveis no *default* de cada software. A ferramenta é por ele definida, como uma combinação de procedimentos que garantissem a interatividade, ou então, como operações efetuadas através de entrada numérica.

A facilidade ou a dificuldade de uso de cada ferramenta está diretamente relacionada à frequência de uso desta ferramenta no decorrer do processo de modelagem.

Isso significa que, as operações que o projetista precisa fazer para formalizar seu projeto estão embutidas em procedimentos, que nem sempre estão de acordo com a lógica que o usuário utilizaria no desenvolvimento de seu projeto. Se estes procedimentos têm o seu *script* (conjunto de passos legível) no programa, podem ser de domínio de usuários não-*experts* e com isso o grupo destas formas se popularizariam no projeto.

O número de interações de um determinado procedimento produzirá uma marca volumétrica diferenciada que pertence a uma “família de formas identificáveis” (family of identifiable forms); quanto mais amigável a ferramenta de modelagem, mais alta será a ocorrência de formas pré-determinadas que existirá como resultado formal. Uma manifestação concreta e ubíqua desta lógica é a proliferação atual da arquitetura do *blob*. (Serriani, 2003: 187)

O autor se refere, também, às razões porque as ferramentas implicam em um alto grau de especialização em seu manejo. Ao estudar as implicações contidas na escolha do software, baseado na bibliografia especializada, verificou que:

“A escolha do software é um compromisso com uma visão do mundo. É uma prática na programação básica, quando a tarefa a ser feita é complexa, um pseudo código, é usado como uma linguagem intermediária para especificar uma seqüência de ações, para atingir um conjunto de metas quantificáveis. (Grillmeyer, in Serriani, 2003)”

Por exemplo, considerando o idioma Inglês, utilizado de uma maneira simples por um desenvolvedor de software, este define um plano, a partir da geração de linhas, como método de obter o

resultado pretendido. Esse pseudocódigo limita o domínio de ação, encapsulando o território dos usuários finais, sem que eles possam ter possibilidades, de decidir qual a melhor forma de implementar suas intenções de projeto.

“O programador projeta o idioma, que cria o mundo em que o usuário opera”. (Winograd e Flores, 1987). É sabido, que as empresas privadas desenvolvedoras de aplicativos de computador, estabelecem como alvo, comunidades de utilizadores potenciais, e lhes dão condições de incorporar os códigos-fonte, para transformá-los em compradores leais a seus produtos.

Exemplificando, a AutoDesk criou uma rede de desenvolvedores entre os usuários de universidades, a ADN (AutoDesk Developer Network-University), cujo contrato estabelece, entre outras coisas, a abertura dos códigos-fonte para um grupo restrito de programadores, desde que tudo que fosse desenvolvido, revertesse para a AutoDesk, e esta, em contrapartida, forneceria todos seus produtos, em versão Beta, antes que fossem para o mercado, além de um número de cópias gratuitas, a cada nova versão lançada, com grandes descontos para as versões adquiridas pela universidade.

O Núcleo de Computação Gráfica da Unisinos foi ADN durante 10 anos. A vantagem era poder programar os softwares de acordo as necessidades da equipe. Com o acesso aos códigos-fonte, foram geradas ferramentas utilizadas na graduação, de acordo com conceitos formulados pelos grupos de professores de cada área, como, por exemplo, o Sistema Integrador AutoInfo e o primeiro ambiente PAAVI de atelier de projeto.

A desvantagem foi a dificuldade em utilizar programas para disseminar outras culturas, uma vez que, as redes e as plataformas instaladas, em número de produtos Autodesk, era muito grande entre laboratórios, aulas e grupos de pesquisa. Embora tendo sido constatado a necessidade de introduzir softwares com outra forma de pensar o projeto, introduzir outra plataforma, teria alto custo de recursos humanos e materiais. Assim, outras plataformas de softwares, ficavam restritas à pesquisa, sem a contrapartida de uso, como a disseminação entre os estudantes.

O fato de se usar AutoCAD, 3DStudio e aplicações baseadas nesta plataforma tecnológica, direcionou conteúdos e formas de pensar no uso do computador no Curso de Arquitetura da UNISINOS.

Salienta Serriano em sua pesquisa, que “[...] as exigências do mercado são as forças primordiais para ditar a expansão das capacidades e as orientações futuras das empresas de softwares”.

Uma vez que, um programa de computador estabelece os procedimentos computacionais, os pressupostos de como o trabalho deve ser executado e como o processo pode ser realizado, conclui-se que o projetista formata (configura) o software, assim como o software nos formata (configura)

"It follows that we shape software just as software shapes us." (Serriano, 2003: 187)

O autor exemplifica que, poderíamos escrever um documento no Form* Z e desenhar um plano no Microsoft Word, mas, habitualmente, se opta por não fazê-lo, ou pelo menos, não se trata do primeiro uso que vem à mente.

"Form* Z é para modelagem, e se considera, que Microsoft Word é para escrita, operamos segundo um quadro tecnológico), ou seja segundo modelos mentais ou quadros de referências, de acordo com nossa compreensão do ambiente em torno de nós e com a tecnologia que apóia e estrutura este ambiente. E que, estes elementos cognitivos, são partilhados de forma semelhante, no plano educacional e profissional, bem como nas interações sociais: são os tecidos, que nos permitem fazer sentido do mundo". (Serriano, 2003: 187)

"As tecnologias são formas de criação de ordens no mundo". (Langdon, MacKenzie e Wacjman. 1995: 31). Para cada tecnologia, existe um plano consciente de estruturar as atividades humanas, estreitando a matriz efetiva do conjunto de ações disponíveis para o usuário.

"A tecnologia tem intenções, assim como o projeto tem. Hoje várias metáforas orientam o processo de interpretação do atual projeto digital, principalmente quando vem de encontro para o argumento, do que é conhecido como projeto de *blob*, (*blob design*) a sedução (*lure*) do informe. A argila tornou-se agora digital para esculpir espaços imaginários e mundos virtuais que podemos visualizar, mas ainda não podemos nos apropriar tectonicamente. A retórica dos *renderings* brilhantes, invariavelmente toca, como a visão de uma mancha de óleo na transparência da água, na realidade física da arquitetura. As aplicações computacionais são cúmplices parciais na invenção dessas fantasias com a nossa experiência no mundo real, nós sabemos que é praticamente impossível, ter uma superfície perfeitamente plana usando barro físico e igualmente inatingível desenhar formas orgânicas, usando eixos, retos, esquadros e prolongamentos (*protractors*). Cada instrumento incorpora um elenco de possíveis usos, não". todos eles". (Serriano, 2003: 188)

Serriano analisou com detalhes, os três programas, quanto ao meio social e profissional onde se inseriam, suas características de funcionalidade e como os arquitetos estudados operavam com os programas e o que pensavam sobre sua operacionalidade de acordo as necessidades de cada um.

Form Z* é um modelador concebido e projetado pelo arquiteto Chris Yessios e equipe. Apesar de o foco inicial ser de um software de modelagem para arquitetos, gradativamente foram incorporadas outras ferramentas para atender um uso transdisciplinar de necessidades de modelagem. Oficialmente lançado em 1991, este software teve seu incremento quando foi reconhecido e adotado por uma elite da arquitetura, entre eles projetistas do Morphosis e Coop Himmelblau. Yessius sustenta que a técnica geométrica da matemática subjacente ao programa é o *Void Modeling*, que oferece meios para lidar com o modelo no estágio inicial do projeto, quando as idéias, ainda num caráter desconhecido e exploratório, são provisórias na mente do projetista.

O desenho parte da noção que certas classes de objetos são *containers* de fluidos. O objeto digital no *Void modelation* é composto de um “contenedor” e partes contidas. A forma inicial é um ‘envolucro’ de largura zero, ao qual diferentes atributos podem ser designados e atribuídos. O princípio tridimensional do programa é extrudar formas bidimensionais.

De acordo com os estudos de caso introduzidos pelo autor, o Form * Z tende a ser uma excelente ferramenta para tomar a temperatura — por assim dizer — de um desenho em formação. Embora o render e a animação sejam possíveis, este não é o forte do programa. Segundo o mundo arquitetônico, Form*Z é intuitivo o suficiente para ser considerado pelos arquitetos como uma réplica digital do mundo real, no qual eles estão acostumados a trabalhar com modelos físicos.

É muito popular no mundo Anglo saxônio, com partes de usuários na Ásia e Europa. Desde a versão 4, foi introduzida uma nova estrutura modular para dar a opção ao usuário de selecionar as ferramentas de modelagem para ficarem disponíveis, no menu, de acordo ao seu processo de trabalho. Também foram adicionados *plug-ins* e a possibilidade de executar *scripts* ampliou a capacidade de modelagem do programa. A versão inicial do FORM* Z foi criada para Macintosh e o software já fazia o que o SketchUp e outros fazem agora.

3DS Max é um Modelador sólido com utilização extensiva em visualização de projeto, animação e renderização para filmes, televisão e desenvolvimentos de jogos. Seu êxito na comunidade digital está baseado em sua grande capacidade de produzir imagens quase fotográficas foto-realísticas,

e sua flexibilidade de gerar precisas animações. Este software baseia-se no polígono e oferece recursos extensos para alcançar o realismo sem precedentes por uma interface gráfica distinta. Para poder realizar estes resultados, uma íngreme curva de aprendizagem tem que ser enfrentada por seus usuários, devido ao layout dos menus e à lógica subjacente aos procedimentos de modelagem. A interface tem cinco áreas diferentes de construir a aplicação.

Embora a interface pareça rigidamente estruturada, o processo de “encontrar o caminho”, pode ser uma tarefa árdua. Os comandos estão em camadas, (*layers*) e é um contexto que requer extensa prática para tirar pleno partido dos recursos digitais da aplicação. Em torno aos limites do modo de exibição, uma série de menus dá acesso a dezenas de milhares de comandos (Metossian em Serriano 2001: 190).

A modelagem prevê a construção de objetos paramétricos, bem como não-paramétricos nos plano de terra (ground plane). Em geral, os contornos são gerados sobre plano de terra, em seguida, extrudados e modificados. Os objetos-base de geração geométrica das formas são: cone, cubo, cilindro e esfera. Esses conjuntos de geometria são o ponto de partida para gerar cenas mais complicadas.

Níveis adicionais de sofisticação no processo de modelagem estão disponíveis através da criação de *tab* com opções extras para incluir novas extensões das primitivas malhas, NURBS, *patches* e mais. No entanto, transformações de modelagem podem ter numerosos passos até atingir o resultado. Por exemplo, para uma operação booleana de subtração na composição do objeto, são necessários seis passos, enquanto no Form*Z, comparativamente com a mesma operação, requer apenas duas etapas.

Rendering e Animação são os dois principais pontos do software. Em oposição ao Form* Z, cujo foco principal é modelagem, 3ds MAX oferece uma matriz completa das possibilidades para criar cenas e adicionar “vida”. No decorrer dos estudos de caso propostos, Serriani, considera que 3DStudio Max, tornou-se um software “da moda”, entre os arquitetos

MAYA é um programa baseado em nós. Isso significa que os objetos são representados através de numerosos nós, que podem ser editados interativamente ou matematicamente. É um aplicativo com muitos recursos, que exigem uma quantidade considerável de memória RAM e de processador, além de um mouse de três botões. Alguns dos seus recursos são: ferramentas para modelagem poligonal, avançadas ferramentas de animação dinâmica (simulações de partículas para reproduzir forças que

seguem as leis da física), efeitos, interpolação de superfícies de *Matchmoving* e outras. (Riddel em Serriano 2003, 192).

Esses recursos digitais dotam os usuários com um grande controle sobre o comportamento e aparência da forma durante sua geração e sobre sua edição posterior. Semelhante ao 3DS MAX, as capturas de interface MAYA, tem um menu de forma bastante condensada onde se definem e se montam uma quantidade muito grande de comandos. Comandos e menus, tal como muito softwares, podem ser acessados de muitas maneiras diferentes.

Um recurso interno poderoso do MAYA é a história da construção. No detalhamento progressivo de um modelo, todos os passos de operação com os comandos, são memorizados digitalmente. (Esse foi um recurso importante, utilizado no ensino de projeto para analisar junto com o estudante seu processo de representação em confronto a suas idéias de projeto.) Desde o início até a troca de modelo, o software captura todas as transformações introduzidas. As principais primitivas do MAYA, são NURBS (NonUniform Rational Basis Spline), polígonos e interpolações.

A capacidade do software para criar superfícies suaves, é um dos recursos que motivam aqueles projetistas interessados em formas fluidas. Depois que os objetos são gerados, sofrem transformações “cirúrgicas” para atender a intenção do designer. Além disso, MAYA permite executar *scripts* para ampliar ainda mais suas capacidades.

Os principais grupos de usuários são realizadores de filmes, vídeo-artistas, desenvolvedores de jogos de computador e profissionais de projeto que o utilizam para construir sofisticadas imagens digitais, animação e efeitos visuais. O programa foi concebido principalmente para caracterizar modelagens de formas orgânicas. Na arquitetura, uma nova geração de projetistas — com associações formalizadas ou informais com o programa de arquitetura da Universidade de Columbia em Nova York — é a vanguarda de usuários de MAYA e se identificam pela abordagem alternativa de fazer formas (*form-making*).

Devido aos requisitos do sistema e aos altos custos associados, este software é usado por um grupo bastante restrito, quando comparado aos usuários do Form* Z e 3DS MAX. Contudo, a introdução de MAYA no kit de ferramentas digitais é central para o discurso arquitetônico.

Quanto aos seis estudos de caso, Serriano esclarece que os exemplos propostos, apresentam similaridades quanto ao modo como a adoção de um determinado programa influenciou as decisões de

projeto. Em todos os casos, as idéias de projeto já estavam formadas antes da implementação da tecnologia digital, mas o software foi crucial para expressar a forma final para essas “visões” (imagens mentais). Nestes casos, os arquitetos se apropriaram da visualização do computador e de sua capacidade de modelagem com um amplo espectro de ações que possibilitassem a "libertação" do controle da máquina, para a geração das formas.

Embora estas seis práticas profissionais sejam diferentes quanto à escala de projetos realizados, atitude de projeto (ação projetual) e organização do escritório, a adoção da tecnologia informática, de acordo às conclusões da pesquisa, "ampliou as possibilidades de explorar os temas de projeto que são a marca (*hallmark*) de suas “assinaturas” individuais. (*individual signatures*)."

Todos os casos estudados, por Serriano, estão detalhados em sua pesquisa, onde consta além da entrevista com os arquitetos envolvidos, também imagens digitais e explicações de cada processo projetual e as vinculações com as questões do programa de arquitetura. As hipóteses e conclusões do trabalho de Serriano, pode-se dizer, fazem parte de um "senso comum" para quem participa do meio digital na arquitetura. No entanto esta pesquisa foi trazida ao âmbito da tese, pela sua peculiaridade de buscar em forma investigatória e sistemática a relação do arquiteto com a tecnologia, enfocando a relação entre o projetista e o programa computacional não só vinculando diretamente à ação projetual do projetista, mas ao movimento dos contextos sociais, culturais e econômicos onde se insere cada tecnologia e cada grupo social de arquitetos.

3.2.10 O programa como conceito do arquiteto

Wilson Florio, em sua tese de doutorado faz uma análise comparativa de três arquitetos, Peter Einsenman, Frank Ghery e Zaha Hadid, focando os conceitos que permeavam a utilização da tecnologia computacional. Ao estudar os processos de projeto de Zaha Hadid, Florio, dividiu a obra da arquiteta em três fases; a primeira com formas pontiagudas trapezoidais, com clara identificação de arestas dos elementos arquitetônicos. Nessa fase o escritório ainda não tinha sido informatizado, todos os desenhos eram feitos a mão; na segunda fase, os edifícios "curvilíneos serpenteiam e parecem emergir do solo," nessa fase os desenhos eram feitos à mão e no computador, mas ainda conservando procedimentos de desenhos bidimensionais; na terceira fase, as formas e espaços são orgânicos, não há separação rígida

entre elementos arquitetônicos. Nessa fase, “os modelos digitais passaram a fazer parte dos processos criativos”. (Florio, 2005: 347) (imagem 3.2 – 13 / 3.2 – 14 / 3.2 - 15)



3.2 – 15 – Zaha Hadid. Fine Arts Center, University of Connecticut (2002) Modelo Digital do projeto. Terceira fase da arquiteta, segundo Florio.

Embora no início, o computador não fizesse parte dos projetos da arquiteta, a Era da informação¹²⁴ (e do conhecimento) já influenciava seus conceitos de projeto. Florio descreve o desenho e as idéias de Zaha Hadid: “Dessa Era (1990) notam-se enquadramentos cinematográficos, colagens (edições) de desenhos provenientes de múltiplos pontos de vista, perspectivas que mais parecem uma cena (um frame ou um quadro) congelada de um filme, transparências, simultaneidade [...]”

Assim como Einsenman, Zaha Hadid parte de diagramas que são interpretações do programa de necessidades, do entorno e dos fluxos de lugar. Embora os diagramas não sejam executados com “a intenção de definir a forma do projeto, suas características já possuem grande potencial de indução de possibilidades espaciais”. (Florio, 2005: 349)

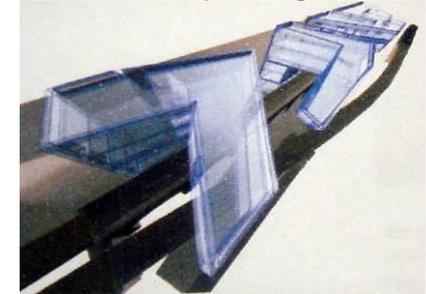
No projeto para o concurso de Art Museum (1999), que caracteriza a terceira fase, há um grande impacto da computação gráfica na linguagem formal, com a geração da forma a partir de superfícies NURBS¹²⁵. Nesse projeto, a inseparabilidade de elementos obtida a partir da manipulação de blobs, “provoca uma complexidade visual e formal” que dificilmente poderia ser representada por

124 “A era do conhecimento tem sido caracterizada pelo grande fluxo contínuo de informações que é disponibilizada pelos diversos meios de comunicação a partir de 1990”. Florio, p. 348

125 A principal característica dessas superfícies é que elas podem ser deformáveis e produzir formas elásticas pela manipulação de pontos de controle no espaço



3.2 – 13 – Zaha Hadid. Hafenstrasse Development, Hamburgo (1989). Maquete física do projeto. Primeira fase da arquiteta, segundo Florio.



3.2 – 14 – Zaha Hadid. Spittelau Viaducts, Viena (1994) Modelo Digital do projeto. Segunda fase da arquiteta, segundo Florio.

meio de desenhos bidimensionais. Nesse projeto, segundo Florio, pela primeira vez, Zaha Hadid inventa formas acentuadamente orgânicas, cuja dependência da ferramenta digital é completa. (Florio, 2005: 368)

Após analisar toda a obra de Zaha hadid, Florio, conclui que:

“[...] os procedimentos envolvidos no modo de produção manual induzem a realização de operações que envolvam segregação de elementos, de modo a facilitar a produção de projeções ortogonais e sua descrição geométrica. Por outro lado, no modelo digital, as ferramentas de modelagem vetorial tornam possível a criação de superfícies orgânicas tridimensionais contínuas no espaço, sem a restrição de rebatê-las em planos perpendiculares entre si, [...] Portanto, a mudança no modo de produzir o projeto, de manual para computacional, tem profundas implicações na produção do espaço”. (Florio, 2005: 369)

Entre um espaço gerado com o auxílio de uma geometria euclidiana ou um espaço gerado por uma geometria topológica, a decisão de qual comando acionar no menu, estabelece visões de mundo muito diferente. Muitos programas têm as duas opções próximas, no mesmo menu. Um click do mouse instaura arquiteturas com significados e implicações, cujas conseqüências no mundo físico, estão sendo analisadas e avaliadas. Na fase mais recente, Zaha hadid tem adotado a estratégia de formular um espaço a partir de superfícies elásticas bidimensionais, que, se manipuladas topologicamente, transformam uma superfície bidimensional em objetos tridimensionais. Utiliza-se da geometria dos *Blobs* e *Metaballs* para conceber seus projetos.

Assim Florio, justifica o uso dos comandos nestes casos:

“Parece haver uma tendência na sua obra mais recente, de produzir superfícies elásticas, curvadas em determinadas áreas, de modo a criar uma espécie de “campo gravitacional que distorce o espaço. [...] Hadid tem procurado novas maneiras para justificar a criação de formas orgânicas, cuja conceituação parece estar sendo influenciada (e sintonizada) com as novas noções de espaço pesquisadas pelos físicos, principalmente com a idéia de “buraco negro”, que gera um campo graviracional intenso, que atrai toda a matéria ao seu redor”. (Florio, 2005: 371)

Florio argumenta na sua tese que, os espaços propostos por Hadid na fase mais recente, são os que Deleuze denomina de “espaço liso”: um espaço dinâmico, nômade, háptico e contínuo. (Florio, 2005: 371)

Sua arquitetura pode ser definida como: geometrias, conceitos da física, concretizados por programas que interfaceiam comandos e possibilitam a geração de arquiteturas justificadas pela filosofia. Esses programas, essas arquiteturas e seus conceitos, permeiam o ateliê de projeto. Ao comparar os três arquitetos analisados - Peter Einsenman, Frank Ghery e Zaha Hadid, quanto a semelhanças e diferenças entre os procedimentos projetuais, Florio, observa que: houve uma crescente complexidade formal e espacial após a introdução da computação gráfica, no entanto percebe-se a permanência de traços característicos das fases anteriores na fase mais recente.

Contudo os três arquitetos dinamizam os espaços por processos diferentes. Einsenman constituiu um corpo teórico de modo a fazer de seus escritos uma maneira de repensar a prática profissional. A base conceitual de Ghery emergiu de sua prática profissional e Hadid prefere expressar suas idéias por intermédio de desenhos e pinturas. (Florio, 2005: 376 e 377). Sendo que na fase mais recente dos três arquitetos, pode-se observar a adoção de uma linguagem própria.

“Para comprovar, basta observar o conjunto de características presentes no modo de organizar os elementos arquitetônicos, dentro de uma sintaxe espacial. [...]a linguagem de Einsenman são as dobras contínuas.[...] Ghery são as placas flutuantes e Hadid são as formas amalgamadas e superfícies elásticas deformáveis. O aspecto comum às três linguagens é a forte presença de superfícies curvilíneas orgânicas de forte plasticidade”. (Florio, 2005: 377)

Acrescenta Florio que, os materiais utilizados, assim como as tecnologias empregadas diferenciam Ghery dos demais. Em Einsenman e Hadid, apesar do arrojo formal, não há o mesmo domínio de materiais e técnicas construtivas. Estes usam materiais e técnicas convencionais. E que o que há de comum, é que os três arquitetos “repensam” as questões funcionais, propondo novas interpretações tanto do programa de necessidades, quanto na sua setorização. (Florio, 2005: 378)

E quanto ao modelo digital, o autor conclui que: para Peter Einsenman o modelo tridimensional emana da sobreposição de diagramas computacionais bidimensionais, o computador e os recursos de modelagem computacional assumem um papel de destaque na concepção arquitetônica; para Ghery ,

“provem da maquete física”, Ghery é um arquiteto empírico e experiente, que levanta hipóteses durante o ato projetual guiado apenas por intuições artísticas de caráter escultural”. Os recursos computacionais assumem um papel fundamental a partir da digitalização das maquetes físicas. “O modelo digital, para Ghery, é fundamental para a viabilização técnica, para gerar desenhos precisos e para fornecer quantificações e controle de custos. E o sistema CAD-CAM”. (Florio, 2005: 382)

Se Eisenman foi o pioneiro no uso dos recursos computacionais voltados para a concepção, Ghery explorou os recursos no processo de criação como na construção, Zaha Hadid, já mais recentemente utiliza plenamente os recursos de modelagem tridimensional para gerar novas formas e novos espaços.

Outro aspecto salientado é que os três arquitetos têm experiências anteriores no meio das artes, seja em exposições artísticas (Eisenman), de arquitetura (Ghery), cenários teatrais ou na organização de eventos de vanguardas artísticas. “Por isso pode-se presenciar uma grande liberdade artística na obra desses arquitetos”, embora a influência tenha origens diferentes.

Enquanto Hadid sofreu influências das vanguardas artísticas do início do século XX, especialmente do Construtivismo Russo e do Suprematismo de Malevitch, Ghery sofreu influências tanto de escultores e pintores como Boccioni, Duchamp, Lèger, como de escultores contemporâneos como Oldenburg, Brusgen, Serra e outros. No caso de Eisenman, a influência vem das mídias eletrônicas.

Os arquitetos e trabalhos acima referenciados, pertencem à primeira geração de arquitetos, cuja fase na Arena Teórica, denomina-se de "Ruptura". Uma geração cuja formação acadêmica, ainda ocorreu à partir dos cânones tradicionais da arquitetura e sua representação gráfica. E entre eles, Peter Eisenman foi o que teve maior suporte teórico para conceituar e justificar seus projetos e obras.

Talvez a maior mudança de condições criada pela emergência de novas tecnologias no projeto digital na última década tenha sido a emergência simultânea de um novo cenário teórico e filosófico que constituem a fundamentação intelectual do projeto digital.

Muitos dos termos conceituais que caracterizam o projeto digital, tais como, não-linearidade, inter-conectividade, continuidade, redes, dinâmica, diagrama, processo maquínico, entre outros tiveram suas fontes na filosofia de Gilles Deleuze. As idéias de atributos, de hiper-conectividade e estruturas

de organização não hierárquicas são entre as construções teóricas de Delleuze, e seu conceito de Dobra, as que tem exercido uma grande influência na teorização do projeto digital.

Nesse panorama de cruzamentos interdisciplinares, trazidas para o âmbito da arquitetura, também se encontram aportes nas ciências biológicas e nas novas teorias, tais como, a teoria da complexidade, do caos, emergência, teoria da catástrofe, onde desde uma perspectiva investigatória se relacionam ao campo das tecnologias emergentes.

Essas construções teóricas têm influenciado não somente o discurso arquitetônico, mas a prática projetual, incluindo o conceito de novas espacialidades, de novas formas arquitetônicas, assim como novos conceitos de ambientes indeterminados, onde fazem parte do programa de arquitetura questões relacionadas à percepção, a comunicação e a multifuncionalidade. No trabalho de Rivka Oxman, sobre o projeto digital, a autora salienta que "mais do que qualquer outro conceito, complexidade, aparece vinculado ao projeto digital, por ser sua maior característica como uma abordagem ao projeto." (Oxman, 2005:263) Embora muitos sejam chamados projetos digitais, por sua complexidade formal, devido ao uso dos programas e dispositivos digitais, complexidade não é necessariamente uma característica que defina o projeto digital. A complexidade está no pensamento, no contexto cultural, e na abordagem como 'programa', argumento desta tese, que abrange na arquitetura o projeto digital.

3.3 A intermediação digital na concepção e na produção de uma arquitetura "complexa".

3.3.1 A forma, o espaço, a dinâmica

A questão da beleza que, em arquitetura, se concretiza através da forma, tem originado estudos sobre o significado e o sentido da forma arquitetônica. Um dos fortes componentes da computação gráfica, modelagem de objetos e imagens, toca diretamente nesta questão do componente 'vitruviano' da *venustas*, e da relação forma/espaço arquitetônico, ao trabalhar com formas e modelos geométricos.

Esta questão traz à tona a polêmica que se desenvolve na arquitetura desde a década de vinte, abrangendo uma discussão conceitual definida por axiomas como a “forma segue a função”, “forma gera espaço” ou “vazio gera espaço e forma”.

Essa polêmica, baseada em uma arquitetura, cuja descrição geométrica se dá através da geometria euclidiana e através de princípios de ordem, linearidade, legibilidade e pureza, se degladiava também com conceitos oriundos do pensamento arquitetônico.

O ‘funcionalismo’ que preconizava à relação de causa e efeito entre função e forma, o paradigma ‘a forma segue a função’ de Sullivan, oferecia as regras para uma arquitetura que prescindia da tipologia para chegar à proposta. Esta postura do movimento moderno de um determinismo estético da forma em relação à função é contestada pela preocupação plástica e espacial que se observa nas próprias obras arquitetônicas.

Apesar das contradições entre os diferentes enfoques que assumia a arquitetura moderna, o abandono ao passado como forma de conhecimento da arquitetura, parecia ser o componente comum a todas as tendências.

A arquitetura moderna, no abandono do passado, transita por novos conceitos de espaço. Rafael Moneo exemplifica, através da arquitetura de Mies Van der Rohe, os novos conceitos que emergiam com a noção de ‘espaço’. Para Mies, na definição da forma do espaço físico, não interessava as funções e o material. Para ele, o conceito de espaço trazia a idéia de ‘universalidade’ independente do programa de arquitetura que iria atender.¹²⁶

Formado por componentes abstratos, a materialização do espaço se daria através da arquitetura, a sua apreensão se daria através da construção de sua forma.¹²⁷ A idéia de que ‘forma gera espaço’.

¹²⁶ Moneo, Rafael. De la tipología. In: *Colección Summarios*. Buenos Aires: ed. Summa. N.79. «A Mies no le preocupaban las funciones ni los materiales, era constructor de la forma del espacio.»

¹²⁷ Rafael Moneo descreve o espaço exemplificando o campus de Illinois Institute of Technology: « Al construir un edificio se atrapa el espacio y así ocurre que a un edificio no lo caracteriza el uso a que se destina - como era el caso [...] en los manuales del siglo XIX - sino el “espacio” en el cual la actividad se produce como añadidura. Desde tal punto de vista el campus de Illinois [...] hay que entenderlo mas que como un espacio - un fragmento físico de un *espacio conceptual* - que como un conjunto de edificios sometidos a un proceso de composición arquitectónica.» Ibidem.

A essas idéias, ainda surge um conceito mais abstrato para se relacionar à forma que é o conceito de vazio. A idéia de que a 'forma gera espaço' é contraposta pela idéia de 'vazio gera espaço e forma' ¹²⁸:" [...]se entende o espaço como algo definido, gerado, que surge do enfrentamento entre vazio e forma". ¹²⁹

A valorização do espaço arquitetônico reivindicava como idéia matriz, a concepção espacial da arquitetura, em detrimento de uma arquitetura que privilegie como prioridade a forma; "O núcleo da arquitetura passa irremediavelmente pelo espaço: o espaço como matéria. Entrever-se e tentar fazer arquitetura partindo da forma, leva irremediavelmente a formalismos inúteis". (Osinaga, 1997: 5 e 6)

A dialética 'forma-espaço', ao refletir sobre a concepção do espaço como apriorístico em relação à forma, proporciona que se coteje junto à transformação e à percepção que se tem de um determinado conjunto de espaços estrategicamente dispostos, a variação de atributos e mudanças no ponto de vista do observador. Abre caminho para o conceito de espaço dinâmico da arquitetura moderna, que faz parte de muitos programas de render e animação, existentes desde fins da década de 1980 e início de 1990. Essa concepção de espaço, válida para a tradição da representação antropocêntrica em que "o sujeito humano que vê" - do lugar e do topos, passa a ser confrontada ao conceito de atopia e 'interioridade' de Peter Eisenman ao colocar a relação do olhar entre sujeito – objeto. Em seu texto "Visões que se desdobram – A arquitetura na época da mídia eletrônica", publicado na revista *Oculum* em 1993, escreve que "o sujeito continua preso a uma profunda estabilidade confortável e bem ereto sobre uma superfície horizontal e plana" e que, talvez, a idéia de 'interioridade' como "uma hierarquia 'dentro' e 'fora' faça com que a arquitetura possa rever as relações do sujeito e objeto no espaço".

Em 1996 Eduardo Catalano, publica o livro "La Constante: Dialogo sobre estructuras y espacio em arquitectura", cuja linha de pensamento se dá sempre através do diálogo entre o matemático e o

¹²⁸Sancho Osinaga, Juan Carlos. *La paradoja del vacio*. Referindo-se ao espaço arquitetônico: «[...]el vacio se convierte en la matriz del espacio, el que pasa a configurar esse espacio manipulando las formas. Surge así un entendimiento del vacio como un espacio apriorístico y potencial; ahora el vacio es un vacio que se deja capturar, en tensión, en silencio, invadido o excluido por las formas y cualificado por la luz. Al construir com esse vacio se aprhende, se conforman, se hacen realidad los volúmenes, los objetos y el espacio que por ellos se genera, un espacio vivo bajo la luz.» Referência obtida na Internet. «[http://web,arch-mag.com](http://web.arch-mag.com)» (3 de outubro de 1997). p.4 de 6.

¹²⁹ Ibidem p.4 de 6

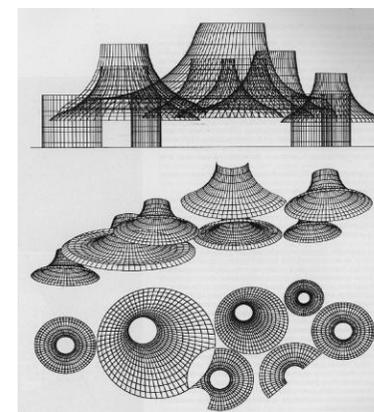
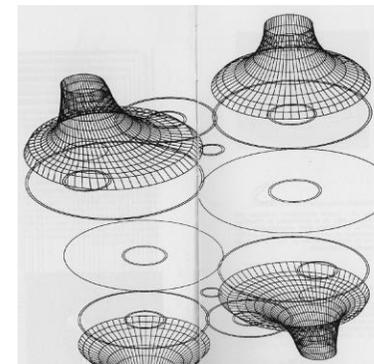
arquiteto 'Durek', retrata estas questões, traçando analogias entre as formulações matemáticas que geram sistemas geométricos e formas, e conceitos teóricos de arquitetura.

A discussão gira em torno da concepção do arquiteto e o componente matemático intrínseco na estruturação forma/espço, através do tempo, exemplificando desde os dólmens até a atualidade. O autor reflete em que medida a ciência e a tecnologia contribuíram para desenvolver diferentes concepções do espaço arquitetônico, considerando, para seu ensaio, três paradigmas do espaço arquitetônico: O Panteon romano, uma catedral gótica e o Palácio de Cristal. O paradigma está representado pela dialética forma/estrutura /espaços onde discute em um mundo que não é mais antropocêntrico, conceitos de espaços topológicos – dentro-fora; acima-embaixo; assim como a ilusão e a realidade. Estuda o uso da tecnologia computacional, trabalhando com geometrias espaciais complexas e traçando analogias com a estruturação da forma e do espaço arquitetônico. (imagem 2.3 - 1) Ele analisa manipulação e transformação do objeto durante a abstração do processo projetual, transformações geométricas e estruturais, gerando sistemas e analogias destes sistemas à arquitetura (Catalano, 1996: 14). (imagem 3.3 - 2)

No diálogo de La Constante, entre o matemático e o arquiteto, diz o primeiro:

“Los matemáticos actuamos en un mundo bien definido, muy diferente al de la arquitectura y al de las artes. Tenemos mentes lógicas pero, aun asi, nuestras proposiciones más significativas han sido productos de relaciones subconscientes. Además, hemos establecido normas para juzgar los conceptos. No tenemos modas, caprichos estéticos o estilos. Nuestras proposiciones dependen de la substancia de un pensamiento. Nosotros creamos “la verdad”. En las matemáticas la falta de integridad intelectual, errores conceptuales y de detalle se evidencian con facilidad”.¹³⁰

¹³⁰ “Nós matemáticos atuamos em um mundo bem definido, muito diferente do da arquitetura e das artes. Temos mentes lógicas, mas, ainda assim, nossas proposições mais significativas foram produtos de relações subconscientes. Além disso, estabelecemos normas para julgar os conceitos. Não temos modas, caprichos estéticos ou estilos. Nossas proposições dependem da substância de um pensamento. Nós criamos a verdade. Nas matemáticas, a falta e integridade intelectual, erros conceituais e de detalhe se evidenciam com facilidade”.



3.3 – 1 - "La Constante. Diálogos sobre estructura y espacio en arquitectura " Eduardo Catalano (1996).

a - A unidade de estrutura e espaço. Estruturas espaciais nas quais a transparência criada pelas linhas de construção, geradas pelo computador, permite perceber, ao mesmo tempo, desde cima o exterior e desde baixo o interior. Esta simultaneidade visual é necessária para conceber estrutura e espaço como uma unidade.

b - Forma-sistema como silhueta no céu. Superfícies de rotação variáveis e de revolução mostram a superposição das formas-sistemas, uma vista dos espaços que geram, a planta correspondente e uma vista longitudinal.

Ao qual responde o arquiteto:

Durek de pronto exclamó:

- Esto no ocurre en la arquitectura! Me recuerda lo que dijo el pintor Braque: "la verdad existe, solo la falsedad tiene que ser inventada"...y cada dia hacemos una nueva invencion".¹³¹ (Catalano, 1996: 5)

No 'diálogo' entre a lógica do programa computacional e o projeto, o operador convive com regras, parâmetros e normas precisas. A definição da geometria que representa graficamente o conceito arquitetônico pode anteceder a operação projetual e a 'verdade' do resultado pode não congrega com as idéias do projetista.

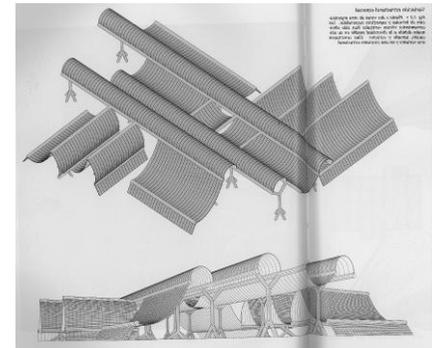
Na formulação gráfica de uma idéia muitas vezes se acentuam alguns aspectos graficamente ou se 'falseia' a realidade para acompanhar o pensamento que naquele momento não quer precisão.

3.3.2 O *intersect* das operações booleanas. O interstício, a incerteza

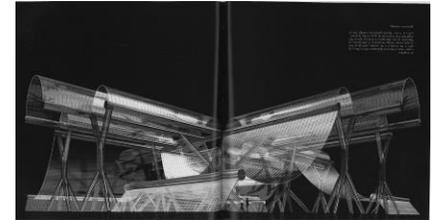
Assim como as linhas e superfícies, também os sólidos são formados por conjuntos de coordenadas no espaço vetorial e podem ser manipulados através dos comandos *union* (adição), *subtract* (subtração) ou *intersect* (intersecção). Enquanto a adição (union) e a subtração podem ser definidas por operações matemáticas baseadas na geometria euclidiana, a operação de intersecção é baseada na geometria topológica. A manipulação formal permitida pela operação de intersecção é a primeira incursão ao mundo das formas arquitetônicas desconstruídas.

¹³¹“ Durek logo exclamou:

- Isto não ocorre na arquitetura! Lembro-me o que disse o pintor Braque: “a verdade existe, só a falsidade tem de ser inventada”... e cada dia fazemos uma nova invenção”. (Catalano,1996:)



3.3 - 2A



3.3 – 2B

2.3 – x - "La Constante. Diálogos sobre estructura y espacio en arquitectura " Eduardo Catalano.1996

Uma era de transparência. Componentes estruturais.

a - Variação estrutural. Planta e duas vistas de organização de abóbadas e superfícies suspensas.

b- Ilusão ou realidade. Os efeitos lumínicos criados pela reflexão e refração da luz e pela transparência das superfícies e suportes

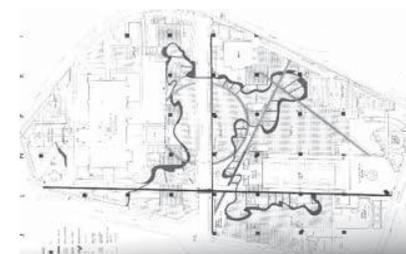
A desconstrução arquitetônica, ao transgredir a idéia de estabilidade, quebrando o plano horizontal e o ângulo reto aproxima da arquitetura as idéias de desconstrução de Derrida. O enfoque teórico dado por Peter Eisenman e Bernard Tschumi no projeto para o concurso do Parque La Villete, de 1982, baseia o conceito para a estratégia projetual adotada nas idéias do Derrida. (imagem 3.3 - 3)

O comando *intersect* (imagem 3.3 – 4) possibilita a interseção entre dois ou mais sólidos, e o resultado obtido será um sólido definido pela porção que era a interseção dos sólidos anteriores. Pode-se encontrar a interseção e ainda ficar com os dois sólidos originais, utilizando o comando *interference*. Ou seja, gera-se outro sólido proveniente da interseção, e visualiza-se, em destaque, quais pares de sólidos estão se interceptando.

Outro comando, como *Shell* (imagem 3.3 – 5), permite tornar oco todo um conjunto de interseções e conjuntos de sólidos, ou ainda o comando *slice* (imagem 3.3 – 6), que permite fatiar, cortar através de planos em diferentes posições que o operador deseje. Essas operações, que exigem apenas habilidades de um operador de CAD, exigem um 'saber' do projetista que está subjacente às operações geométricas.

Conceitos, como espaço, forma, vazio, cheio e escala, estão em jogo durante o processo de projeto. Os operadores computacionais dialogam com os operadores de projeto através do projetista, que deve manipular e compreender as ações de ambos.

Conforme pode ser visto nas figuras ao lado de 1997, as operações de extrusão, adição e subtração operam com formas que se justapõem e se sobrepõem a partir de uma descrição geométrica euclidiana simples, gerando um objeto estável que reflete certezas. Implicam em uma arquitetura regrada por cânones como simetria, proporção, eixos, ângulos precisos e ortogonalidades, em um processo de repetição e semelhança com formas geométricas regulares idealizadas.



3.3 – 3 - A estratégia de ocupação do território: níveis conceituais de desenho que se sobrepõem:

- a) superfícies (água e verde);
- b) pontos ("folies" programáticas);
- c) linhas (percursos).

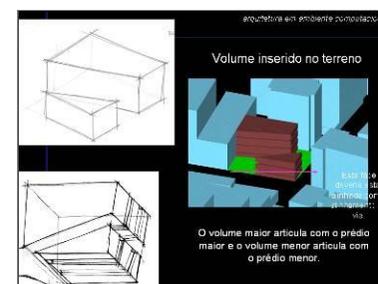
A idéia da cidade-evento, a definição da arquitetura como espaço simultâneo de sobreposições de programas e eventos, a mediação abstrata e a estratégia na implementação de projetos urbanos, a desprogramação, justaposição e transprogramação arquitetônica dos grandes equipamentos da cidade



3.3 – 4 – operação *intersect*



3.3 – 5 – operação *shell*



3.3 – 6 – operação *slice*

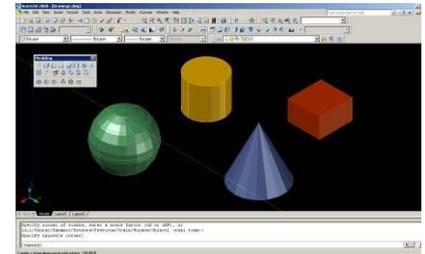
A simplicidade das formas prevê um crescimento regular, homogêneo que confere clareza e nitidez ao objeto que está sendo manipulado.

O comando *extrude* permite que uma cópia de uma forma bidimensional seja estendida ao longo de um eixo espacial selecionado. A extrusão de figuras bidimensionais estabelece um processo de figuras determinadas a priori. Todo esse conjunto de operações está dentro de um processo finito e previsível, gerando uma estabilidade compositiva, onde se percebe a legibilidade das partes.

Percebe-se nestas operações a interação entre a representação bidimensional e tridimensional clara e precisa, onde o objeto pode ser gerado ou a partir de formas tridimensionais por primitivas simples tais como cubos, cilindros, cones, prismas triangulares, torus, esferas, etc. (imagem 3.3 – 7), ou pela composição de planos no espaço (imagem 3.3 - 8); ou pela extrusão (comando *extrude*) de polígonos regulares e irregulares formados por linhas e curvas, ou ainda por objetos de revolução (comando *revolve*) que permitem construir sólidos de revolução a partir de um perfil desenhado com uma *polyline*, região ou retângulo, polígono, círculo ou elipse.

A utilização das primitivas e dos comandos, ainda dentro dos princípios da geometria euclidiana e projetiva está de acordo com arquiteturas geradas por estas operações computacionais cujas operações de representação do projeto fazem parte de um universo conhecido de princípios e de regras que existiam antes dos programas computacionais. (imagem 3.3 - 9)

A incorporação da modelagem sólida que possibilita gerar objetos complexos a partir de sólidos e elementos simples dá lugar a que se introduza a possibilidade de utilizar os programas em uma primeira investida na manipulação de formas complexas.



3.3 – 7A - Tela do AutoCad. Objetos 3D, disponíveis no menu com um simples *click* do mouse.



Fig. 30. C. N. Ledoux, Casa de la Unión

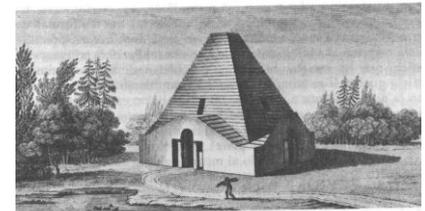
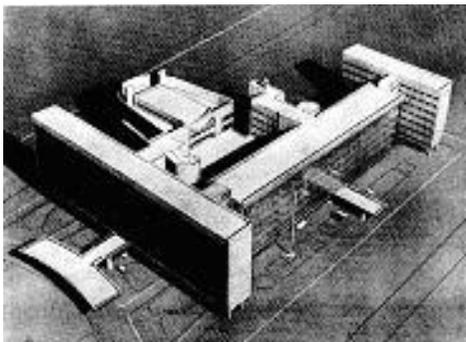


Fig. 31. C. N. Ledoux, Primera vivienda para los leñadores

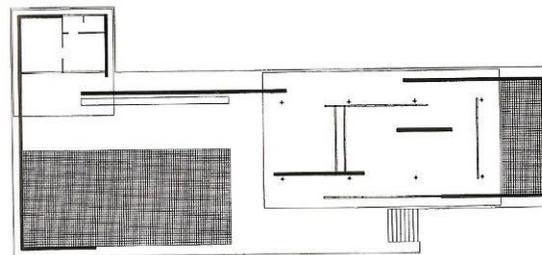


Fig. 32. C. N. Ledoux, Albergue para los guardias rurales

3.3 – 7B - C.N. Ledoux 1781. Preferência pelas formas pura, nos experimentos do arquiteto. Casa da União tomando como base o cubo; cabana para lenhador em forma de pirâmide e uma casa esférica para os guardas florestais.



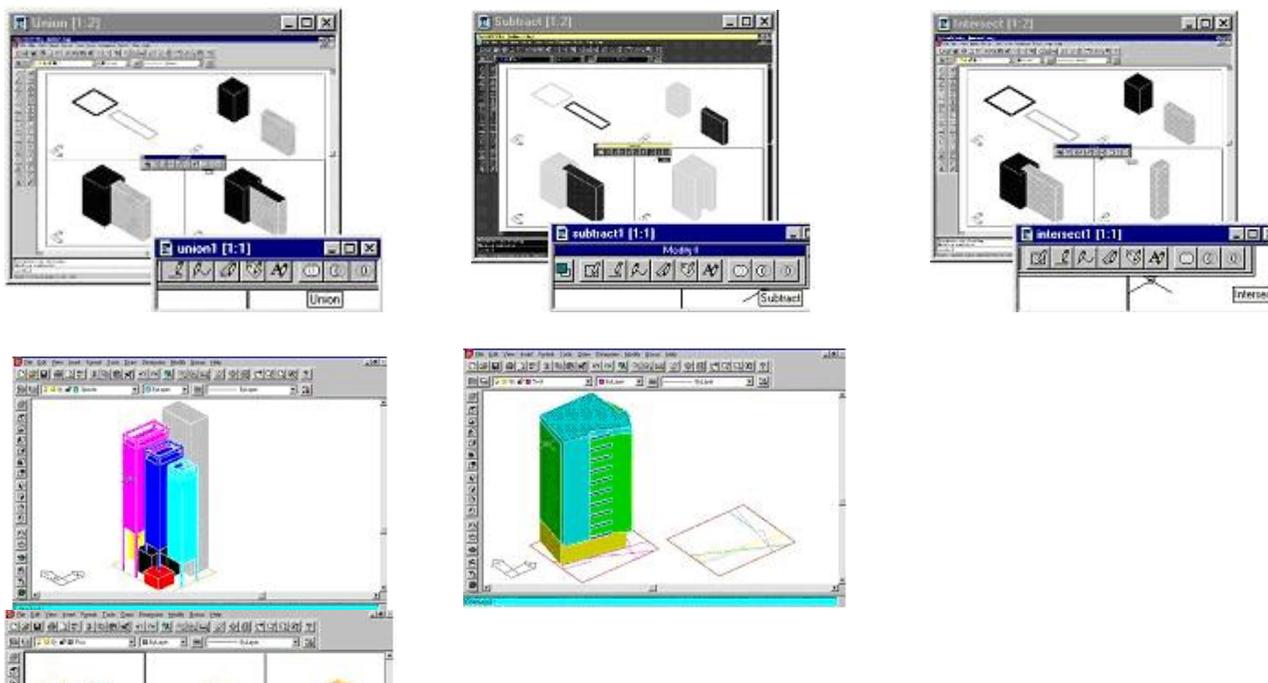
3.3 – 8 - Le Corbusier. Palais des Soviets. Moscou, 1931.



3.3 – 9 - Mies Van der Rohe. Pavilhão de Barcelona, 1929. Planta Baixa – composição a partir de planos

As operações booleanas de adição, subtração e intersecção entre volumes originam espaços ou formas intersticiais, que trata de espaços 'entre' espaços, ou forma 'entre' formas. Estes interstícios ou espaços entre espaços resultantes transformam as formas iniciais em formas mais complexas. (imagem 3.3 - 10)

Ao introduzir-se a intersecção na modelagem sólida, comando que deve sua operacionalidade às possibilidades da topologia computacional, esta legibilidade vai perdendo a clareza e surgem formas de sólidos que 'colidem' no espaço em múltiplas direções, operando com intersecções e interstícios, gerando um objeto instável que reflete incertezas.



A interação entre as formas sólidas opera com simulações tridimensionais, gerando um todo orgânico de formas multidirecionais onde não há uma identificação clara das partes. Este processo de modelagem 3D coloca o objeto em um processo infinito e imprevisível, confere o sentido de inacabado, com uma descrição geométrica topológica complexa vetorial. Enquanto as outras geometrias operam

por projeções de planos bidimensionais, a geometria topológica opera diretamente no espaço tridimensional, possibilitando a geração de objetos amorfos, assimétricos e não ortogonais, baseada em conceitos que rejeitam cânones. Essas formas complexas, fracionárias e amorfas, instuindo complexidade e heterogeneidade predizem um crescimento orgânico infinito e imprevisível. (Florio,2005: 230) Em alguns projetos de Peter Einseman, desse período, além do uso de algoritmos no tratamento dos diagramas, também é possível observar a utilização de operações booleanas na manipulação formal.

Subjacente à ação destes comandos, estão os conceitos de 'entre' e 'intersticial'. Interstícios "são pequenos intervalos entre as partes de um todo." ¹³² Em arquitetura, 'intersticial' trata de espaços 'entre' espaços ou forma 'entre' formas, podendo assumir vários significados nos processos projetuais de cada arquiteto. O termo 'entre', intersticial, significa 'nem uma coisa nem outra', trata-se de uma passagem, de uma transformação. Este conceito tenta mesclar 'figura e fundo', um e outro. Refere-se ao conceito de Khôra definido por Derrida: 'nem isto, nem aquilo'. (Derrida, 1993: 65)

"Se arquitetura normalmente determina o lugar, então "estar entre" significa estar entre algum e nenhum lugar" (Einsenman,1993: 27)

O arquiteto busca suas referências conceituais no deconstrutivismo, no conceito de Khora de Jaques Derrida e na dobra de Deleuze e Guattari. Em Derrida está o conceito de "entre" (*in-between*) que assumiu significados variados na obra de arquitetos contemporâneos, entre os quais Peter Einsenman, com implicações conceituais e projetuais que demarcam uma transformação na arquitetura contemporânea.

"O 'entre', formado por justaposições e experimentações, formado por realinhamentos ou novos arranjos, ameaça abrir-se novo para facilitar transformações nas identidades que o constituem". (Elizabeth Grosz, 2001: 94) ¹³³

¹³² (Dicionário Aurélio Buarque do Holanda, 1988)

¹³³ The in-between, formed by juxtapositions and experiments, formed by realignments or new arrangements, threatens to open itself up as new, to facilitate transformations in the identities that constitute it.

Em termos operacionais, além de poderem ser originados das operações booleanas, os espaços intersticiais podem ser também a criação de formas intermediárias a partir da técnica de *morphing*, que permite interpolar formas intermediárias entre a forma inicial e final. Esta forma intermediada é uma 'forma borrada' 'entre' duas formas, um híbrido que apresenta estágios ao longo de uma trajetória. (Flório, 2005: 213) (imagem 3.3 – 11)

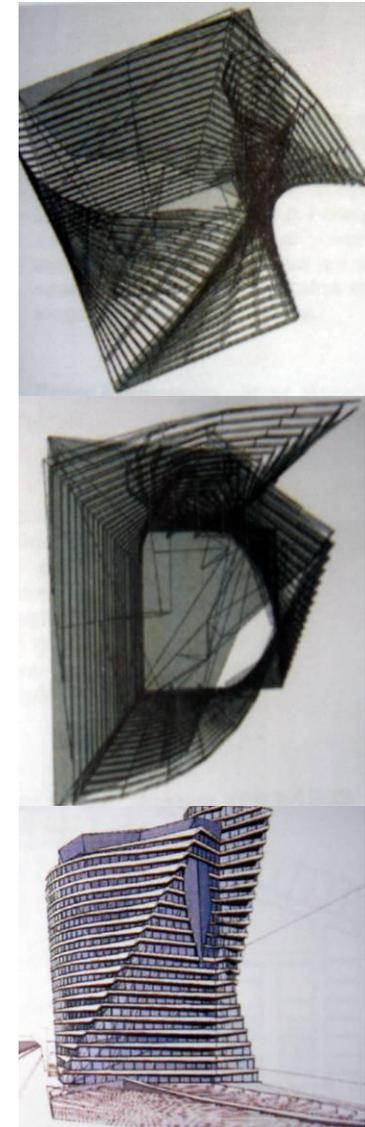
Em alguns projetos de Eisenman, desse período, além do uso de algoritmos no tratamento dos diagramas, também é possível observar a utilização de operações booleanas na manipulação formal, assim como técnicas de *morphing* na desconstrução formal da arquitetura.

Peter Eisenman ao associar a técnica do *morphing* à 'arquitetura fluida', declarou em 1996,¹³⁴:

"interesse-me pelos problemas internos, tais como o perfil, a repetição, o movimento, a percepção da relação entre o objeto e o sujeito. Isto é o que denominaria de 'arquitetura fluida'. Possui uma qualidade 'gelatinosa'. Estamos a utilizar uma técnica de informática chamada *morphing*. Na filosofia atual não há muita coisa que me possa ajudar a explorar os problemas intrínsecos da memória, ou seja, a memória do computador face à do cérebro humano. A memória RAM do computador dá-nos enormes possibilidades a que a memória humana não tem acesso". (Eisenman, 1996: 21, em publicação da Taschen)

Esta desconstrução de formas arquitetônicas em obras de Peter Eisenman, Daniel Libeskind e Zaha Hadid, tem suas raízes em fontes conceituais diferentes, no entanto as operações computacionais permitidas pelas operações computacionais auxiliaram na representação e simulação dos projetos na década de 1990, permitindo a emergência de formas não inteiramente controladas pelas mãos do arquiteto.

Em alguns casos, como Eisenman e Libeskind a metáfora de desconstrução foi referenciada no conceito de desconstrução proposto pelo filósofo Jacques Derrida. Em seus textos, o filósofo se refere à desconstrução da linguagem escrita, aos diferentes sentidos que pode assumir o texto escrito em relação ao poder das palavras, à gramática, às possibilidades de sua sintaxe; e extrapola seus conceitos para outras instâncias sociais e culturais. (Derrida, 1994: 17)



3.3 – 11 - Peter Eisenman, Haus Immendorff, Dusseldorf, 1993
Edifício concebido a partir das técnicas de *Morphing*, *torquing*, *tracing*

¹³⁴ Revista *Contemporary American Architects*. 1996. s/1. Taschen, p. 21.

Este conceito filosófico foi transposto diretamente para a aparência da arquitetura, sendo interpretado como elaboração formal de uma metáfora e levando ao extremo o impacto da imagem visual. Em diversos momentos, através de entrevistas¹³⁵ Derrida, quando interpelado pela interpretação formal dada pelos arquitetos aos conceitos emitidos por ele, demonstra a discordância, embora persista em dizer de sua limitação em abordar outras áreas de conhecimento em seus textos que não a filosofia.

No entanto deixa claro que a arquitetura como espacialização no tempo, é mais do que técnica, forma e espaço expondo o problema arquitetônico como uma possibilidade do próprio pensamento. (Derrida, 1999: 133) "[...] quando falo de pensamento em arquitetura [...] estou fazendo uma distinção entre pensamento e filosofia. Refiro-me a algo que excede o filosófico, algo, não só da ordem de um movimento de terras ou de um instinto animal, mas a autointerpretação, à interpretação da memória". (Derrida, 1994: 18)

O sentido de desconstruir a arquitetura, nas palavras de Derrida, está além da desconstrução meramente formal, com ângulos variáveis e formas pontiagudas: "A desconstrução não consiste unicamente em disassociar, desarticular ou destruir, mas sim, um certo 'estar junto', um certo 'agora'. [...] a desconstrução é a condição para a construção, para a invenção verdadeira de uma afirmação real que mantém unido aquilo que é construído". Esta é a resposta para aqueles que estão aterrorizados pela idéia de uma arquitetura desconstrutiva, ou àqueles que a consideram ridícula; e também supõe uma resposta aos discursos dentro do campo arquitetônico, que são um pouco negativos, como o de Eisenman, por exemplo. (Derrida, 1994: 17)

"Publicou-se, a pouco, (em Assemblage, dezembro de 1990) uma carta que escrevi (à Eisenman) em relação a isso. Na discussão teórica de sua obra, ele formula seguidamente um discurso da negatividade demasiado fácil: fala da arquitetura da ausência, da arquitetura do nada. E eu sou cético frente aos discursos da ausência e a negatividade".¹³⁶

¹³⁵ Entrevistas disponíveis em <http://personales.ciudad.com.ar/derrida>

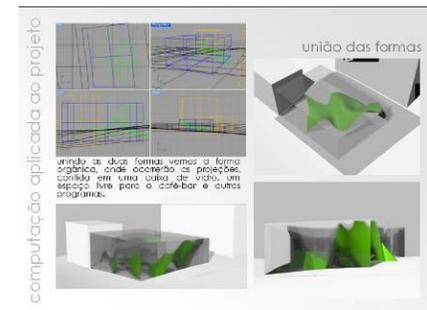
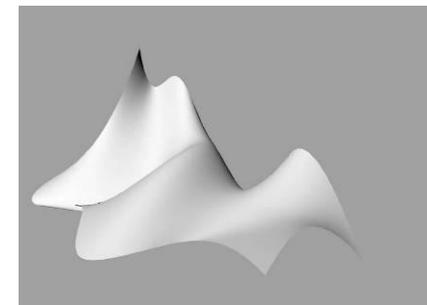
¹³⁶ Derrida, na carta também se insere a Libeskind comentando a arquitetura do Museu dos Judeus em Berlim: "Isso também aplico a outros arquitetos como Libeskin. Compreendo o que motiva suas observações, porém não o suficientemente cuidadosas. Falando de suas próprias obras, se inclinam demais a falar de vazio, de negatividade, de ausência, em um tom às vezes teológico, inclusive judeu-teológico. Nenhuma arquitetura pode ser denominada judaica, por suposto, porém a dele se

As operações computacionais apresentadas acima e os efeitos nas operações projetuais consideradas têm o objetivo de demonstrar que os métodos científicos e as metáforas filosóficas, ao serem trazidas para a arquitetura, precisam ser reelaborados pelo pensamento arquitetônico. Um crivo é essencial para o entendimento do sentido que as ferramentas computacionais assumem no processo de projeto.

O processo de adição e subtração de volumes, assim como a justaposição e sobreposição de formas, torna previsível a organização espacial; não acontecendo o mesmo com a produção de formas a partir da intersecção e colisão de formas, onde se torna imprevisível imaginar a priori o resultado formal produzido. A ação destes comandos trás à tona o conceito de composição e decomposição em arquitetura. Considerando o conceito de ordem entre as partes e o todo arquitetônico que prevalecia até a arquitetura moderna, foi desmontado pelos aportes desconstrutivistas, gerando novos princípios de organização e complexidade. A busca por uma arquitetura que desconstruísse formalmente os principais cânones projetuais do movimento moderno foi anterior às possibilidades oferecidas pelos comandos acrescidos aos programas devido à geometria topológica. No entanto, estas mudanças nos programas computacionais auxiliaram a que estas arquiteturas disseminadas pela rede de computadores, tivessem reflexos no ateliê de projeto tornando-se, muitas vezes, um operador possível durante a manipulação da forma pelo projetista.

3.4 Arquiteturas nem boas nem más, arquiteturas possíveis: A forma, o informe e a modelagem digital.

No início da década de 1990, as ferramentas computacionais permitem novos tipos de modelagem baseadas na produção e manipulação de superfícies curvas contínuas, através de 'operações topológicas e operações de interpolação', que não tem similar nas ferramentas físicas tradicionais possibilitando operações projetuais que fazem surgir novas propostas espaciais com grande plasticidade, baseadas em superfícies orgânicas. (imagem 3.4 - 1)



3.4 – 1 - Trabalho acadêmico de Ângelo Dal Bo – Formas utilizando operações topológicas

A partir desse momento, o modelo digital passa a protagonizar a cena no uso dos programas de computação gráfica vetorial: modelagem a partir de superfícies, extrusão, superfícies de revolução, modelagem sólida, modelagem de formas livres, *Blobby* ou superfícies *NURBS*.

NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) são representações matemáticas da geometria tridimensional que descrevem com exatidão qualquer forma, desde uma linha 2D simples, círculo, arco, ou curva, à mais complexa superfície ou sólido 3D orgânica de forma livres (*free-form*). Por causa de sua flexibilidade e exatidão, os modelos de *NURBS* podem ser usados desde processos de ilustração e de animação até a fabricação nos processos de prototipagem rápida.

Em conjunto às novas possibilidades dos programas computacionais de produzir formas orgânicas, proporcionando um interesse em formas complexas em detrimento às formas puras, as novas ciências e teorias trazem os elementos necessários para a 'hibridação de formas' baseada no entendimento da natureza.

Uma base teórica está subjacente às mudanças conceituais e estéticas da arquitetura contemporânea, desde a arquitetura 'deconstrutivista', a arquitetura dos *Blobs*, arquitetura genética, numérica, orgânica entre outras. "De conceitos filosóficos a conceitos de computação gráfica [...] a fragmentação e diluição de formas, assim como os novos modos de organização espacial, têm produzido hibridações de espaços que se caracterizam pela heterogeneidade e pela complexidade". (Florio, 2005: 178)

A questão dos *inputs* e *outputs* dos programas gráficos implicam no entendimento prévio do significado das operações computacionais e das diferenças conceituais e técnicas de 'modelagem e comandos' do *software*.

O conceito de 'ordem', cujas regras estabelecem relações regulares e harmônicas de proporção e de ritmo entre a parte e o todo, que dá uma idéia de clareza e distinção entre os elementos e caracteriza a geometria euclidiana, transparece nas obras e projetos da arquitetura clássica e da arquitetura moderna. Embora com diferenças conceituais e temporais, que dão significados diferentes a operações projetuais na arquitetura clássica e na arquitetura moderna, as operações geométricas têm a mesma origem. É possível a articulação na divisão e ligação das partes de um todo que, embora possam ser funcionalmente diferentes, são interdependentes. O trabalho de Colin Rowe, ao traçar a analogia entre os princípios e elementos de composição das Villas de Palladio e das casas de Le

Corbusier, demonstra essa relação com a geometria euclidiana que pode ser visto nas operações dos Sistemas CAD, até o surgimento do comando intersect.

Passa-se ao conceito de 'complexidade' que opera a partir de elementos que não podem ser distinguidos com a mesma clareza visual. As partes são dispares e heterogêneas e o todo está em estado provisório e instável. Complexidade pode ser considerada a fusão e a contradição entre múltiplos sistemas que não podem ser reduzidos a uma escrita geométrica euclidiana. São formas complexas e amorfas controladas pela geometria topológica. (Florio, 2005: 180)

Conforme Greg Lynn "a característica primária única da complexidade é a unificação provisória de componentes dispares sem totalidade" [...].¹³⁷ (Lynn, 1998: 158)

Florio afirma a importância de analisar o papel da computação gráfica na definição de um "espaço curvo, não linear, fluido e contínuo", considerando que a composição formal pode ser complexa e não contraditória, quando as relações entre suas partes são harmônicas. Para que isso ocorra, os subsistemas não podem ser contraditórios. Ao tratar de formas e espaços complexos, é necessário entender como são gerados os subsistemas que o compõem, especialmente as ferramentas de modelagem tridimensional. O princípio que norteia a 'ciência do caos' é de que, a partir de uma forma simples, que se repete numa dada ordem, cria-se a complexidade e que, entre a ordem e o caos há um estágio intermediário, uma fase de transição que gera instabilidade. (Florio, 2005: 180 -183)

Também o autor se refere à nova estética da arquitetura relacionada à teoria do caos e ao campo de estudo da 'não-linearidade'. Pode-se denominar caos, tudo aquilo onde não se consegue encontrar uma ordem subjacente. No entanto, muitas vezes, algo com aparência aleatória possui uma ordem subjacente, não visível devido à complexidade das regras que a geraram. O entendimento dessas regras exige uma atitude interdisciplinar. As ciências da complexidade, os fractais, a teoria do caos e a dinâmica não linear geraram uma linguagem própria que se contrapõe aos cânones clássicos.

Charles Jencks, em seu livro "The architecture of the jumping universe" compara a visão Modernista assentada numa ciência mecanicista, cujo universo é linear, seqüencial e determinista, com uma nova linguagem estética, baseada no *fractal design*, na estética das ondas, dobras, ondulações e

¹³⁷ "The primary characteristic unique to complexity is a provisional unification of disparate components without totality or wholeness".

torções (*waves, folds, undulations, twist e warp*) que ele denomina de Arquitetura não-linear. Essa nova linguagem e nova forma de organização estão presentes na arquitetura de Peter Eisenman, Frank Gehry, Daniel Libeskind, Zaha Hadid, Coop Himmelblau, Morphosis, Eric Owen Moss, UM-Studio, Toyo Ito, entre outros.

Outro conceito que emerge a cena da arquitetura contemporânea como pôde ser visto nos parágrafos anteriores, é a teoria dos 'fractais'. Embora seja um conceito que venha da Antiguidade clássica grega, a palavra fractal foi cunhada por Benoit B. Mandelbrot, em seu livro "The fractal geometry of nature", onde o define a partir da palavra *fractus*, do latim, frangere, que significa quebrar, criar fragmentos irregulares; de onde pode ser entendido por 'fragmentos'.

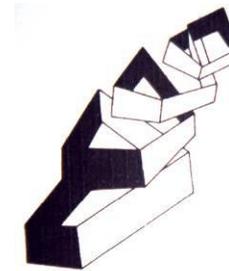
Em 1979, Mandelbrot, graças ao computador, descobriu que, a partir de uma fórmula simples poderia gerar, com regularidade geométrica cada vez menor, uma imagem dinâmica *ad infinitum*. Seu estudo levou-o a entender que a geometria dos fractais, ao trabalhar diferente da geometria euclidiana, pois é pensada como regras que conduzem à construção do objeto, ao invés de descrever o objeto em si, produz resultados que não podem ser imaginados previamente.

Com isso, pequenas alterações nas regras iniciais provocam grandes mudanças na forma final. A forma produzida por um gerador inicial é semelhante ao todo, ou seja, cada parte da figura suporta forte semelhança com o todo. A esta capacidade das formas dos fractais de ser idêntica em todas as escalas Mandelbrot denomina de *scaling*. Esta propriedade de auto-similaridade dos fractais em várias escalas, que estabelece uma relação de similaridade entre as partes e o todo, está presente na ordenação de espaços na arquitetura de alguns arquitetos contemporâneos.

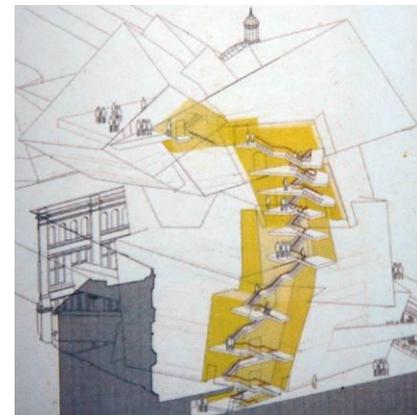
A geometria fractal permite uma descrição dinâmica do espaço podendo ser aplicada a todos os sistemas dinâmicos que tenham uma complexidade formal como, fluidos, nuvens, montanhas, ondas etc.

Um exemplo da aplicação das regras fractais na arquitetura é o projeto Victoria & Albert Museum (1996) em Londres, de Daniel Libeskind com a colaboração do Engenheiro Cecil Balmond (imagem 3.4 – 2)

Assim como o conceito de desconstrução de Derrida foi utilizado pelos arquitetos da Era digital, para embasar a busca pelo informe, pelo desconstruído e pelo fragmento para justificar soluções formais



3.4 – 2A - Daniel Libeskind. Victoria and Albert Museum. Diagrama Conceitual – Recobrimento Fractal



3.4 – 2B - Daniel Libeskind. Victoria and Albert Museum. Dobra e Fluidez Vertical



3.4 – 2C - Daniel Libeskind. Victoria and Albert Museum. Maquete física Projeto

de grande impacto visual e urbano nas operações computacionais, outro tema abordado pelo filósofo se incorporou ao corpo teórico da arquitetura. O conceito de *differance* relacionado ao 'acontecimento'.

Derrida na entrevista sobre "*Deconstruir la actualidad*", observa que a *differance*, remete àquilo que está 'por vir', aquilo que chega de maneira urgente e imprevisível; a própria precipitação.¹³⁸

Neste tema, ele contempla o 'tempo' como um "tempo decomposto, deslocado, desordenado; como um movimento contrário para 'reapropriar, desviar, afrouxar, para amortecer 'a crueldade do acontecimento é muito simplesmente a morte que se entrega". (Derrida, 1994: 7)

A *differance* de Derrida é um pensamento que tenta entregar-se à eminência daquilo que vem ou está por vir, do acontecimento, à própria experiência, a qual tende inevitavelmente 'ao mesmo tempo' do outro. Ou seja, não haveria *differance* sem a "urgência, a precipitação, o inevitável, a chegada imprevisível do outro em quem recai a referência e a deferência." (Derrida. 1994: 78)

Para ele, o acontecimento não se deixa submeter a nenhum outro conceito, nem ao do próprio 'ser'. É outra forma de denominar o próprio futuro: O porvir. Incluindo o outro nesse porvir: "para que haja acontecimento e história é preciso que o 'vir' se abra e se dirija a alguém. Não se reduz ao fato de que algo aconteça: se existe certeza de que haverá acontecimento, não será um acontecimento." É um vazio aberto a possibilidades que podem não acontecer: a incerteza.

Utilizado como suporte teórico para criticar o aspecto preciso e previsível das necessidades de um programa de arquitetura no funcionalismo, o sentido de 'acontecimento' toca diretamente no tema do programa de arquitetura e norteou o discurso de alguns arquitetos da na década de 1980 e 1990. Principalmente Tschumi, em seus conceitos sobre o espaço (eventos), o movimento (fluxos) e os acontecimentos; assim como as arquiteturas do grupo NOX em que os fluxos e os acontecimentos se aliavam à eletrônica para fruição espacial do público.

3.4.1 Os sólidos platônicos versus Blobs - polisuperfícies isomórficas

A complexidade formal da arquitetura, conseguida através do projeto digital, busca sua potência conceitual na ciência e na filosofia. Greg Lynn, no capítulo sobre Blobs em seu livro "Folds,

¹³⁸ "El pensamiento de la *differance* es [...] un pensamiento de la urgencia, de lo que no puedo ni eludir ni apropiarme, porque es otro. El acontecimiento, la singularidad del acontecimiento: esa es la cosa de la *differance*." (Derrida, 1994: 65)

bodies & blobs" de 1998, utiliza a geometria topológica de polisuperfícies isomórficas (*isomorphic polysurfaces*) para fazer emergir os conceitos de simplicidade e complexidade, assim como as relações entre unitário e multiplicidade, que fundamentam alguns aportes da arquitetura digital. É denominado por Lynn de "uma tipologia para a complexidade."

No Blob é possível gerar a geometria para modelar uma organização, cujas características são definidas por um conjunto de forças que interagem entre si. Por exemplo, partindo da geometria convencional de um objeto como uma esfera definida por um centro, uma área de superfície e a massa relativa a outro objeto gera campos de influência. Estes objetos (meta-ball) primitivos são circundados por halos de influência e interagem definindo zonas de fusão em um objeto e zonas de inflexão no outro. Quando dois ou mais meta-ball são aproximados redefinem suas superfícies. São formas que emergem da simplicidade de sólidos platônicos para a complexidade do que Greg Lynn denomina de "neo-platônicos" ou *metaballs*. Ele se baseia nessa relação geométrica para instaurar os conceitos de simplicidade - complexidade e unicidade – e multiplicidade, argumentando que, dentro desta lógica, não há diferença entre uma formação 'mais ou menos' esférica e blobs. Quanto a "Tectônica do Blob" diz Lynn, que tectônica é quadrada enquanto topologia é ondulada. (Greg Lynn, 1998:165-170)

Estes programas de modelagem, nativos da *Silicon Graphic*, fazem parte do *Wavefront 3D design*, *Dynamation* and *Kinematic* da *Wavefront technologies, Inc*, assim como o *software Alias Power-Animator*, conhecidos desde a década de 1980, e que foram incorporados nas experimentações arquitetônicas no início de 1990. O *software* e as terminologias provém dos efeitos especiais e de animação da indústria cinematográfica.

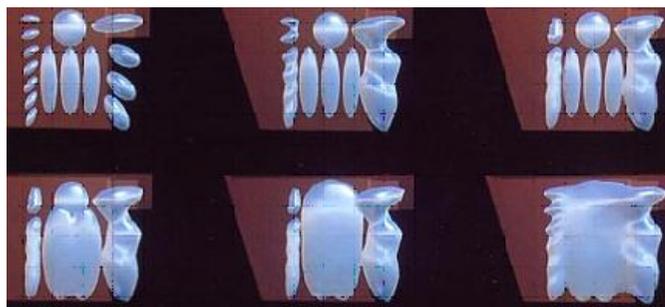
Estes programas que geram superfícies Isomórficas, também conhecidas como *Blobs*, *blobobjects* ou *metaballs* são usados para representar objetos amorfos, que evocam um processo contínuo de transformação; a forma final é resultado de um formato inicial, no qual são aplicadas deformações dinâmicas por um campo de forças. Um exemplo de 'Arquitetura Blob' (*Blob Architecture*), é o "*Bubble pavilion*" de Bernard Franken, ABB Architekten, Frankfurt, 1999.

O sistema foi usado para gerar uma forma dinâmica, expressando a ação exercida pela força física, quando duas bolhas d'água se aproximam. O Fluxo dos visitantes foi tomado como referência de trajetória, no *software* de modelagem. Uma trajetória quadrática foi obtida, pela projeção da perspectiva de

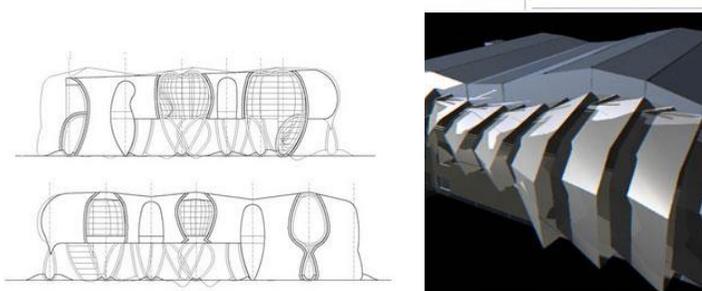
um espectador caminhando. O resultado deste processo foi um ambiente híbrido caracterizado por formas livres, onde, o espaço físico e informacional se sobrepõe.

Segundo Oxman, no Bubble, Bernard Franken aplicou efetivamente o conceito de arquitetura dinâmica; o adjetivo 'dinâmico' não se refere somente a uma arquitetura flexível que pode ser modificada ao longo do tempo, mas também descreve o processo criativo do trabalho, isto é, fluxos contínuos fazem parte de formulação programática, das fases do projeto e da construção. O modelo foi examinado usando alguns métodos tais como análise Gaussiana e avaliação estrutural pelo Método de Elementos Finitos. (FEM) (imagem 3.5 – 1)

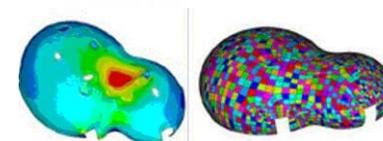
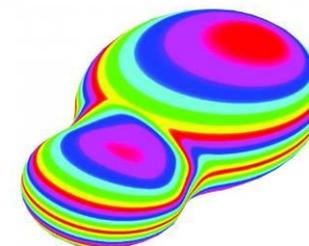
Outro exemplo de 'Arquitetura Blob' é o processo utilizado por Greg Lynn no projeto de "Presbyterian Church" em Nova York (1999). (imagem 3.5 – 2). O projeto foi o resultado de um processo colaborativo de três equipes trabalhando em três cidades. Neste projeto o diagrama inicial ilustra nodos (nós, *metaballs*) que representam elementos funcionais. Embora a forma tenha sido afetada pelo ambiente do entorno, o edifício é uma massa compacta onde as unidades iniciais ainda podem ser identificadas.



3.5-2A/B/C – Greg Lynn. Presbyterian Church, New York (1999). Diagramas digitais



3.5 – 1A – Bernard Franken. Bubble Pavilion, Frankfurt (1999)
A tradução da junção de “dois pingos d’água” para um edifício



3.5 – 1B– Bernard Franken. Bubble Pavilion, Frankfurt (1999)
Análise pelos métodos finitos; Análise Gaussiana da superfície; Painéis de vidro.



3.5 – 1C – Bernard Franken. Bubble Pavilion, Frankfurt (1999)
Vista da obra construída

3.4.2 Da dinâmica espacial do percurso para uma arquitetura dinâmica

Eisenman propõe um 'olhar retrospectivo' como uma antropomorfização do objeto, o deslocamento da visão como resultado de um discurso externo que não seja determinado nem pela expressão do desenho nem pela função.

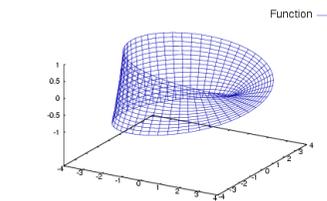
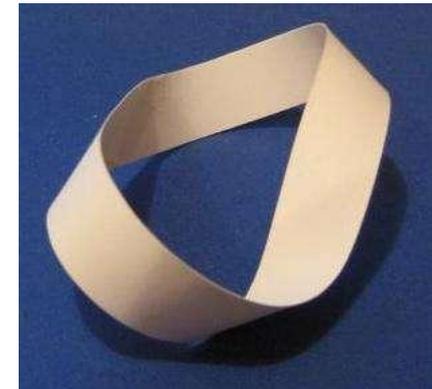
Nesta busca por outras espacialidades, a arquitetura encontra em conceitos exógenos como a fita de Moebius (imagem 3.5 – 3), para buscar uma continuidade ininterrupta entre interior e exterior, e nas figuras de Klee (imagem 3.5 - 4) usadas por Deleuze, para demonstrar essa possibilidade de continuidade com a idéia da 'dobra'. Deleuze interpreta Leibnitz, para explicar o deslocamento do ponto de vista: um novo "estatuto do sujeito" e sua relação com o mundo que o cerca.

De acordo a Eisenman, os espaços dobrados de Deleuze articulam uma nova relação entre o horizontal e vertical, figura e fundo, dentro e fora – conceitos articulados pela visão tradicional. "Ao contrário do espaço da visão clássica, a idéia do espaço dobrado impede o enquadramento em prol de uma modulação temporal. A dobra não privilegia mais a projeção planimétrica, mas uma curvatura variável". (Eisenman, 1993: 5)

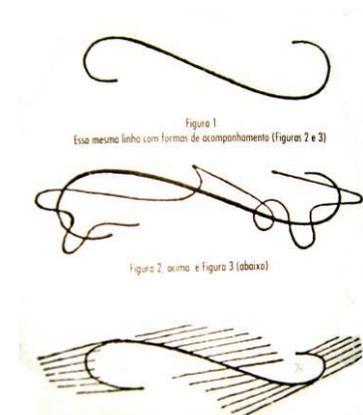
Pode-se perceber, neste discurso, aproximações às *features* e comandos dos programas de modelagem, *render* e animação: desde as superfícies de curvaturas variáveis, o enquadramento da câmera e os percursos que uma *spline* pode definir, gerando visões inusitadas em um programa de animação a partir de uma seqüência linear e narrativa ou buscando vistas e percursos inusitados.

Os programas de *render* e animação têm instalado em sua funcionalidade, inicialmente, seqüências lineares e narrativas em um tempo estabelecido por frames e percursos. São os *frames* como imagens estáticas com pontos de vista definidos a critério do projetista, que geralmente escolhe o observador em um plano horizontal ou os conhecidos 'vãos de pássaros' – vistas aéreas – (câmera e *target*). São Imagens técnicas que podem ser manipuladas com camadas de superfícies digitais definindo texturas (materiais), propriedades físicas (brilho, luz, opacidade, etc.) circundadas por um contexto (background) existente ou imaginário.

É possível movimentar-se em torno ao modelo digital, circundando um objeto, por exemplo, (arquiteturas) pelos lados, por cima por baixo - orbitando em todas as direções. Aproximar-se ou afastar-se do objeto (zoom in/zoom out) atravessar paredes, gerar percursos (*walktrouth*) transformar escadas em rampas. Também é possível, partindo de um conjunto de frames - 30 frames por segundo,



3.5 – 3 – Fita Moebius



3.5 – 4 – Figuras de Klee

por exemplo - gerar animações através de percursos estabelecidos pelo programa, (walk-path e orbit-path) ou pelo projetista a partir de uma spline (spin-path). As regras implícitas nos programas, embora definidas inicialmente em um espaço cartesiano, já podem ser extrapoladas para o espaço com percursos das *Splines*.

A partir dessas limitações e restrições dos programas o arquiteto procura transgredir os scripts existentes, gerando novos scripts inusitados, procurando dar um sentido projetual ao significado das operações computacionais.

Um aspecto que Deleuze enfatiza sobre o aspecto 'afetivo' da Dobra, se contrapondo ao 'efetivo' é interpretado por Eisenman como se opondo ao espaço formulado por 'quatro paredes'; a dobra, diz ele, é "mais radical que a de um origami, porque não contém qualquer tipo de seqüência linear e narrativa; [...] A dobra altera o espaço tradicional da visão". (Eisenman, 1993: 5)

Enquanto o espaço 'efetivo' "funciona, abriga, é significativo; enquadra, é estético", o espaço 'afetivo' é mais que 'razão, significado e função', é necessário que se mude a relação entre o desenho e o espaço real.

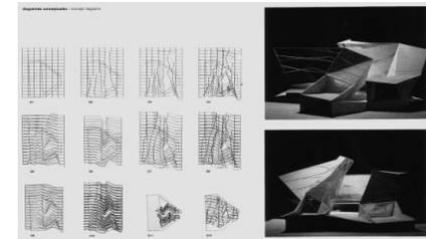
Eisenman descreve seus projetos dobrados como sendo "um primeiro passo", no sentido de interpretar a nova 'visão' entre o desenho e o espaço real.

"Neles (os projetos), o sujeito entende que – ele ou ela – não pode mais conceituar a experiência do mesmo modo que fazia na grelha espacial. Os projetos tentam provar este deslocamento do objeto do espaço efetivo: uma idéia de espaço presente" (Eisenman, 1993: 5)

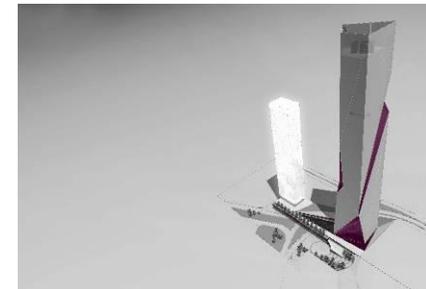
Ao referir-se ao projeto do Alteka tower, onde faz um deslocamento da grelha ortogonal cartesiana, "os desenhos teriam pouca relação com o espaço que está sendo projetado. [...] as linhas desenhadas são dobradas com alguma lógica primordial, como se fossem partes de uma dobra da teoria da catástrofe de René Thom". (Eisenman, 1993: 5) (imagem 3.5 – 5)

Ele pressupõe que "quando o ambiente é inscrito ou dobrado desta forma [...] não se requer mais (do indivíduo) que entenda ou interprete o espaço. [...] Só é necessário que se perceba o fato de que outra ordem existe; a própria percepção desloca o sujeito cognoscente". (Eisenman, 1993: 6)

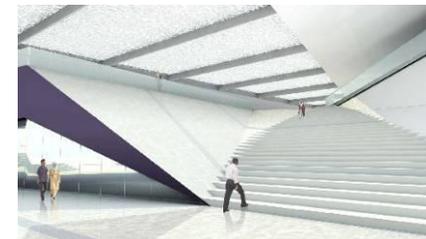
O deslocamento do desenho e da função procurado através de outras "visões" propiciadas por formas irregulares, informes, gerando espaços que causem estranhamento em relação ao espaço



3.5 – 5A – Peter Eisenman. Alteka Tower, Tóquio (1991)
Esquemas geométricos



3.5 – 5B – Peter Eisenman. Alteka Tower, Tóquio (1991)
Modelo tridimensional



3.5 – 5C – Peter Eisenman. Alteka Tower, Tóquio (1991)
Vista interior

tradicional, está, no entanto, extremamente dependente das operações dos programas de modelagem vetoriais de formas complexas.

Uma pergunta permanece: a fuga do ortogonalismo permitida pelos programas de modelagem de formas complexas é de fato a resposta da arquitetura às formulações e idéias de Deleuze sobre a dobra? Essa interpretação às vezes literal da 'dobra', que por vezes busca o estranhamento por parte do sujeito em relação ao objeto, urge por um caminho da arquitetura. Uma arquitetura que se encontra na periferia de um mundo em transformação, onde as necessidades e desejos humanos não estão ainda sendo atendidos.

O espaço arquitetônico é uma intenção durante a conceituação do projeto, um resultado na concretização do projeto e uma sensação plástica na materialização da obra.

O aspecto sensorial qualifica o espaço. Na década de 1920, Le Corbusier, influenciado pelas idéias de vanguarda da época, oriundas do cubismo e da estética De Stijl (Frampton, 1993: 145-150 e 152), já se refere à relação espaço-movimento-objeto; em seu texto do “*Vers une Architecture*” sobre a ‘Ilusão das Plantas’, enfatiza a tridimensionalidade da arquitetura, referindo-se ao eixo do observador, à luz, aos volumes, ao espaço como ‘sensação sensorial’. (Le Corbusier, 1989: 133)

O conteúdo espacial de um projeto transcende a representação gráfica que se faz do mesmo, no entanto, a aproximação efetuada em um enfoque meramente visual, de linguagem gráfica e de analogia com a realidade percebida, é suscetível de refutação quando se aprofunda nas características dos programas de computador e nos diferentes conceitos e estratégias projetuais que podem ser assumidas durante a concepção do projeto. O conceito de espaço dinâmico do modernismo sofre profundas transformações nos conceitos e 'programas' na arquitetura contemporânea, com gênese em técnicas de animação dos programas computacionais. A dinâmica espacial e formal incorpora os conceitos de metamorfose e de informe, possibilitados pela mídia digital.

A transformação formal, durante o projeto generativo, e a transformação espacial, através de dispositivos sensoriais do projeto interativo, são decisões do projetista. Implicam numa interação grande do projetista com as ferramentas computacionais e com o programa de arquitetura, podendo incluir ou excluir o sujeito que irá vivenciar esses espaços. Passa-se da dinâmica espacial da arquitetura, do percurso definido pelo ponto de vista, de um observador ou de uma *promenade* arquitetônica para o conceito de uma 'arquitetura dinâmica'.

O conceito de informe de Bataille, na primeira metade do século XX, considerava o universo como formado por quantidades sem forma (informe). A idéia de Bataille foi confirmada; sabe-se, agora, que de fato o universo não tem uma forma definida: é informe. De acordo às idéias de Bataille, a complexidade do universo não pode ser reduzida e matematizada de um modo convencional, com a pureza determinista da física newtoniana. Para ele, "o informe era uma tentativa de descobrir estruturas latentes sem ter que recorrer a uma definição exata e precisa, sem necessariamente 'vestir' matematicamente os objetos com descrições geométricas". (Florio, 2005: 188)

A natureza do trabalho do arquiteto exige a descrição geométrica do projeto para que se constitua em construção. Até duas décadas atrás, a construção de arquiteturas que não tem uma forma definida, era uma atividade de difícil execução, pois o 'informe' dificultava traçar sua geometria.¹³⁹ Precursor das formas 'blobs', o arquiteto Frederick Kiesler, na residência *Endless House* (1950-1961), estudou as formas 'ovoides' por meio de telas metálicas revestidas de concreto para moldar geometrias que não podiam ser reduzidas a uma descrição geométrica simples.

Sabe-se que a forma e sua tectônica é condição para viabilizar construtivamente uma arquitetura; e que essa viabilização passa pela geometria e pelo desenho: o que pode ser geometrizado pode ser desenhado. Os programas computacionais assumem um papel forte na exteriorização dessas formas através de sua construção.

A tecnologia da fabricação digital está reconfigurando radicalmente a relação entre a concepção e a produção de arquitetura, criando uma inter-relação entre o que pode ser concebido e o que pode ser construído. Processos generativos digitais estão abrindo novos territórios na exploração de conceitos, formas e tectônicas destas formas, articulando a morfologia e topologia arquitetônica focada em propriedades emergentes e suas adaptações. Isto habilita o projetista a produzir e executar formas muito complexas que, até a pouco tempo, não poderiam ser projetadas e construídas com os meios tradicionais.

¹³⁹ (ver nesta tese *Projeto Digital - 2ª Geração de arquitetos artistas e arquitetos do início do século XX*)

3.4.3 A geração da forma arquitetônica como uma arquitetura dinâmica

Os novos aportes ao projeto arquitetônico baseado em técnicas digitais aplicam vários conceitos, tais como Animação (*Animation form* com as suas técnicas de *Keyframing*, *Morphing*, *Forward e Inverse Kinematic*, *Particle System*, *Keyshape Animation*); Projeto Paramétrico (Parametric Design), Polisuperfícies Isomórficas, (Isomorphic Polisurfac, também conhecidas como *Blobs*); Sistemas Evolutivos (*Evolutionary Systems*) e Gramática da Forma (Shape Grammars).

Na análise destas técnicas, Oxman, em seu ensaio de 2007, sobre "*Generating architectural shapes in the Digital Age. Generative design for a new architecture?*", demonstra que o computador em alguns casos tem se tornado um co-protagonista da concepção e idealização do trabalho arquitetônico, quase um 'co-projetista'; um colaborador na definição da forma arquitetônica.

Na pesquisa de novas e complexas formas (*shapes*), que a arquitetura foi capaz de expressar nas últimas décadas, o arquiteto da era digital pode ter contato e aproveitar ferramentas inovadoras, a fim de explorar formas arquitetônicas desconhecidas e mais complexas, com referências não arquitetônicas, como é o caso de Frank Ghery, que se inspirou na modelagem de uma cabeça de cavalo (*head horse*), criada inicialmente para uma residência e que foi aplicada ao DG Bank em Berlim.

A aproximação ao projeto arquitetônico baseado nestas técnicas digitais, tem resultado no denominado "projeto generativo", isto é, a 'morfogênese digital', introduzindo no âmbito da arquitetura, novos conceitos e processos projetuais, tanto no pensamento teórico quanto no ofício do arquiteto.

Estas técnicas (dispositivos e comandos) inseridas nos programas computacionais são introduzidas no meio arquitetônico a partir de programas da indústria cinematográfica, como o software *Maya*, por exemplo, e da indústria de Jogos (*Games*), como o software *Blender*. Estes softwares possibilitam metamorfoses em objetos e entre objetos; ou articulações dinâmicas entre as partes de objetos, ou ainda, a aplicação de forças externas ou internas ao objeto.

A capacidade desses instrumentos digitais para gerarem novas arquiteturas, depende em grande parte da habilidade de percepção e cognitiva do projetista. Esta capacidade individual sempre foi essencial na qualidade da arquitetura. Os instrumentos digitais podem mudar e, eventualmente, reduzir a responsabilidade e o papel do projetista na geração da forma arquitetônica. Os métodos digitais, ferramentas e técnicas tem se tornado central ao próprio processo de projeto. "Nos estamos

observando emergir novos processos que mudam pressupostos da teoria do projeto tradicional" (Oxman. 2007:1). Esta questão levantada por Oxman, em relação ao papel do projetista na era digital, assume um papel relevante quando se trata do ensino de arquitetura. Conhecer a ação dessas técnicas e o resultado obtido em algumas arquiteturas e experimentações arquitetônicas é uma das condições para se efetuar uma crítica e um uso consistente no ateliê de projeto.

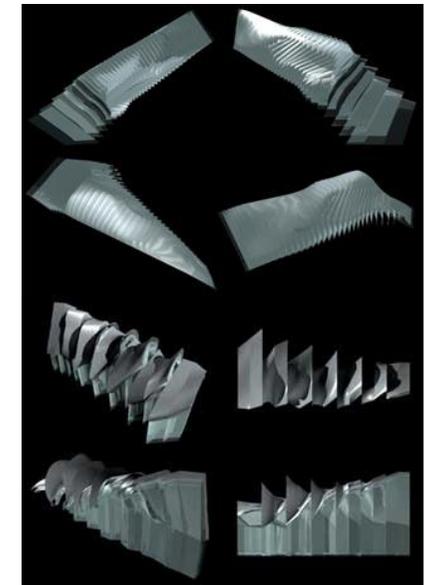
3.4.4 Técnicas geradoras das 'arquiteturas dinâmicas'

As técnicas de animação utilizam a interação e inflexão de vetores e forças em um campo criativo e em uma seqüência temporal aberta. Este último é possível incluindo uma quarta variável, o tempo, no processo de projeto, além das três dimensões tradicionais. A 'Força', como uma condição inicial, torna-se a causa, tanto do movimento, quanto de inflexões específicas da forma. A simulação dinâmica leva em consideração os efeitos das forças no movimento de um objeto ou de um sistema de objetos, especialmente a 'força' não originada no próprio sistema: são definidas as propriedades físicas dos objetos, tais como massa, elasticidade, estática, atrito cinético entre outras; são aplicadas forças da gravidade ou do vento; são especificadas forças de colisão e de detecção de obstáculos e simulações dinâmicas computadorizadas. Portanto, a forma pode estar sujeita a uma evolução contínua, pelo uso da animação e de técnicas de simulação de força, que podem representar fluxos de pessoas ou de tráfego, fenômenos meteorológicos ou qualquer outro tipo de força.

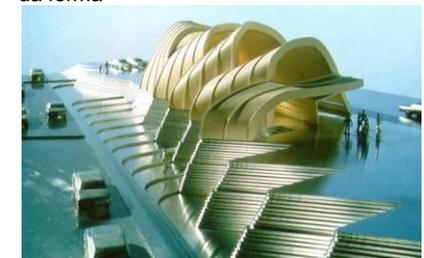
A mudança do determinismo para uma espécie de imprecisão, incerteza, se torna essencial quando se trata com o desenvolvimento deste tipo de projeto dinâmico.

Entre as técnicas de animação mais usadas encontra-se o **Keyframing**, que é o processo de assinalar valores aos parâmetros em momentos específicos, para quadros (*frames*) específicos em uma seqüência animada. O sistema está baseado na noção de que, o objeto possui uma condição inicial e poderá ir sofrendo transformações ao longo do tempo, em posição, forma, cor ou qualquer outra propriedade, para resultados diferentes na forma final.

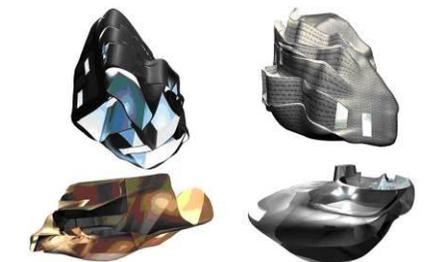
O projeto da "*Hydrogen House*" de Greg Lynn, em Schwechat, Áustria, 1996, é um exemplo do uso desta técnica. A H2 é uma casa projetada como um centro multi funcional de visitação como um 'display' de uma nova tecnologia de energia solar. O projeto do edifício utilizou softwares de simulação



3.6 – 1A - Greg Lynn. Hydrogen House, Schwechat, Austria (1996). Estudo digital da forma



3.6 – 1B - Maquete física do projeto



3.6 – 2 - Kolatan and Mac Donald. Chimerical Housing project (1999).

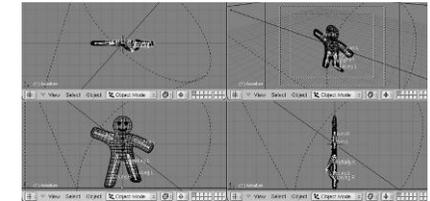
durante o processo de geração da forma final. A fachada norte do edifício foi modelada a partir da simulação de um carro em movimento numa autoestrada. (imagem 3.6 – 1)

O comando **Morphing**, conforme descrito anteriormente, corresponde a um efeito especial utilizado em animações, cujo princípio operativo é transformar uma imagem em direção à outra diferente através de uma transição (*seamless*), permitindo interpolar formas intermediárias entre a forma inicial e a final. Esta forma intermediada é uma 'forma borrada', 'entre' duas formas, um híbrido que apresenta estágios ao longo de uma trajetória. É uma técnica particular de modelagem temporal, na qual, formas diferentes são misturadas produzindo uma seqüência de formas híbridas. (Flório, 2005: 213) (imagem 2.3 – 8)

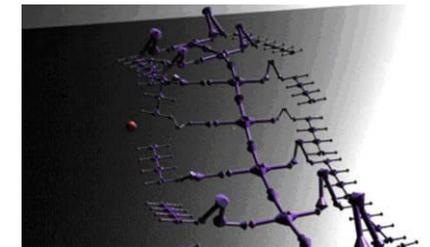
O projeto inicial da “Chimerical housing” de Kolatan e Mac Donald (1999), é exemplo, de utilização dessa técnica, para projetos experimentais no processo, a longo prazo, de um programa de arquitetura para casas pré-fabricadas geradas a partir da customização das formas intermediárias do *morphing*. Essas casas foram selecionadas de uma série de variantes projetadas digitalmente. As casas exploram a questão da construção em série e da composição orgânica no projeto de arquitetura, a partir de três níveis: A relação dos processos digitais com sua capacidade de várias interações; as transformações nas formas orgânicas e o cruzamento das duas. (imagem 3.6 - 2)

Outra das técnicas de animação, utilizadas na computação gráfica, na robótica e na área de animação é a **Forwards e Inverse kinematics** (cinemática inversa) que possibilita criar animações dinâmicas para esqueletos com qualquer número de articulações. Cinemática é o estudo dos movimentos, sem levar em consideração as forças que os causam, ou seja, preocupa-se apenas com a posição, velocidade e aceleração dos corpos. Estuda o movimento de um objeto ou um sistema hierárquico de objetos sem levar em consideração a massa ou as forças que atuam sobre elas.

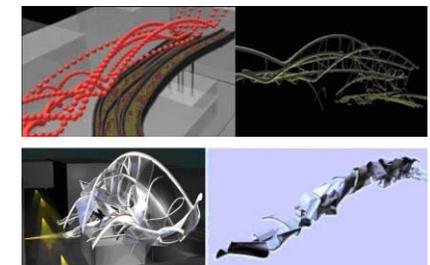
O *Fowards kinematics* consiste em uma estrutura hierárquica onde cada objeto possui um nível de importância, fazendo com que todos os demais objetos, de nível inferior na hierarquia, acompanhem suas modificações de dimensionamento, translação e rotação. Já o *Inverse kinematics*, tem como característica básica a sua inversão hierárquica, ao contrario da *fowards knematics*, fazendo com que o elemento de menor nível hierárquico atue como o de maior nível, controlando os elementos de nível superior. (Lucena, 2002: 21)



3.6 – 3 - Modelo digital de uma pessoa: RCPs



3.6 – 4 - Greg Lynn, House prototype in Long Island, New York.



3.6 – 5 - Greg Lynn, Port Authority Gateway, New York (1997).
Esquema para o terminal de ônibus

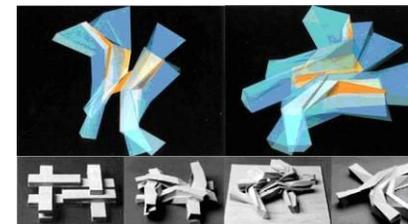
Essas duas técnicas são utilizadas para realizar a animação de esqueletos que, por sua vez, são utilizados para animar personagens.¹⁴⁰ Os personagens usados nos modelos digitais arquitetônicos para dar 'vida', escala e movimento ao espaço arquitetônico, são conhecidos como RPCs. (imagem 3.6 – 3)

O *Blender* e o *3D Studio Max* possuem funcionalidades avançadas e bibliotecas para trabalhar com cinemática inversa, na criação de modelos 3D. O software *3DstudioMax*, tem uma ferramenta, o *Character Studio*, que proporciona uma geração automática de esqueletos inteligentes. São técnicas de animação que provem da área de jogos, na animação de personagens e em pesquisas na área acadêmica. Estes programas e ferramentas estão disponibilizados no ateliê de projeto.

No projeto de Greg Lynn, House prototype in Long Island, esqueletos com um envólucro global são deformados usando “knematics inverse” sob a influência de várias situações de forças induzidas”. As formas são criadas por forças com direção linear ou radial e com a inclusão de diversos parâmetros para aceleração e turbulência. (imagem 3.6 - 4)

A técnica conhecida por **Particle System** (Sistemas de partículas) se refere a um conjunto de partículas mínimas que servem para modelar algum objeto a partir de um procedimento de modelagem em constante movimento. Os modelos gerados não possuem superfícies suaves bem definidas e não são objetos rígidos, eles são dinâmicos e fluidos.

O projeto para uma cobertura de proteção para as rampas de um terminal de ônibus no “Port authority Bus terminal NY”, de Greg Lynn, oferece um exemplo do uso do *Particle System* para visualizar o gradiente invisível dos campos de atração presentes no sítio. Lynn introduziu partículas geométricas que alteram sua posição e forma, de acordo com a influência de forças que simulam o movimento de fluxo de pedestres, carros e ônibus através do sítio, cada um com velocidades e intensidades de movimento diferentes. Partindo do estudo de partículas, ele capturou quadros de fases de ciclos de movimento por um período de tempo. (imagem 3.6 - 5)



3.6 – 6 – Peter Eisenman. BFL Software Limited, Bangalore, Índia (1996)

¹⁴⁰ SIKS - *Simple Inverse Kinematics System* - Frederico Ferro Schuh¹, Leandro De Lima Martins¹, Isabel Harb Manssour¹ PUCRS– Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Informática - <http://www.inf.pucrs.br/~manssour/Publicacoes/SIKS.pdf>

Keyshape Animation é uma técnica de animação que gera formas chamadas "Keyshape". Na animação de Keyshape, as alterações na geometria são registradas como *keyframes* e o software calcula os estados 'in-between'.

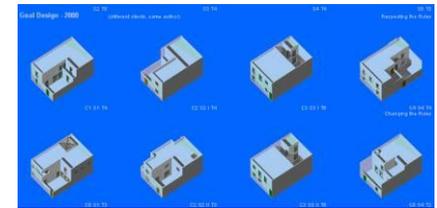
Depois que os shapes são definidos em cada keyframe, o software cria formas interpoladas em quadros 'in-between'. Uma característica importante da técnica é que cada *keyshape* deve ter o mesmo número exato de pontos definidos em sua superfície. Peter Eisenman usa esta técnica para o "BFL software Limited, em Bangalore Índia (imagem 3.6 - 6)

3.4.5 Gramática das formas (*Shape Grammars*) e Sistemas Evolutivos (*Evolutionary Systems*)

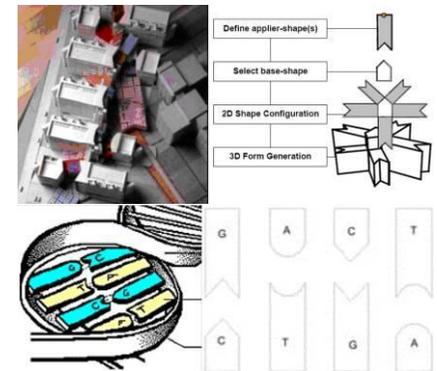
A Gramática das formas (*Shape Grammars*) é uma abordagem formal generativa que tem sido aplicada para criar formas arquitetônicas. Sua origem é atribuída ao trabalho de Stiny¹⁴¹. É uma metodologia precisa no meio visual para gerar linguagens de projeto e também pode ser usada analiticamente, como uma engenharia reversa, para caracterizar e classificar projetos e padrões de projeto, referidos em estilos arquitetônicos.

Como pode ser visto na parte I da Arena Teórica, as raízes conceituais foram lançadas, na década de 1960 à partir dos métodos de projeto. No livro "A lógica da arquitetura" de William Mitchell, publicado em 1990, pelo MIT, o autor desenvolve "a noção de mundos projetuais que provêm elementos gráficos que podem ser manipulados de acordo a regras gramaticais." (Mitchell, 2008:14)

Gramática da forma é um mecanismo generativo com base em regras de composição formal. Atualmente está ocorrendo a mudança do foco do projeto da composição espacial para a incorporação de propriedades tectônicas e morfológicas. Nesse sentido as definições da gramática tem avançado em um sentido menos compositivo e mais topológico.



3.8 – 1 - Diagramas feitos por José Pinto Duarte mostrando a derivação de um único projeto usando a gramática das formas, aplicado ao projeto de Álvaro Siza - Casa da Malagueira, Portugal de 1998 (2001).



3.8 – 2 - Peter Eisenman. Biocentrum, Frankfurt (1996). Eisenman usou quatro formas distintas para os quatro blocos do projeto, geradas pela manipulação da representação do DNA humano.



3.8 - 3 - John Frazer. Pseudo-Organisms (1995).

¹⁴¹ George Stiny, teórico de projeto e de computação, integrou-se ao Departamento de Arquitetura da UCLA em 1996. Graduou-se no MIT, na UCLA, onde recebeu PhD e engenharia. Sua contribuição particular ao campo foi a invenção e refinamento da idéia da gramática da forma, e seu trabalho se mantém como uma crítica a grande maioria dos programas gráficos de projeto existentes.

Os componentes básicos da gramática das formas são shapes como pontos, linhas, planos e volumes; são a descrição de formas espaciais. “Regras da forma” (shape rules) são operações (rotação, translação, escala, reflexão) e transformações espaciais (adição e subtração).

Conjuntos de regras formais são aplicadas passo a passo, (*step-by-step*) para gerar um conjunto de projetos. Tem sido aplicada para gerar novos projetos ou para analisar projetos existentes. Um exemplo do uso da gramática da forma é na casa Malagueira de Álvaro Siza e no BioCentrum de Eisenman. (imagem 3.8 – 1 e imagem 3.8 – 2).

Siza projetou blocos residenciais usando um conjunto de regras simples. O projeto de Siza tentou criar um sistema que pudesse acomodar diferentes necessidades dos ocupantes. O professor Jose Duarte¹⁴² desenvolveu um trabalho investigatório, apropriando-se destas regras e usando a gramática da forma para gerar projetos alternativos.

Os Sistemas Evolutivos (*Evolutionary Systems*) propõem um modelo de evolução da natureza como processo de gerar formas arquitetônicas. O modelo interativo de computador cria uma arquitetura virtual evolutiva em resposta a uma alteração do ambiente. Nesta abordagem a evolução genética da forma está baseada em regras, definindo o código genético de uma grande família de objetos.

No modelo evolutivo de projeto a forma emergente é considerada como sendo resultado de um processo evolutivo. A geração da forma é derivada de um código genético interno que substitui a interação tradicional com a própria forma.

Os principais problemas de usar algoritmos genéticos no projeto são definir um conjunto de regras generativas e definir sua evolução e desenvolvimento de modo que eles possam ser mapeados para um contexto específico. Um grande número de etapas evolucionárias pode ser gerado em um curto espaço de tempo e as formas que emergem são freqüentemente inesperadas. (imagem 3.8 – 3)

3.4.6 Entre a concepção do projeto e a construção: o 'objeto', como modelo digital. Processos generativos. Sistemas Interativos.

¹⁴² José Duarte desenvolveu uma pesquisa analisando as obras de Siza a partir da gramática da forma. Publicou o livro Personalizar A Habitação em Série: Uma gramática discursiva para as casas da Malagueira do Siza Ed. Tusch, 2007.

Entre as técnicas e métodos utilizados no processo de projeto de arquiteturas contemporâneas, três terminologias estão entrando também com força como ferramentas de controle na geração da forma, porém com conceitos e características diferentes das técnicas de animação descritas acima.

Estas terminologias utilizadas como ferramentas digitais, são o Modelo Paramétrico (*Parametric Model* – PM); o Modelo de Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM) – e a Fabricação Digital. Nem o Modelo Paramétrico, nem o sistema BIM são métodos totalmente novos. Gehry e outros arquitetos vêm utilizando a mais de uma década, e a SOM (Skidmore Owings & Merrill) tem utilizado um formato mais rudimentar de BIM por mais de 25 anos.

Embora, em alguns momentos, se interliguem durante a concepção e produção da arquitetura, são tecnologias com características diferenciadas. O Sistema BIM pressupõe Modelo Paramétrico em sua funcionalidade, porém nem todo Modelo Paramétrico pressupõe a tecnologia BIM.

Os sistemas BIM abrangem um conjunto de programas e aplicações computacionais, que incluem sistemas e subsistemas de análise, de estrutura, mecânicos, de automação e controle da construção, de gestão, entre outros. Todos esses programas já existiam, alguns desde a década de 1960 e 1970, a diferença é que, depois da programação orientada ao objeto e da geometria topológica computadorizada, eles puderam ser integrados a um modelo digital 3D.

O BIM é um sistema preparado para construção (CAD/CAM) através da fabricação digital, (CAD/CAM/CNC), no entanto, nem sempre isso acontece. É possível fabricar elementos através da prototipagem rápida sem necessariamente o objeto ter sido projetado através da tecnologia BIM.

Embora sejam associados a questões de alta *performance* e produtividade durante a elaboração do projeto, o 'Projeto Paramétrico' tem uma ação forte na geração da forma e o BIM tem um vínculo com as técnicas de Prototipagem Rápida que conduzem à 'Fabricação Digital'.

No entanto, como poderá ser visto nos exemplos, pelas suas características, afetam profundamente a concepção e a produção da arquitetura.

Observa-se atualmente a tendência de englobar todas essas tecnologias através de sistemas integradores de aplicações e programas computacionais. Esta abordagem conduz à produção de uma arquitetura em que concepção e construção interagem desde o processo de idealização até a conclusão da obra, e depois de finalizada, pode ser avaliada, na etapa conhecida como APO (avaliação pós-ocupação).



3.7 – 1 – Marcos Novak. Paracube
Parametric architecture (1997-1998).

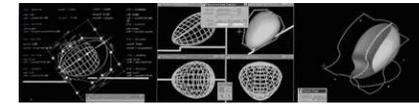
O Projeto Paramétrico atua diretamente nas duas primeiras etapas: de projeto e planejamento da execução da obra. Na etapa da construção, está inserido indiretamente, através dos parâmetros nos programas de BIM. As informações armazenadas na base de dados do Sistema ainda podem contribuir para a 'vida' e manutenção da edificação. O projeto paramétrico está intrinsecamente vinculado ao desenvolvimento da tecnologia BIM.

BIM organiza a informação em um ou mais bancos de dados; e o projetista não desenha diretamente, mas entra com informações de diferentes formas e em diferentes bancos de dados. Aparentemente, a interface do programa parece o ambiente gráfico de um CAD, porém, à medida que as entidades são "desenhadas", um conjunto de propriedades estão sendo geradas no banco de dados.

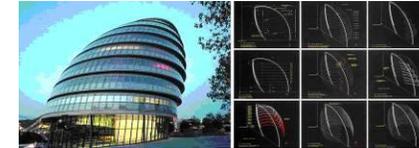
O princípio é semelhante aos programas *GIS* (SIG - Sistema de Informações geográficas) onde a entidade gráfica é a chave (Key) em que são linkadas todas as informações de diferentes naturezas, através de planilhas, tabelas, gráficos e textos. Qualquer input alfa-numérico afeta o modelo gráfico e todas as informações e reciprocamente qualquer alteração no modelo gráfico altera os dados descritivos. O modo como se organizam todos os dados gráficos e descritivos deve ser estabelecido a priori pelo projetista, e a estratégia adotada nesta organização caracteriza o 'poder' do programa.

O modelo é composto por 'objetos' digitais cujas propriedades são descritas como elementos físicos da construção; a construção do modelo corresponde à construção, parte por parte, da edificação (ou área urbana e paisagística), transformando-se na representação virtual da construção real (física) da edificação. Isto obriga o projetista a pensar desde o início em todo o processo construtivo, criando um forte vínculo entre o projeto e a construção. Uma prática que nem sempre é usual no processo de concepção do projeto, pois obriga que todos os conflitos espaciais e os problemas construtivos sejam resolvidos antes de surgirem com o desenvolvimento do projeto. Esta forma de pensar o projeto exige que o projetista saiba associar informação não visual com o objeto, pois para facilitar a manipulação dos documentos gerados, cada desenho, vista 3D, tabela ou planilha é gerada sob o mesmo formato de dados.

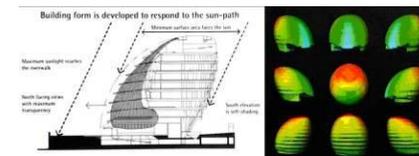
O armazenamento centralizado da informação vai acontecendo enquanto o projeto se desenvolve, e ela poderá ser usada em qualquer fase do projeto mais adiante. Isto facilita em que não se percam informações e na colaboração entre as diferentes equipes de profissionais que participam do processo de projeto. O modelo, ao incluir informações geradas pelo arquiteto, engenheiros, consultores,



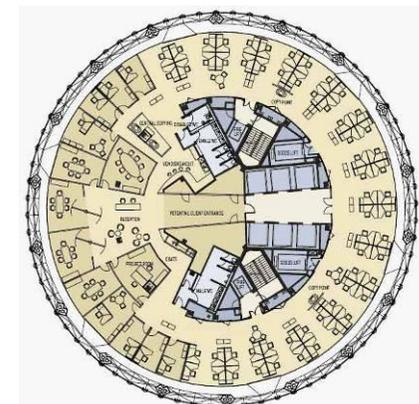
3.7 – 2A - Foster and Partners. City Hall, Londres (2002)
.Modelo paramétrico



3.7 – 2B - Nove fases da criação do modelo



3.7 – 2C – Estudo da incidência solar



3.7 – 3A - Foster and Partners. Swiss-Re Tower, Londres (2004)

fabricantes, contratante e outros, permite deixar as informações disponíveis a todos e estes poderem acompanhar o trabalho dos outros e resolver os conflitos durante o processo.

A natureza paramétrica dos 'objetos' BIM permite um numero relativamente pequeno de objetos para definir um numero ilimitado de elementos construtivos. Isto simplifica as 'tarefas' do projetista.

O projeto paramétrico estabelece a descrição algorítmica da geometria, utilizando modelos paramétricos durante o processo de projeto. Os arquitetos podem construir modelos matemáticos e gerar procedimentos que são condicionados por numerosas variáveis. Nos programas que possuem esta capacidade, o *input* declarado é o parâmetro de um projeto, e não sua forma (*shape*).

Pela atribuição de diferentes valores para os parâmetros podem ser criadas diferentes configurações ou objetos. Equações podem ser utilizadas para descrever inter-relações entre os objetos, definindo assim uma geometria associativa.

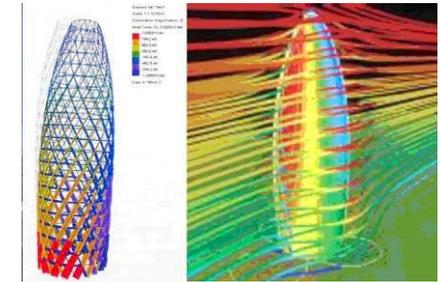
Dessa forma, se estabelecem interdependências entre objetos e a definição de comportamentos destes objetos durante as transformações formais. Um exemplo conhecido é o estudo de Marcos Novak em 1998 para uma Arquitetura Paramétrica – *Paracube* –. (imagem 3.7 – 1)

Neste projeto, um cuboide foi definido por seis superfícies paramétricas; cada qual com seu próprio sistema de coordenadas. O cubo comporta-se como um cubo topológico; ele foi programado para criar duas configurações diferentes: a da estrutura e a da pele de revestimento. A estrutura foi matematicamente submetida a uma extrusão na quarta dimensão, de maneira que pontos tornaram-se linhas, linhas tornaram-se polígonos, polígonos tornaram-se cubos, e cubos tornaram-se hipercubos.

Usando uma matriz de transformação, o objeto tetradimensional resultante foi rotacionado em torno de um plano tetradimensional. Ao projetar o objeto transformado de volta ao espaço tridimensional, este se torna uma estrutura de dimensões variáveis. A pele de revestimento não foi deslocada para uma quarta dimensão, mas remapeada para criar uma superfície não homogênea.

Isto quer dizer que o cuboide foi manipulado para criar formas, como um quadro estrutural e uma pele suave. As equações paramétricas que regem cada superfície foram compostas de modo que, uma variação em uma superfície causaria reações em superfícies adjacentes.

Outro exemplo de projeto paramétrico é o “New London City Hall” de Norman Foster e associados de 2002. A fonte de inspiração original para este projeto foi o formato de uma pedra e a



3.7 – 3B - Análise de forças (FEA) e análise do vento determinando a forma aerodinâmica



3.7 – 3B – O edifício construído

radiação solar foi usada como referência de parâmetro ambiental, no desenvolvimento da geometria e das soluções da casca.

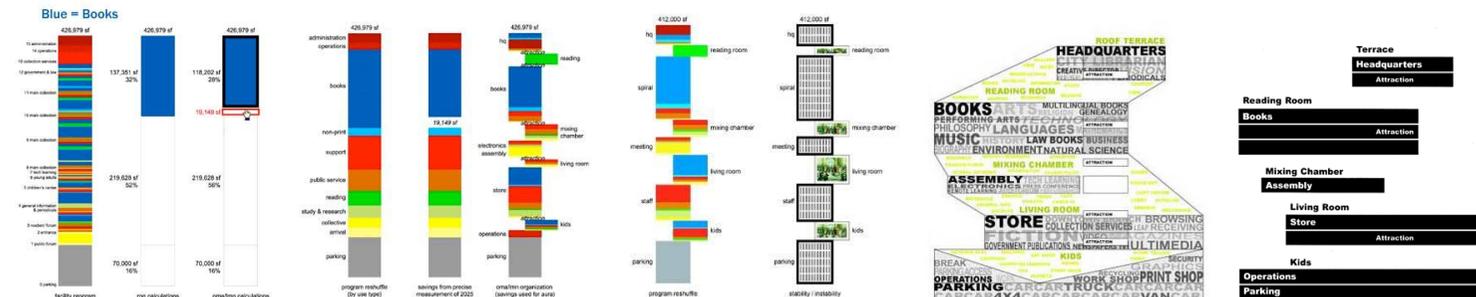
A operação computacional que deu início ao processo de concepção foi a escolha do modelo digital de uma esfera, porque sua superfície é menor do que a de outros sólidos com o mesmo volume. Foi estudada a interação entre o modelo digital e a incidência da luz solar; sua aparência foi sendo modificada buscando a eficiência através da modificação dos pontos de controle de sua superfície até obter a forma ótima para o desempenho energético. (imagem 3.7 – 2)

O projeto, de Foster, para um edifício de escritórios, "Swiss-Re Tower", Londres de 2004, também é um exemplo de uma modelagem através de projeto paramétrico. Ele tomou, como referência inicial, o layout otimizado para torre de escritórios de uma planta circular com a centralização do sistema de circulação vertical, instalações, (escadas, elevadores, sanitários) e a distribuição periférica das áreas de trabalho. Esta opção de distribuição e organização espacial é considerada como referência de otimização funcional no mercado de edifícios de escritórios. (imagem 3.7 – 3)

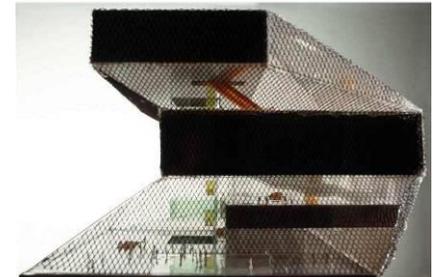
A partir da extrusão desta planta-tipo, parametrizando a estrutura e a ação de variações climáticas, foi otimizando as relações entre o shape e as informações na busca de um projeto onde a estética emerge da aplicação de critérios de desempenho estrutural e ambiental.

A forma aerodinâmica, não usual, do edifício, é o resultado da investigação em torno a um gradual incremento na curvatura, calculada por meio de um modelo paramétrico computadorizado; a seção cônica arredondada torna possível controlar os fluxos de ar em torno do edifício, e assim reduzir a quantidade de pressão do ar ao nível do quarteirão, enquanto o formato espiral do aço garante maior eficiência energética e intensidade de iluminação. (imagem 3.7 - 3)

A possibilidade de flexibilização do projeto, a partir da geração de formas, permite alterações a cada etapa do processo projetual de maneira interdependente, pois os outros parâmetros serão instantaneamente recalculados e rearranjados pelo software de acordo com a interação entre eles. É uma ferramenta utilizada atualmente, principalmente na pesquisa de soluções estruturais 'não-estandardizadas'. A rapidez das alterações permite que a produção em massa tenha, como produto final, projetos similares, não idênticos, mas relacionados como membros de um mesmo sistema.



3.7 – 4A - Rem Koolhaas (OMA). Proposta para Biblioteca Pública de Seattle (dezembro de 1999). Programa - plataformas - partido.



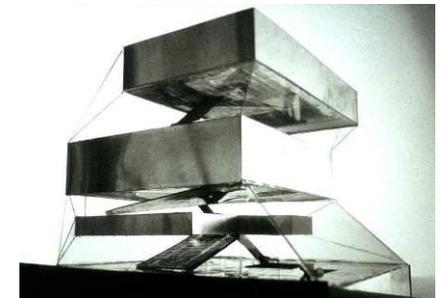
3.7 – 4B - Maquete física da proposta

A busca de sistematização, padronização, construção em série da arquitetura moderna para resolver problemas de habitação, e a crítica negativa justamente às conseqüências do uso destes princípios nas soluções arquitetônicas e urbanas, poderia ser um campo de investigação que ampliasse as alternativas projetuais e de custo das obras.

Atualmente, o projeto paramétrico é amplamente utilizado em projetos de engenharia onde a configuração formal (shape) desempenha um papel importante no projeto estrutural, mecânico e térmico. Oferece ao arquiteto uma potente ferramenta para gerar opções e alternativas, interagindo com o projeto em tempo real. A principal característica desse método é que a forma é gerada, e não desenhada; é procurada de acordo com a necessidade do projeto e não pré-concebida e adaptada. É uma ferramenta poderosa dentro do que se conhece como *form-finding* para a arquitetura.

Como exemplo destas propostas em processos generativos, pode ser incluído, também, o projeto de Rem Koolhaas (OMA) para a Biblioteca Pública de Seattle (dezembro de 1999) (imagem 3.7 – 4) e Vision Machine, em Nantes 1999/2000 do Nox. (imagem 3.7 - 5)

A utilização destes programas criou práticas pedagógicas em ateliês de projetos nos Estados Unidos, em que os procedimentos são organizados entorno das regras e métodos estabelecidos pelo programas de tecnologia BIM. É o caso, por exemplo, da Texas A& M university, a Ball State University, Antonieta Ângulo e Guillermo Vásquez de Velasco e o College of Architecture + Planning da University of Utah David R. Scheer, onde estas tecnologias são utilizadas em ateliês virtuais de projeto multidisciplinar e ateliês de fabricação digital que utilizam o software BIM como ferramenta pedagógica para a integração entre as disciplinas e a articulação curricular. Este é um dos exemplos mais



3.7 – 4C - Modelo Final do projeto



3.7 – 4D – Obra executada

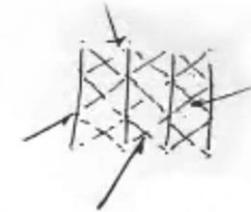
expressivos de um ensino de projeto completamente regrado não por um software, mas por um sistema de softwares que carregam consigo uma ideologia da teoria e do ofício do arquiteto.

Segundo David R. Scheer da Universidade de Utah, a simplificação das tarefas do projetista que a parametrização permite, abre espaço para a liberdade criativa. "Ele (o projetista) não precisa procurar em uma vasta biblioteca de elementos para encontrar algum que queira. Em vez disso, pode fazer o que quiser, a partir de um objeto paramétrico flexível, introduzi-lo como objeto em um sistema BIM. Regras complexas podem ser escritas, criando relações incorporadas ao objeto ou projeto automatizando parte do processo projetual". (Scheer, 2005: 2)

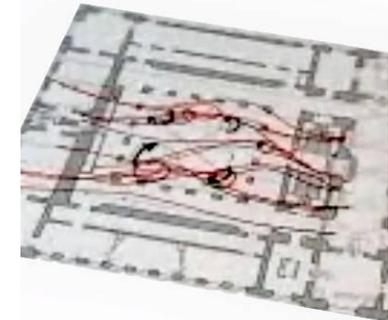
O software sempre necessitará de customização. Idealmente possibilita aos arquitetos customizar o projeto, seu próprio objeto e ferramentas. Alguns produtos BIM, diz Scheer, já permitem isso, porém para fazer uma utilização completa destas *features*, requer conhecimento em programação de computadores. Empresas que utilizam BIM já estão treinando programadores para customizar ferramentas, objetos e informações construtivas para fazer a integração com outras aplicações. Assim, a empresa de arquitetura do futuro necessitará especialistas com esse conhecimento para efetuar a comunicação do BIM com as ferramentas CAM. Os desenvolvedores necessitam fazer o sistema poder 'conversar' com estas outras linguagens de programação.

O projetista deve ter o controle sobre o modelo digital, ver o produto de seu trabalho, não apenas como desenhos e especificá-los para a construção, mas como 'informação'. Como um modelo de informação se torna central para o projeto, construção e operação nas edificações, Scheer faz a pergunta: "Quem possui e mantém este modelo? Arquitetos, construtores, consultores especializados?" Para ele o arquiteto deveria ser o candidato lógico a assumir esse papel. Entretanto, mudanças significativas acontecem ao assumir o gerenciamento do modelo digital. Mudanças estas, quanto à competência de assumir este papel, que requer a combinação de arquiteto projetista com o gerenciamento de um banco de dados.

Para realizar esta junção, o arquiteto deve assumir grande responsabilidade durante a construção. Scheer continua seu questionamento: "podemos nos convencer que o BIM nos induza a assumir essa responsabilidade adicional? Como podemos nós mesmos, ser persuadidos a sermos proprietários de um modelo digital de informações?"



3.7 – 5A - NOX. Visio Machine, Nantes (1999/ 2000) - Máquina x desenho



3.7 – 5B – Interação de dados



3.7 – 5C - Relação entre campos de força e curva



3.7 – 5D – Obra executada

Scheer, repensando o processo de projeto, alerta para o fato que as etapas tradicionais de um projeto não fazem mais sentido em um modelo digital desenvolvido dentro de uma tecnologia BIM. Devido à estratégia de armazenar informações em um banco de dados, BIM permite que o trabalho no projeto possa ser distribuído de diferentes modos. Primeiro, toda informação que entra (input) no modelo permanece até ser modificada ou deletada. A informação é continuamente adicionada ao modelo, que evolui continuamente de um modelo 'esquemático' para um modelo de 'documentação da construção'. Não existe uma transição demarcada, tal como é do desenvolvimento para a documentação construtiva. A informação neste modelo é mais facilmente manipulada, modificada e atualizada do que em arquivos de CAD. Isto pode ser visualizado e apresentado de diferentes maneiras para diferentes proposições. Um programa de dados, por exemplo, poderia gerar diretamente volumetrias que se tornariam o início do projeto. Um projeto que inicia direto como construção é um continuum de informação adicionada ao modelo. Algumas partes do projeto podem ser bem detalhadas enquanto outras ficarem em um nível mais esquemático.

Afeta a divisão tradicional entre projeto e produção. Esta divisão é fortalecida pelo fato de que os instrumentos que os projetistas usam (desenhos a mão, softwares de visualização) são diferentes dos utilizados para fazer os documentos para a construção (CAD, processadores de texto). O BIM potencialmente utiliza a mesma ferramenta em todas as fases do processo.

O modelo é uma simulação usada para avaliar sistemas físicos e comportamentais. Esta verificação, quanto mais automatiza os processos, mais necessita resultados precisos. Um projeto baseado em um modelo de informações centralizadas facilita a colaboração entre membros de equipes e demanda uma redefinição do tradicional papel do projetista e construtor. Ao exigir uma especialização diferenciada do projetista, afeta a formação do arquiteto. Scheer refere-se ao ensino nos cursos de arquitetura, salientando que: "As novas escolas não produzirão mais cadistas, mas terão que ter um grande conhecimento em construção para operar com BIM."

Ao mesmo tempo lembra que a "clara separação entre projeto e construção está institucionalizada. Arquitetos e construtores tem bases educacionais diferenciadas, diferente cultura profissional e diferentes pontos de vista sobre a edificação. (Scheer, 2005: 2)

Percebe-se na abordagem, dos processos generativos que a formação do arquiteto, poderá abranger novas atribuições e conhecimentos, transformando-se em um *toolmaker* (fazedor de

ferramentas). Não somente como operador de programas computacionais, mas como programador cujas informações programadas fazem parte do programa de arquitetura, estruturado em banco de dados descritivo e gráfico. As informações geradas na estruturação do banco de dados são a própria amálgama do modelo 3D. O programa computacional e o programa de arquitetura, pertencem ao mesmo modelo material processado na memória do computador. No caso do BIM a tectônica prevalece, os dados construtivos são prioritários. O 'programa' codificado na caixa preta flusseriana, é um 'objeto' integrando a concepção e a construção, como uma 'arquitetura possível'.

3.5 Conclusões

Os exemplos acima pertencem a um enfoque experimental, como foi o caso de Marcos Novak, ou a aplicação em uma arquitetura corporativa como é o caso de Norman Foster. Embora a simulação de modelos, buscando um alto grau de desempenho energético, pertença a aplicações antigas no âmbito da construção, uma aplicação como no caso de Foster, tem alto custo operacional, tanto do ponto de vista dos programas e programadores especializados, como na execução da obra.

No início da década de 1990, conceitos como 'efeitos', 'movimento', 'espaço' e 'forma', cotejados com as operações computacionais, geravam um cenário de fundo que permitia pensar a tecnologia digital dentro de um quadro referencial da arquitetura. Atualmente, parece necessário o desenvolvimento de uma nova teoria do projeto, no entanto sem relegar ao esquecimento pensamentos arquitetônicos que, são a base da maior parte das arquiteturas ainda projetadas na cidade.

Como foi observada na parte (3) da Arena Teórica, a técnica computacional foram introduzidas na arquitetura para gerar a forma através de duas vertentes; a manipulação formal como *shape* possível a partir de procedimentos que atuam na geometria da arquitetura pelo lado das possibilidades de gerar complexidade formal; e por outro lado, a geração da forma através de inputs de informações que fazem parte do aporte programático da arquitetura; como funções, atividades, usos, fluxos, pessoas, sitio e contexto, fluxos de pessoas, comportamento, construção e toda a informação que faz parte de um programa de arquitetura. São *inputs* codificados e manipulados pelos programas computacionais para gerar alternativas de outputs geradores da forma arquitetônica.

Na geração destas arquiteturas, as partes tradicionais compositivas dos elementos de arquitetura, facilmente identificáveis e legíveis, cedem lugar a uma arquitetura objetual, em que a fusão

e a contradição entre os múltiplos sistemas não podem ser sintetizados dentro de um único sistema unificado e harmônico. A contradição existente em um crescimento orgânico, assimétrico de formas complexas, fracionárias e amorfas faz com que, a interação entre formas tenha um alto grau de informação na maneira como seus componentes se diferenciam. Estas geometrias fractal, topológicas e dinâmicas, cuja descrição geométrica vetorial gera um aparente desequilíbrio, produz uma arquitetura onde transparecem dois componentes; o envoltório como uma 'pele' e a estrutura de sustentação que se esconde para que estas múltiplas peles, como máscaras, se comuniquem com o mundo. Uma pele que unifica fachada e cobertura recobrendo toda a edificação. Os programas e técnicas de prototipagem e fabricação digital e a exploração de novos materiais, possibilitam a concepção e execução destas arquiteturas.

A pergunta que se faz, e que irá exigir um debate contínuo por anos com o uso destas tecnologias, é de que modo elas podem influenciar a idéia inicial de projeto, e se seu uso está determinando o surgimento de uma nova linguagem arquitetônica.

Certamente hoje a ciência da computação está presente em cada atividade humana e muito no projeto de arquitetura. Neste campo, a redução de tempo e custo que as ferramentas de informação e os programas computacionais permitem no planejamento e realização de um trabalho arquitetônico em relação ao modo tradicional de projeto, é um benefício obvio; suas vantagens são tangíveis. No entanto, parece importante refletir sobre o 'abuso' que pode ocorrer, se as tecnologias não forem utilizadas com 'consciência crítica'.

Alguns projetistas, seduzidos com a velocidade e o poder de elaboração que os programas computacionais propiciam na representação e manipulação de formas tridimensionais complexas, têm abandonado 'a si próprio' para concepções arquitetônicas oníricas, às vezes formas digitais quase visionárias, às vezes se apropriando das novas geometrias da matemática. (Oxman, 2004)

Em função disso, muitas vezes, grande parte desses trabalhos não foram realizados, ou não são plausíveis de execução. Pergunta-se se esses trabalhos são excessivamente inovadores, e então não são capazes de serem assimilados pelo 'gosto' corrente, ou estão fora das regras funcionais e de construir, conseqüentemente, fora da prática de realização arquitetônica.

Segundo Rivka Oxman, a segunda hipótese, é a que prevalece:

"pensamos que algumas dessas formas foram concebidas em meados dos anos noventa. Portanto, após mais de uma década, a sociedade estaria pronta para receber uma sobrecarga de expressiva inovação. Provavelmente, a impossibilidade de ver essas arquiteturas projetadas, que permanecem somente no papel ou na tela, construídas, seja de contexto ou de execução, no lugar de sua representação efêmera na verdade virtual. (Oxman,2005:261)".

As tecnologias da informação e da comunicação representam um grande ganho para o projetista e como isso tem que ser pensadas e utilizadas em benefício da arquitetura. O arquiteto, projetista, inventor permanece o mesmo. É ele que estabelece as regras, para disparar ou desativar processos informativos generativos de novas formas. O próprio projetista é, sempre, quem escolhe o formato final entre alternativas propostas pelo software no dinâmico processo evolucionário. O 'programa' propõe e (ao mesmo tempo) responde às regras e ordens do projetista.

Certamente há arquiteturas nas quais é possível ver que o uso das ferramentas informáticas tem permitido ao projetista obter resultados apreciáveis do ponto de vista formal, como do desempenho energético, ambiental e de comportamento estrutural.

Mas em muitos casos podemos ver que o projetista perdeu seu papel original ou função original. Foi envolvido por uma ação projetual sem crítica, sobre as possibilidades dos programas computacionais, adotando simplesmente o aspecto da diversidade formal, consolidando formas expressivas somente pelo simples fato de usar meios inovadores.

A questão pertinente se refere a qual o papel do projetista em todas as injunções e operações que implicam em um projeto gerado no meio digital? Como focar no ensino de projeto, as mudanças que ocorrerão na prática pedagógica, onde os processos paramétricos e os programas de BIM, os programas gráficos vetoriais para gerar formas complexas, (Rhino, Maya) e os dispositivos de prototipagem rápida, já estão começando a fazer parte do ateliê de projeto?

Uma questão nos parece essencial: todos estes sistemas, 'programas' e processos precisam estar presentes no ateliê de projeto, para no sentido exploratório e experimental propiciar a reflexão e o diálogo com as novas gerações de estudantes, sobre os processos, a teoria de projeto e a função social da arquitetura na era digital.

ARENA EMPÍRICA

ARENA EMPÍRICA

4. UMA AUTOBIOGRAFIA INTELECTUAL

4. UMA AUTOBIOGRAFIA INTELECTUAL

A Arena Empírica, de acordo com a metodologia proposta, situa o tema da tese nas áreas de 'Arquitetura - Educação – Informática' no âmbito do ensino em 'ateliê de projeto de arquitetura', no impacto da tecnologia digital (software e hardware), considerando como hipótese que na era digital, os programas computacionais e os programas de arquitetura, não são neutros e tem uma interferência significativa no processo de projeto transformando a concepção e a produção arquitetônica, gerando produtos definidos pelo programa, com repercussões significativas no processo de projeto do arquiteto, e por conseqüência, no ensino de arquitetura.

Sabe-se que "A escolha do software é um compromisso com uma visão do mundo." (Grillmeyer, 1998) e que "Arquitetos programam não só volumes no espaço, lugares, lares, mas, sobretudo modos de vidas, e conseqüentemente vidas." (Fuão, 2006).

Dessa forma, salienta-se na tese, como pressuposto e com base em referencial teórico pertinente, a necessidade de uma 'consciência crítica' na utilização da tecnologia digital disponível, tanto do ponto de vista instrumental como das tecnologias de informação e comunicação disponíveis no ambiente WEB.

É sabido que o software não é neutro, e que diferentes softwares trazem inscritos diferentes formas de projetar. São programados com estruturas de *input e output* definidas por interfaces e linguagens de programação que atendem a enfoques, objetivos e conceitos determinados pela equipe de análise e desenvolvimento, isto é os programadores.

Vilém Flusser, um dos autores cujo referencial teórico embasa a crítica desta tese, aborda a questão de forma integrada abrangendo a tecnologia desde o mentor, o fabricante, o projetista, o programador e o usuário final. Desenvolve um raciocínio, a partir da fotografia, demonstrando as relações entre todas as partes que a compõem. Para isso, analisa a imagem, o aparelho, o gesto de fotografar, a fotografia, a distribuição da fotografia, a recepção da fotografia, enfim, todo o universo fotográfico. Salienta, no entanto, como principal, a questão dos programas e seus *inputs e outputs*, codificados em números dentro da *caixa preta*; no interior da qual são codificados em (e por) programas cujas regras são estabelecidas nesses inputs e outputs por aqueles que programam ou manipulam esses programas.

O programa gráfico é manipulado pelo projetista através de sua interface. A cada entrada (input) do projetista o programa “reage” com um output, que por sua vez responde com um novo input. Assim, se forma um ciclo constantemente alimentando pelas regras do projetista e pelas regras do programa. Nesse processo de retro-alimentação (feedback) o universo da arquitetura interage com o universo dos programas computacionais. E pela complexidade cada vez maior destes dois universos, o projetista avança no conhecimento da arquitetura e no domínio do programa.

É neste jogo de regras que muitas vezes prevalecem as regras ditadas por um ou pelo outro (projetista ou programa); e é também neste espaço, que se confrontam “modelos de pensamentos”. Flusser trata a questão dos modelos de pensamento dizendo que a "tese não é nova. Sempre se supôs que os instrumentos são modelos de pensamento. O homem os inventa tendo por modelo seu próprio corpo. Esquece-se depois do modelo, "aliena-se" e vai tomar o instrumento como modelo do mundo, de si próprio e da sociedade." (Flusser, 2002:73)

O autor pensa numa saída, para este "viver":

"viver que passa a alimentar os aparelhos e ser por ele alimentado, [...] numa sociedade programada onde o pensamento, o desejo e o sentimento vão adquirindo caráter de jogo em mosaico, caráter robotizado. Dentro desta ótica, ao considerar pela práxis que, 1. o aparelho [...] pode ser enganado; 2. os programas dos aparelhos permitem introdução de elementos humanos não-previstos; 3. as informações produzidas podem ser desviadas da intenção dos aparelhos e submetidas a intenções humanas; considera que liberdade é jogar contra o aparelho. [...] A conscientização dessa práxis dos programas é a abertura para a liberdade na vida do funcionário dos aparelhos. Uma reflexão necessária para se viver livremente num mundo programado por aparelhos". (Flusser, 2002: 75-76).

Flusser propõe a experimentação, pois os problemas que devem ser resolvidos são os da imagem, do aparelho, do programa e da informação. "Obrigado o aparelho a produzir imagem informativa que não está em seu programa." (Flusser, 2002:76)

Segundo Fuão, "o arquiteto deve desprogramar a programação fornecida pelo sistema". (Fuão, 2000: 3).

Parte de nossa atuação pedagógica se deu no sentido de acompanhar a utilização do software durante o processo de projeto do aluno, desenvolvendo reflexões e testando procedimentos que favorecessem o ensino-aprendizagem da arquitetura. Fez parte disso o rol de analogias criadas em torno dos comandos, instaurando outras relações que não aquelas para as quais o programa foi criado como, por exemplo, nas possibilidades, propostas em 1998: *grid*, *snap*: traçado regulador, medida, módulo, transgressão, esquema, eixos, simetria; layers “estratégicos”; *zoom in zoom out*, a escala, o geral e o particular, as partes e o todo do objeto ao urbano, proporção, tamanho, forma/imagem. Sistema de referência; *mirror*, *rotate*, *array*, *copy*, *offset*, simetria, eixos, equilíbrio, simetria-assimetria, composição periférica¹⁴³.

Uma das propostas desta tese, conforme salientado nos capítulos anteriores, é rever e atualizar esses conceitos e idéias à luz dos novos conceitos instaurados na Era Digital, através dos comandos, técnicas e funcionalidades dos softwares utilizados na atualidade, para modelar e gerar a forma arquitetônica, no denominado projeto digital. (Como por exemplo, *intersect*, *morphing*, *Nurbs* e outros).

Assim, a base empírica, que alimenta e contextualiza os conceitos e reflexões da Parte II, da tese, considera como Estudo de Caso a disciplina “Computação Gráfica aplicada ao Projeto”, de 1998 a 2007, e como antecedentes dessa prática pedagógica, exemplos de procedimentos em disciplina de projeto, de 1992 a 1998, baseados na experiência e na experimentação no ensino de projeto do Curso de Arquitetura da Unisinos (Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, Brasil).

4.1 O profissional arquiteto e o ensino de arquitetura

O uso da informática nos escritórios de arquitetura foi anterior à utilização acadêmica. E, de certo modo, este modelo rebateu-se nos cursos sem o acompanhamento de uma reflexão em torno das diferenças cruciais entre a ação projetual do profissional arquiteto e a ação projetual durante a atividade de ensino/aprendizagem.

Apesar da atividade profissional e da atividade acadêmica serem abrangidas pela disciplina da arquitetura, diferem fundamentalmente quanto ao processo e ao meio. O arquiteto já tem introjetada a

¹⁴³Este estudo pode ser encontrado na dissertação (ROCHA, 1998) e publicado em livro: A composição arquitetônica em ambiente computacional – Estratégias projetuais e o processo de ensino-aprendizagem em O tipo na arquitetura: da teoria ao projeto, Editora UNISINOS, 2001.

sua forma de projetar, os conceitos e linguagens que norteiam o seu fazer arquitetônico, a base da qual ele parte para continuar construindo seu conhecimento está sedimentada em uma visão integral do processo projetual, considerada desde o croqui inicial até a obra construída. Este aspecto é esclarecido por Norberg-Schultz:

“[...] não podemos esperar que o arquiteto seja capaz de resolver automaticamente todos os tipos de acontecimentos e necessidades do projeto, nem de julgar todas as soluções, porém deverá possuir conhecimentos metódicos, que teoricamente, permita-lhe fazer tudo isto. [...] O arquiteto deve conhecer os princípios genéricos que determinam as atividades de experimentar, produzir e alimentar a arquitetura, o que implica conhecer a teoria integrada de arquitetura”. (Norberg-Schulz, 1979: 139)

No início da década de 1990, o arquiteto procurava geralmente a informática para facilitar e otimizar seus procedimentos de projeto na busca de maior produtividade e para facilitar a visualização de suas idéias poucos eram os profissionais que viam a possibilidade de conceber e desenhar desde o início na tela do computador.

Esse panorama modificou-se muito rapidamente, principalmente com o incremento dos programas para modelagem 3D. A grande quantidade de dados disponíveis no ambiente da rede e em formato digital alimenta o programa de arquitetura durante todo o processo com variáveis de diferentes formatos e distintas naturezas. Tende a aumentar o número de arquitetos contemporâneos, que utilizam a ferramenta desde a fase da concepção, em um processo híbrido, de justaposição dos métodos tradicionais (analógicos) e os meios digitais. Bruscato, ao analisar o processo de trabalho de arquitetos contemporâneos, assinala que,

“[...] os limites entre o digital e o analógico foram-se esvaecendo e tem permitido uma maior fluidez entre as duas lógicas. Contra a reserva inicial que com o digital estivesse implícito o desaparecimento do trabalho através da maquete ou o desenho manual, percebeu-se depois que o digital estabeleceu ampla gama de relações com o analógico. Não só não compromete as práticas manuais vinculadas ao projeto (desenho e maquete), mas, além disso, o potencializa ao permitir que estas aumentem sua capacidade e complexidade representativa”. (Bruscato, 2006: 3)

E acrescenta, que, embora alguns ainda reservem os croquis e maquetes físicas para a ideação inicial, vários arquitetos têm demonstrado que é possível conceber obras singulares e relevantes através de modelos digitais: “Estes modelos digitais assumem distintos papéis no processo, alguns semelhantes aos meios tradicionais, porém também abrem novas vias de concepção e expressão arquitetônica.” (Bruscato, 2006:4)

No início, ao se rebater o modelo de utilização da informática adotado pelo profissional diretamente no ambiente acadêmico, o computador entrou nas escolas de arquitetura também como um instrumento de otimização da produtividade ou da apresentação, sendo usado, na maioria das vezes, para acelerar e facilitar o trabalho da produção do projeto do ponto de vista da habilidade, da facilidade e da rapidez no seu desenvolvimento, sem uma reflexão e um estudo mais aprofundado que questionasse o que representava essa nova tecnologia na relação ensino-aprendizagem.

Observamos, em alguns casos, uma inadequação do modelo implantado em nossas escolas, este modelo de “maior produtividade”, quando implementado durante a etapa inicial de concepção da “idéia/projeto”, agiu como agente bloqueador de aprendizado daquele estudante que não dominava completamente nem a arquitetura, nem o programa de computador. Em outros casos, podia induzir a adoção de um enfoque reducionista e, pelo seu desconhecimento, o aluno deixava muitas vezes de interagir com outros conceitos e linguagens arquitetônicas, estabelecendo *a priori* um enfoque sistêmico da arquitetura, ou enfoque voltado para a construção, ou ainda geometrias desprovidas de significado arquitetônico, que, embora pudessem representar uma opção projetual, não representava, em alguns casos, uma decisão consciente do aluno, de escolha entre outras possíveis estratégias de projeto.

De um modo geral, o estudante já tinha acesso à efervescência da computação gráfica fora do ateliê de projeto, e até fora do âmbito do curso, numa mídia cuja finalidade nem sempre convergia com os interesses da arquitetura. Na mídia, o valor da imagem é no (e é o) próprio produto, enquanto na arquitetura o produto é a realidade, e no ensino é o projeto desta realidade. Não se trata de uma situação excludente, havendo casos na arquitetura em que a imagem torna-se o elemento principal. Isto ocorre, dentro de um determinado contexto conceitual. É o caso, por exemplo, das concepções gráficas de Piranesi e Boullée, cujas imagens objetivam refletir principalmente idéias arquitetônicas, sem

intenção de serem construídas, no entanto, com profunda influência na arquitetura.¹⁴⁴ Ou no caso de arquiteturas que tendem a espetacularização.

O panorama atual da utilização da informática nas escolas de arquitetura já permite estabelecer um rol de vantagens, desvantagens e propostas no ensino de projeto. Até algum tempo atrás, estava havendo uma subutilização da informática no ensino de projeto e, paralelamente, um desconhecimento, por parte dos envolvidos no ensino, do potencial indutivo existente nos programas. O estudante pode ser induzido a adotar uma determinada linha de projeto, muito mais em função das características do programa que ele está trabalhando, do que a partir de um referencial cujo marco conceptual se situe no âmbito da arquitetura. Nesta última década, cada vez mais uma crítica reflexiva tem salientado a necessidade de se conhecer a natureza dos programas para poder interferir e usá-los de acordo com a vontade e desejo do projetista; e no ensino de projeto como ferramenta pedagógica.

4.2 Contexto nos Cursos de Arquitetura

Em 1996, uma pesquisa realizada pelo professor canadense Dr. Chris Queck¹⁴⁵ em 62 universidades americanas e européias, com alunos e professores de cursos de arquitetura, de modo a traçar um panorama do uso da informática no ensino, observou três orientações básicas.¹⁴⁶

A primeira foi a ênfase no treinamento, em que o uso é caracterizado como ferramenta básica. O ensino é dirigido para aplicações e sistemas de CAD,¹⁴⁷ GIS¹⁴⁸ e *softwares* gráficos com o intuito de

¹⁴⁴ En determinadas épocas las dificultades para construir llevaron los arquitectos a utilizar el medio gráfico como única via de manifestación de sus concepciones arquitectónicas. [...] las infinitas posibilidades de la representación gráfica, llevaron a los autores a dibujar arquitecturas [...] que simplemente reflejaban las fantasías que invadian la mente de su criador.» Sainz, se refiere a segunda metade do séc XVIII, principalmente Piranesi e Boullée: [...] cuyas arquitecturas dibujadas tuvieron una formidable influencia en la evolución de las futuras concepciones arquitectónicas.» Sainz, Jorge, *El dibujo de arquitectura*. Madrid: Editorial NEREA, 1990. p.106

¹⁴⁵ “The Use of Computers as na educational Tool in Architecture na Planning”. Palestra proferida pelo Prof. Dr. Chris Queck de TUNS/Canadá. Em11/10/96. In: II Seminário Nacional -A Informática No Ensino De Arquitetura, 1996, Viçosa/MG.

¹⁴⁶ O prof. Queck constatou três níveis de aceitação da informática nas escolas de arquitetura com ênfase no treinamento. Naquelas de *alta aceitação*, as disciplinas são obrigatórias: duas disciplinas de *introdução à informática e avançado* e a 3a. orientada para a *prática profissional*, com conteúdos de Multimídia, Simulação e Apresentação. As escolas classificadas como *média aceitação* têm um curso no início do currículo integrado à área de expressão e representação. E o ensino tende a ser ministrado por técnicos que não têm conhecimento de arquitetura. E a *baixa aceitação*, que tende a se extinguir, possui a disciplina de informática como eletiva, ensinada por instrutores, e sem nenhuma aplicação no currículo.

treinar o estudante no uso do programa. O foco principal converge no sentido de desenvolver as habilidades com o computador. Partindo da premissa de que o computador é mais uma ferramenta, o currículo não está permeado com a idéia de informática. Os educadores tendem a usá-la como habilidade equivalente a desenhar ou rabiscar. Chris Queck expõe sua opinião: "Nós achamos que o modo como desenhamos afeta como nós pensamos. Desenhamos para expressar a outros, o que entendemos, e diferentes técnicas impactam o modo como projetamos. A diferença entre a ponta fina ou grossa da lapiseira faz com que se pense diferentemente." (Queck, 1996)

Neste caso, em que o foco se situa no programa do computador, não existe interação desenho e projetista. Nas escolas com este enfoque, existe pouco ou nenhum conhecimento de como o uso do computador afeta o modo de pensar o projeto.

O segundo grupo de escolas de arquitetura apresenta uma orientação que Queck denomina direcionada. É a concepção de laboratórios, com grupo de pessoas em destaque, cujo princípio pedagógico é direcionar para áreas de especialização. Apesar de esta abordagem ser válida em termos de educação, não está considerando o fato de que a informática deverá ser usada por todos e em diferentes áreas. Geralmente o que ocasiona esta abordagem direcionada é a escassez de recursos humanos e materiais, correspondendo à sua aceitação parcial no currículo e pelos professores. As escolas que assim iniciam conseguem mais tarde introduzir a informática no currículo de forma mais abrangente. Finalmente, a terceira abordagem é com o enfoque voltado para pesquisa e desenvolvimento. Semelhante à anterior, porém direcionada para investigações com interesses focados no computador e suas aplicações (*render*, modelagem 3D, inteligência artificial, prototipagem rápida, etc..) ou em aplicações acadêmicas, com seminários ou cursos que levem adiante o interesse dos professores. Neste caso, não se requer a difusão da tecnologia no restante do curso.

Embora 12 anos nos distanciem desta pesquisa, seu resultado ainda é uma situação presente em muitas escolas de arquitetura brasileiras, que se enquadram, em sua maioria, na terceira abordagem. A escassez de recursos humanos e materiais faz com que a tecnologia digital e sua experimentação fiquem restrita a áreas e grupos de pesquisa. Na Unisinos, desde 2005, os

¹⁴⁷ *Computer Aid Design* Projeto assistido por computador

¹⁴⁸ *Geographic Information System* – Sistema de informações geográficas.

computadores passaram a fazer parte dos ateliês de projeto como uma ferramenta, junto às mesas de desenho e projetores digitais (*datashow*).

O desafio que se apresenta aos educadores da área da arquitetura é que a informática não é só o ensino de habilidades no computador, não é só o ensino de CAD, GIS, modeladores 3D, e sim a reflexão de como relacioná-lo a conteúdos, como e porque usá-lo nas disciplinas. Diferentes programas e sistemas trazem embutidos diferentes ideologias. O uso do computador pode atender diferentes maneiras de pensar o projeto, ou, no ensino, a diferentes teorias do projeto. Os programas de computador são rígidos pela sua estrutura lógica estabelecendo o que pode ou não fazer.

Conforme pode ser visto, na parte 2 da arena teórica da tese, os programas de modelagem manipulam formas (*Form-making* e *Form-finding*) e isso se relaciona com diferentes processos de projeto. O fato de certos programas basearem-se em premissas básicas, não os torna necessariamente prejudiciais, se utilizados adequadamente. A consciência crítica do docente e do estudante pode torná-los poderosas ferramentas cognitivas.

4.3 Panorama na América Latina

Em 2006, foi publicado pelo Sigradi e pela Universidade Nacional de Mar Del Plata, Argentina, o livro “Experiência digital – usos, prácticas y estrategias en talleres de arquitectura y diseño en entornos virtuales – Resenas de casos en la region latinoamericana de los últimos 10 años y tendencias posibles”. Tratava-se de experiências concretas e aportes teóricos voltados para a construção do conhecimento entorno à aplicação de metodologias em ambientes computacionais no ensino de arquitetura e do design na América Latina. Tiveram por tema, a descrição e análise de propostas, processos e aplicações sobre intervenções pedagógicas inovadoras com inclusão de tecnologias digitais de arquitetura e design, para apresentar um panorama e a percepção das tendências existentes. Entre as constatações, a produção de conhecimento está cada vez mais relacionada com a intervenção e a mediação digital, principalmente na proliferação de originais experiências exploratórias, na consolidação de ateliês híbridos, no aumento de atividades desde o campo da investigação à prática e na organização de redes interconectadas de trabalho colaborativo, entre outras. (Barros, 2006:11)

Foram analisados 21 estudos de caso, com 36 autores, agrupados em quatro categorias, onde se apresentam as diversas experiências em ambiente virtuais agrupadas por modalidades. A Parte 1

apresenta cinco casos de experiências referidas em práticas mediadas tecnologicamente e integradas a ateliês projetuais de arquitetura e design. Na parte 2, são apresentadas cinco experiências desenvolvidas na modalidade de experimentações projetuais. Na parte 3, se expõem cinco experiências vinculadas a ateliês colaborativos e metodologias alternativas. Na parte 4, seis experiências desenvolvem diferentes modos e metodologias de incorporação de tecnologias digitais vinculadas à representação, à gráfica e modelagem digital. Nesta publicação expusemos resultados das primeiras experiências utilizando ambientes interativos na WEB e privilegiando a representação gráfica de croquis e modelos 3D. A experiência do Ateliê Virtual de projeto em ambiente PAAVI estava baseada na teoria construtivista de ensino-aprendizagem e na experimentação própria do ateliê de projeto. A hipótese estabelecida foi que, durante o processo projetual, a intervenção do ambiente digital estimula uma atitude essencialmente crítica no uso da ferramenta digital e assume um papel ativo na construção do conhecimento vinculando conceito, lugar, programa e construção formal. Comprovando, assim, que os meios digitais passam a ser agentes intervenientes no processo de geração e ordenação de idéias, estabelecendo seu input através de operações computacionais no projetual.

4.4 Antecedentes da Prática Pedagógica

Durante os anos de 1987 a 2007 desenvolvi, na Unisinos (Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, Brasil), uma investigação e experimentação sobre o uso do computador no ateliê de projeto de arquitetura, durante o processo projetual.

Já em 1989, percebia-se que a informática não deveria ser utilizada no sentido de substituir a prancheta de desenho, pois esta utilização poderia ocasionar problemas na geração inicial das idéias, principalmente no que se refere à dimensão espacial da arquitetura, enfatizando ações projetuais, que já existiam antes do uso do computador; e abordadas pela crítica arquitetônica, ao referir às distorções geradas pelo conceito de 'plantismo e formismo', desde as plantas do Beaux Arts até o mecanicismo euclidiano na utilização das ferramentas CAD.

No ateliê de projeto, após o equacionamento do 'programa de arquitetura', um dos pontos críticos, nos estudos preliminares, era quando o estudante se defrontava com a 'folha em branco' que receberia os primeiros esboços do projeto. Nos primórdios da V10 do AutoCad, em 1991, esta folha em branco, para aqueles a quem a curiosidade estava conduzindo ao CAD, transformava-se em um

exercício de manipulação de ‘primitivas e comandos’, cuja ‘neutralidade’ não parecia ser tão inócua, em contraposição à corrente de pensamento da época, que se referia ao computador como uma ferramenta de desenho opcional que não interferia com o processo de projeto.

Nesse intervalo de tempo, até os dias de hoje, muito se discorreu e se concluiu sobre a relação do processo de projeto com a tecnologia computacional, principalmente configurando com maior clareza a relação da ferramenta na produção e na concepção da arquitetura.

O enfoque didático da arquitetura, no qual estava pautado o trabalho, possibilitou naquela ocasião, - 1991/1994 - durante experimentações com a utilização do computador junto ao ateliê de projeto, a percepção de que diferentes formas de projetar permitiam estabelecer aproximações e relações de correspondência entre sistematizações procedimentais próprias à arquitetura e operações inerentes aos programas computacionais.

A investigação permitiu estudar conceitos e princípios extraídos da teoria do projeto, relacionando-os, por analogia, a conceitos oriundos do ambiente da computação gráfica, aferidos a partir de premissas operacionais dos programas gráficos de CAD, Render e animação, utilizados no ensino de arquitetura.

No ensino, o uso dos diferentes programas computacionais pode enfatizar a aplicação de diferentes teorias do projeto. Estes programas podem auxiliar a estruturar o projeto em partes bem definidas e direcionadas, nos diversos patamares do fazer arquitetônico e se, empregado com consciência crítica, pode constituir uma ferramenta a serviço ao próprio processo projetual, sem limitar-se ao papel de puro instrumento gráfico. As propriedades de modelagem de diferentes programas instrumentam o projetista potencializando as possibilidades de geração e transformação formal da arquitetura.

Já em 1990, este primeiro contato com o nível de subordinação existente nos programas computacionais, levou alguns professores a proibir o uso do computador no projeto. Outros optaram por adotar o procedimento pedagógico de trazê-lo para dentro do ateliê, acompanhando de perto e orientando o aluno em seu uso, observando e incentivando para que abandonasse o computador em determinados momentos e o utilizasse parcialmente em outros, durante o processo de projeto.

Paralelamente, entre 1991-1994, em nível de investigação acadêmica, desenvolveu-se o estudo sobre o potencial de interatividade, na manipulação de informações gráficas e descritivas, e de

simulação tridimensional que a ferramenta computacional propiciava, buscando os meios para introduzi-lo no ensino de projeto. Na ocasião, procurou-se atribuir uma nova dimensão para o ensino da informática aplicada ao processo de projeto, abordando problemas cruciais como o da 'amnésia seqüencial' de uma etapa para outra: principalmente os condicionantes programáticos, os precedentes e referências arquitetônicas, ou não, e o contexto em que se inseria o objeto arquitetônico.¹⁴⁹ (imagem 4 - 1)

Esta idéia, a partir de 1992, levou à preparação de bases gráficas e alfanuméricas que descreviam a realidade onde o aluno deveria projetar, e refletir sobre a maneira como a informática trabalha com essas realidades, na configuração de um ambiente digital.

Um dos objetivos das informações coletadas e atualizadas pelas disciplinas de projeto urbano e projeto arquitetônico, era desenvolver, no aluno, o conceito de interatividade através da manipulação e transformação dos dados digitais e programas disponibilizados durante o processo de projeto. As bases de dados descritivos e as bases gráficas tridimensionais eram tratadas em ambiente de geoprocessamento, abrindo a possibilidade de refletir sobre conceitos que giravam em torno da questão: "Qual o impacto das tecnologias GIS e da tecnologia Digital no projeto da cidade?"

Este trabalho integrando diferentes áreas de conhecimento resultou no desenvolvimento de um software de geoprocessamento denominado "Sistema Integrador AutoInfo". Este sistema integrou atividades de extensão, pesquisa e graduação, sendo utilizado em disciplinas de projeto arquitetônico e de desenho urbano. O trabalho iniciado, em nível de investigação de pesquisa experimental passou, a partir de 1994, a ser um procedimento didático-pedagógico, piloto, durante o desenvolvimento de projeto, na disciplina de projeto arquitetônico, no 7º semestre, do curso de arquitetura da Unisinos. Adotou-se a experiência de introduzir conteúdos teóricos de arquitetura e de teoria do projeto, utilizando o computador a serviço do próprio processo projetual, sem limitá-lo ao papel de puro instrumento gráfico. Este novo enfoque, em 1995, serviu como base para implementar procedimentos e conteúdos sistematizados em 'Ateliê de Projeto de Arquitetura', já no novo currículo, em Disciplina específica da seqüência de Projetos, denominada Computação Gráfica aplicada ao Projeto.



4 - 1 - Um dos objetivos das informações coletadas e atualizadas pelas disciplinas de projeto urbano e projeto arquitetônico, é desenvolver no aluno o conceito de interatividade através da manipulação e transformação dos dados digitais e programas disponibilizados durante o processo de projeto. As bases de dados descritivas e as bases gráficas tridimensionais são tratadas em ambiente de geoprocessamento, abrindo a possibilidade de refletir sobre os conceitos que giram em torno da questão: "Qual o impacto das tecnologias GIS no projeto da cidade?"

¹⁴⁹ Cf. Alfonso Corona Martínez, Ensayo sobre el proyecto. Buenos Aires: CP67, 1990, p.39« El diseño es la descripción de un objeto que no existe al comienzo del proceso. Esta descripción se hace por sucesivas aproximaciones. Las primeras descripciones se refieren al comportamiento del futuro objeto en el mundo, a sus relaciones contextuales, las necesidades que ha de satisfacer. Estas descripciones son verbales o escritas; una parte de ellas queda consignada en el "programa.»

O resultado dessas experimentações, da reflexão e do acompanhamento constante durante a ação projetual, conjuntamente com as ferramentas computacionais, que culmina na proposta pedagógica para o Ateliê de Projeto, está baseado em conceitos, conteúdos e procedimentos apresentados em Dissertação de Mestrado, concluída em 1998, intitulada: “Os Programas de Computador e o Processo de Projeto na Construção do Conhecimento Arquitetônico – Analogia entre operadores computacionais e projetuais”.¹⁵⁰

A partir de 1996, forma-se a idéia de um ateliê de projeto em ambiente computacional, que se caracteriza pela ênfase no processo de projeto, na abordagem cognitiva durante a utilização da ferramenta gráfica digital (qual, como e por quê?) e no conceito e estratégia projetual adotados durante a concepção da arquitetura.¹⁵¹

Apropriando-se do potencial interativo do ambiente computacional e de modelagem e simulação tridimensional dos programas gráficos, eram enfocados, durante a disciplina de Computação Gráfica aplicada ao Projeto, dois procedimentos: Pesquisa Digital e Contextualização. Apresentados inicialmente, como dois momentos, enfatizando sua finalidade didática, estabeleciam um *continuum*, não linear, durante o processo projetual.

A pesquisa digital refere-se à etapa programática inicial, onde informações gráficas e descritivas eram manipuladas pelos alunos através do uso de diferentes *softwares*, banco de dados e Internet. O primeiro contato com a realidade, apenas através do mundo virtual, era um dos objetivos, além de procurar transcender a informática para outros usos que não somente como ferramenta de representação gráfica. O segundo, denominado de Contextualização, tinha por objetivo possibilitar ao aluno o aprimoramento de sua proposta arquitetônica, com ênfase nos componentes formais, espaciais, volumétricos e de contexto urbano da mesma. A reflexão dava-se através da inserção da edificação em



4 – 2 - Modelo virtual (imagem de síntese). Área central de Porto Alegre (rua João Manuel). Terreno e tipologia do entorno onde é inserida a edificação projetada por alunos do projeto arquitetônico IV, para estudos de volumetria / tipologia / contexto. (Unisinos 1998/2).



4 – 3 – Contextualização. Projeto de alunos inserido na base tridimensional.

¹⁵⁰ Ver textos publicados no I Congresso Virtual de Architectura em 1999/2000

“o processo de projeto de arquitetura em ambiente computacional”. Uma experiência de ensino–aprendizagem no Curso de Arquitetura e Urbanismo- Universidade do Vale do Rio dos Sinos- Unisinos – São Leopoldo – RGS – Brasil”

“Os programas de computador e o processo de projeto na construção do conhecimento arquitetônico”

<http://ncg.unisinos.br/cgrafica/ensaios/default.htm>

¹⁵¹ Ver texto “O ato criativo e a intermediação digital no ateliê de projeto. Idéia, imagem e representação na construção do conhecimento arquitetônico” em <http://www.unisinos.br/arquiteturarevista/index.php?e=1&s=9&a=6>

tecido urbano consolidado, desenvolvendo os conceitos de tipologia edilícia e morfologia urbana, potencializando a ferramenta em sua característica de modelagem e simulação digital.

(imagem 4-2 e 4-3)

Procurava-se enfatizar o uso do potencial de visualização tridimensional, através de simulações e projeções interativas, para facilitar o estudo de hipóteses alternativas de composição formal e espacial, relação com o entorno próximo, espaços públicos, semi-públicos e privados, utilizando representações digitais e plotadas, croquis a mão e maquetes físicas para qualificar o processo de projeto. Desta forma, era possível trabalhar com cores, texturas, proporções, volumetrias numa dialética que ao abarcar conceitos de escala arquitetônica, do detalhe da edificação aos elementos urbanos, adquiria sentido na medida em que o *Zoom In* e *Zoom Out* dos programas emergiam na tela.

A possibilidade de simulações tridimensionais em ambientes urbanos recriados virtualmente permitia outras possibilidades na dinâmica didática do ateliê de projeto, proporcionando novo ferramental para auxiliar na interpretação e reflexão sobre as soluções propostas pelos alunos durante a ação projetual. (4 - 4)

A partir de 2002, começa-se a caracterizar com mais força a existência paralela de um mundo virtual influenciado pelas Tecnologias de Informação e Comunicação. É quando se propõe no Ateliê duas abordagens temporalmente distintas: Projeto em Ambiente Virtual / Projeto em Ambiente Real e começa a ser utilizado o ambiente PAAVI (Processo de Projeto de Arquitetura em Ambiente Virtual interativo - <http://ncg.unisinos.br/paavi/>), desenvolvido durante o processo investigatório, que paralelamente à prática experimental, subsidia a reflexão em torno do Ateliê Virtual de Projeto.

O procedimento estabelece dois momentos de ação projetual. Propõe-se, inicialmente, o Projeto em Ambiente Virtual, sem conhecer a área fisicamente através de visita ao local, desenvolve-se o estudo de todos os condicionantes de programa, somente a partir de dados digitais, existentes na base digital do ateliê e na Internet.

A proposta é que o projetista tenha uma idéia mental da realidade, sem conhecê-la fisicamente.

Na etapa de concepção do projeto, propõe-se a utilização de croquis analógicos e de programas gráficos computacionais, estes, somente como ferramenta tridimensional para pensar e conceber aspectos formais e espaciais da proposta e sua inserção em contexto virtual. A ação no Ateliê



4 – 4 - A aproximação digital no terreno a ser estudado. Diferentes vistas



4 – 4 - Diferentes possibilidades de projetos inseridos no mesmo contexto

decorre de uma proposta de abordar as questões teóricas e práticas do processo projetual, trabalhando as operações de projeto em analogia com as operações dos programas computacionais.

Durante a concepção do objeto arquitetônico, com o esboço digital tridimensional da proposta, elaborado e plotado, faz-se a primeira visita à área de projeto. No segundo momento, denominado Projeto em Ambiente Real, efetua-se o reconhecimento do entorno real pela observação, percepção e estudo da área física, dos condicionantes programáticos e de contexto, buscando analisar criticamente o impacto, entre o conhecimento e apropriação do ambiente virtual vs o ambiente real.

O objetivo da passagem do virtual para o real é que, através da análise crítica, o estudante possa perceber até onde é possível prescindir da realidade na concepção do projeto e quais as conseqüências do uso de ferramentas digitais e da imersão em ambiente virtual durante o processo de concepção do projeto arquitetônico.

É trabalhado em conjunto o conceito de 'Lugar' com seus componentes físicos, concretos e abstratos, procurando desenvolver a percepção de que nem sempre a imagem e informações constantes de um banco de dados gráfico e descritivo são suficientes como prerrogativa de projeto, carecendo durante o processo de projeto da vivência e experimentação do espaço arquitetônico como um todo dimensional que ultrapassa as 4 dimensões do ambiente digital.

Esse momento de reflexão crítica procura dar uma validação cognitiva para o entendimento e a utilização dos programas gráficos e dos ambientes virtuais, sua potencialidade de simulação e, ao mesmo tempo, o cuidado que se deve ter com a interpretação do que se percebe através da mídia digital, sem um olhar crítico com bases em um conhecimento arquitetônico mais consistente.

Abaixo, relacionam-se primeiro os pressupostos pedagógicos da prática projetual. Segundo, uma análise crítica, sob a perspectiva temporal de 14 anos. E terceiro, as conclusões da dissertação de mestrado. Estes três itens são a porta de entrada para o caso do ateliê de projeto, apresentado na Arena Empírica, na parte final desta tese e que antecede as conclusões.

4.4.1 Ensino de projeto e a tecnologia digital: pressupostos pedagógicos – 1992-1998 -

Os pressupostos, a seguir, foram a base para a definição das hipóteses na dissertação de mestrado apresentada em 1998 e publicada, parcialmente, no livro "O tipo na arquitetura. Da teoria ao



4 – 4 - Diferentes possibilidades de projetos inseridos no mesmo contexto

projeto”, em capítulo com título: “A composição arquitetônica em ambiente computacional – Estratégias projetuais e o processo de ensino aprendizagem,” em 2001.

Pressupostos em 1998:

"Os princípios e conceitos de concepção do software podem induzir, durante o aprendizado, a forma de projetar.

O computador é neutro. Os programas e sistemas atendem à ideologia¹⁵² de quem o projetou. A estruturação dos componentes de entrada e saída de dados pode definir implicitamente diferentes modalidades projetuais. É conveniente não desvincular seu uso dos conteúdos de arquitetura e utilizá-los como instrumentos de ensino de projeto.

É preciso ter consciência crítica¹⁵³ além da habilidade. Isoladamente, a habilidade técnica do operador pode comprometer a adoção de soluções projetuais sem uma reflexão conceitual sobre arquitetura. De certa forma, seria melhor nem usar a ferramenta se uma visão crítica das características do programa não acompanha o ‘projeto didático’, no qual a ‘consciência’ crítica atua durante o processo projetual como reflexão que fundamenta a aprendizagem."

A seguir algumas considerações sobre a abordagem dada ao processo de projeto no ensino:

- (1) Evitar o uso do computador no início da concepção como instrumento gráfico, valorizar o croqui e enfatizar o uso do computador na integração das informações durante o estudo preliminar, aproveitando o potencial para interagir dados gráficos e alfanuméricos que a informática oferece, traçando analogias com o uso do texto e a imagem durante o processo de projeto¹⁵⁴.
- (2) Enfatizar o uso do potencial de visualização tridimensional, através de simulações e projeções interativas, para facilitar o estudo de hipóteses alternativas, formais e tipológicas, após a definição inicial do partido geral durante o projeto didático do aluno.
- (3) Enfatizar o uso do computador na inserção urbana do objeto arquitetônico tridimensional a partir de conteúdos conceituais de contextualização, com enfoque tipológico e de morfologia

¹⁵² A terminologia *ideologia* é utilizada, neste caso, como um conjunto de idéias formadas a partir de outras áreas de conhecimento, como por exemplo, engenharia mecânica, informática ou mesmo dentro da arquitetura, com objetivos específicos para construção, desenho técnico, projeto executivo etc.

¹⁵³ Utilizamos o termo *Consciência crítica* no sentido dado por Corona Martinez, no *Ensayo sobre el proyecto*, como sendo "*una capacidad para meditar sobre el proyecto*", como fundamento de um constante apreender arquitetura através de cada ação projetual. P.93.

¹⁵⁴ "El diseño es la descripción de un objeto que no existe al comienzo del proceso. Esta descripción se hace por sucesivas aproximaciones. Las primeras descripciones se refieren al comportamiento del futuro objeto en el mundo, a sus relaciones contextuales, las necesidades que ha de satisfacer. Estas descripciones son verbales o escritas; una parte de ellas queda consignada en el "programa". (O grifo é nosso) Corona Martinez, op. cit., p. 39.

urbana, tomando como base a relação dialética entre arquitetura e urbanismo, cujos componentes projetuais interagem nas diferentes escalas de intervenção do edifício até a cidade [...]. ¹⁵⁵

A maneira como se selecionam, se introduzem e se trabalham as informações gráficas no computador pode propiciar interpretações conceitualmente diferenciadas durante o processo projetual. A possibilidade de simulações tridimensionais em ambientes urbanos recriados virtualmente permite outras possibilidades na dinâmica didática do ateliê de projeto, proporcionando novo ferramental para auxiliar na interpretação e reflexão sobre as soluções propostas pelos alunos durante a ação projetual. ¹⁵⁶"(Rocha, 1998)

4.4.2 Crítica aos pressupostos 1992-1998 (item 4.4.1)

Considerando que o mundo digital teve uma grande transformação, os programas gráficos de modelagem desenvolveram grande potencial de gerar formas complexas, tanto de operações com sólidos como de superfícies NURBS. A interatividade permitida pelas interfaces gráficas, pelo ambiente WEB, pela comunicação de programas computacionais de naturezas diferentes transformou o mundo digital em uma extensão do homem urbano.

A proliferação de *laptops* e de Internet móvel fizeram que a relação que o arquiteto tinha com seu ateliê como espaço físico, onde o *desktop* centralizava a produção da arquitetura em conjunto com equipamentos fixos, se transformasse em um espaço móvel e virtual, o ciberespaço, cuja dinâmica espacial pertence a um mundo nômade de comunidades virtuais e sociedade em rede, onde o tele-trabalho e as tele-atividades estabelecem outras categorias de mobilidade. Esse espaço híbrido, como denomina Castells, feito de lugares e fluxos:

¹⁵⁵ Abordamos estes conceitos nos ensaios: *Na Dualidade Arquitetura e Urbanismo - o Processo Projetual* e, *Na Dualidade Arquitetura e Urbanismo - O Edifício Copan*, elaborados por nós para o PROPAR, e doados à Biblioteca da UFRGS e da Unisinos.

¹⁵⁶ Estes conteúdos foram desenvolvidos experimentalmente na disciplina de projeto arquitetônico IV, no Curso de Arquitetura da Unisinos, de 2002 a 2004 utilizando as bases digitais unificadas geradas para as pesquisas e desenvolvimento de sistemas do NCG_C7, integrando as informações coletadas e atualizadas pelas disciplinas de Projeto urbano e arquitetônico objetivando o desenvolvimento do conceito de interação de informações e tridimensionalidade em ambiente de geo processamento, dentro das linhas de investigação que giram em torno da questão: "Qual o impacto das tecnologias GIS no projeto da cidade?". Esta etapa, inserida na disciplina de projeto do edifício, refere-se ao estudo da contextualização e da tridimensionalidade do objeto com auxílio da computação gráfica, e tem por objetivo possibilitar ao aluno o aprimoramento de sua solução arquitetônica, com ênfase nos componentes formais e de contexto urbano da mesma através da inserção do objeto arquitetônico individual em tecido urbano consolidado (malha urbana tridimensional - relação edifício/lote/quadra).

espaços interconectados, (Castells, 2003: 193) muda a forma de pensar e de representar a arquitetura.¹⁵⁷

A imagem técnica, resultado da utilização de programas gráficos mais complexos, sofisticados e com estéticas próprias, transforma o caráter da arquitetura e seu contexto. A corporeidade da arquitetura incita um debate entre o tectônico e o espaço virtual¹⁵⁸, que se reflete em novos conceitos na produção arquitetônica de uma vanguarda de arquitetos do século XXI.

À luz deste panorama foram analisados os pressupostos, citados no item 4.4.1, e foi possível chegar a algumas conclusões:

(1) Quanto à questão da não neutralidade dos programas, hoje já se tem uma massa crítica de autores e idéias que estendem a crítica a toda tecnologia. Na ocasião considerava-se que os programas (*software*) não eram neutros, porém o computador (*hardware*) sim.

(2) Quanto à ênfase dada ao uso do potencial de visualização tridimensional, através de simulações e projeções interativas para facilitar o estudo de hipóteses alternativas formais e de contexto urbano, ainda é fato que o potencial de simulação dos programas é um dos aspectos importantes que auxiliam o projeto do arquiteto. No entanto, o conceito de modelo 3D, com a nova tecnologia digital,

¹⁵⁷ Paulo Reyes trata da noção da representação no mundo digital. Com a digitalização, o sentido de analogia e verossimilhança sofre uma alteração significativa. A própria noção de representação é que está sendo questionada. E citando Couchot, o qual afirma que com a inserção das tecnologias numéricas, a lógica figurativa muda radicalmente e com ela o modelo geral da figuração. Ao contrário do que se poderia prever, o pixel, sendo um instrumento de controle total, torna na verdade bem mais difícil a morfogênese da imagem. Enquanto para cada ponto da imagem ótica corresponde um ponto do objeto real, nenhum ponto de qualquer objeto real preexistente corresponde ao pixel. O pixel é a expressão visual, materializada na tela, de um cálculo efetuado pelo computador conforme as instruções de um programa. Se alguma coisa preexiste ao pixel e a imagem é o programa, isto é, linguagem e números, e não mais o real, a imagem numérica não representa mais o mundo real, ela o simula. Ela o reconstrói, fragmento por fragmento, propondo dele uma visualização numérica que não mantém mais nenhuma relação direta com o real, nem física, nem energética (Couchot, 1999:42).

¹⁵⁸ CHUPIN, na conferência do Sigradi2004, na Unisinos ao abordar as tensões existentes entre o tectônico e o virtual, desenvolve o raciocínio "I will put forth a resolutely critical hypothesis that, in architecture, the .bug. inherent in digital architecture is still tectonic. To do this, I will give several examples of one rare and persistent rule in architecture: the law of the falling body in architectural space. The question will not concern a discussion of how the tectonic is, monolithically and theoretically, a modernist philosophy of construction now out-dated in the era of virtual reality. Rather, it will concern itself with illustrating the (quasi retrograde) modernity of the very concept of space, as it is outlined in most cyberspace and virtual space manifestos."

passou a ser convergente, isto é, além de seu significado visual e cognitivo, incorporou a representação bidimensional e todas as informações do projeto à construção.

(3) Enfatizar o uso do computador na inserção urbana do objeto arquitetônico individual, a partir de conteúdos conceituais de contexto e de morfologia urbana, no sentido de poder perceber com mais clareza a relação dialética entre arquitetura e urbanismo, é, sem dúvida, até hoje, valorizado pelo arquiteto, pois lhe possibilita entender melhor quais componentes projetuais interagem nas diferentes escalas de intervenção do edifício até a cidade. A simulação é uma ferramenta importante e ambígua, pois age tanto do ponto de vista de poder projetar uma realidade futura, no sentido de antevisão de seus efeitos, como inclusive de poder deturpar ou distorcer esta realidade, impedindo que os verdadeiros efeitos sejam percebidos.

(4) Continua sendo importante o olhar crítico às possibilidades das diferentes mídias, técnicas e meios existentes, potencializados pela tecnologia da informação e comunicação. A questão sempre presente é de que forma os *inputs* e *outputs* arquitetônicos alimentam essa mídia e como ela é utilizada no ateliê de projeto.

(5) A questão do croqui à mão, enfatizada em 1994, é um assunto que exige uma reflexão mais aprofundada. O uso dos programas como uma ferramenta que pode auxiliar o processo criativo é uma alternativa possível, assim como a tendência de utilizar processos híbridos de representação analógica e digital, tornou-se um procedimento projetual assimilado pelos arquitetos mais recentes.

O avanço da informática, e especificamente dos modeladores 3D, tem possibilitado aos arquitetos trabalhar de forma gráfica e intuitiva geometrias tridimensionais e superfícies orgânicas de formas livres. No entanto, a complexidade geométrica e matemática para gerar estas formas não transparece para o projetista, está totalmente escondida pela interface do programa. Quando a construção geométrica do modelo exige um raciocínio lógico e a necessidade de conhecer parâmetros geométricos e matemáticos para atender os requisitos do programa, no caso do estudante, estimula e ajuda a vivenciar a estruturação de uma forma arquitetônica. Se por um lado essa manipulação intuitiva da geometria na modelagem 3D de superfícies estimula o pensamento gráfico arquitetônico durante a especulação projetual do estudante, por outro lado, condiciona as ações projetuais e estabelece novas relações sobre a arquitetura e sua representação, na criação de um espaço de informação simbólico e dinâmico onde a representação usurpa a identidade do representado¹⁵⁹.

¹⁵⁹ Mauro Chiarella aborda esta questão no ensaio “Superfícies paramétricas e Arquitetura: conceptos, ideación y desarrollo” - Sigradi 2004, p.393.

(6) A manipulação formal, tão criticada no uso do CAD, a tendência ao formalismo excessivo de articulações volumétricas, como em um jogo de armar, que poderia seguir *ad eternum*, desvinculando cada vez mais o objeto arquitetônico de sua realidade física, sendo agora um problema conhecido, pode ser discutido no Ateliê e servir como base para reflexão.

Os programas de CAD tinham a estrutura de dados ideal para a tendência da arquitetura analítica, de decompor as partes e analisar os fenômenos de forma autônoma, corroborando o estudo da teoria da composição arquitetônica, como fizeram Clark e Pause, bibliografia bastante recorrente nos ateliês de projeto, na década de 1980 e 1990.

Finalizando esta incursão a um passado próximo, porém longínquo em relação às tecnologias disponíveis, permanece a postura de estabelecer uma consciência crítica no uso dessa tecnologia.

Deste trabalho (1992-1998), derivou uma proposta metodológica cujo objetivo foi introduzir a computação gráfica como meio auxiliar ao processo de projeto do estudante, através de aportes teóricos e experimentais visando utilizar a tecnologia digital para potencializar e qualificar o processo de projeto.

Transcrevo, a seguir, alguns parágrafos das considerações finais da dissertação de mestrado, em 1998, de modo a estabelecer um marco cronológico e de conteúdo que correspondem aos procedimentos pedagógicos que pautaram a metodologia PAAVI, utilizada na disciplina “Computação gráfica aplicada ao projeto”, e descrita como estudo de caso para esta tese.

O texto, na ocasião em que foi escrito, foi cotejado com considerações de Corona Martinez, cuja sistematização conceitual sobre a teoria do projeto foi um dos marcos teóricos tomados como referencial.

A palavra ‘programa’, conforme proposto nesta tese, quando aparece entre aspas simples é utilizada em um jogo semântico, e refere-se aos programas gráficos computacionais e aos programas de arquitetura, já que ambos são considerados variáveis intervenientes durante o processo de projeto.

As bases gráficas e alfa-numéricas descritas, nos parágrafos a seguir, são parte do ambiente virtual PAAVI - onde o aluno desenvolve o projeto na disciplina de Computação Gráfica aplicada ao Projeto. Conforme a proposta metodológica, a concepção inicial dava-se em um ambiente de imersão virtual, sem o projetista conhecer fisicamente a área de implantação do projeto.

Segue abaixo trechos das considerações finais da dissertação de mestrado.

"A primeira constatação, em 1989, aconteceu ao perceber que a folha em branco, para aqueles a quem a curiosidade estava conduzindo ao CAD como forma de operar o objeto, se transformava em primitivas e comandos, de cuja neutralidade sempre desconfiei na contramão da corrente de pensamento da época, que se referia ao computador como uma ferramenta de desenho opcional, que não interferia com o processo de projeto.

A experiência com casos inicialmente esparsos, que foram aumentando, começou a mostrar a rapidez com que alguns alunos chegavam à 'soluções' desprovidas de conteúdo conceitual, em que a geometria, como fim em si mesma, não pertencia sequer ao domínio da geometria da arquitetura, mas sim à geometria do programa. "(Rocha,1998)

Segundo Corona Martinez:

"O projeto é a descrição de um objeto que não existe no começo do processo. Esta descrição faz-se por sucessivas aproximações. As primeiras descrições referem-se ao comportamento do futuro objeto no mundo, a suas relações contextuais, às necessidades que deve satisfazer. Estas descrições são verbais ou escritas; uma parte delas fica consignada no 'programa'". (Corona Martinez, 1990: 39)

"Esta idéia começou a configurar a preparação de bases gráficas e alfanuméricas que fossem descrevendo a realidade onde o aluno implantaria o projeto e, simultaneamente, investigar de que maneira a informática trabalhava com essas realidades de modo a configurar um ambiente digital que integrasse as investigações das diferentes escalas, do edifício à cidade, cotejasse conceitos de níveis de informações diferenciados e introduzisse a cultura GIS (Geographical Information System) tridimensional. Assim como em outros cursos de arquitetura no Brasil, na Unisinos, proliferavam os cursos de AutoCAD e processamento de imagens para transmitir a habilidade instrumental aos estudantes. Com base em referencial teórico e na prática pedagógica de ensino de projeto, estabeleceram-se conceitos, entre os quais, o de priorizar o potencial tridimensional dos programas computacionais, e o registro do processo de projeto, visando qualificar a atividade projetual. "(Rocha,1998)

Corona, refere-se à solução tridimensional e à invenção do objeto através do projeto:

" [...] sua invenção acontece através de representações para solucionar, tridimensionalmente, cada aspecto do problema que surge a cada nova representação. A planta produz a ilusão de dominar a realidade tridimensional, um efeito prejudicial na formação do estudante de arquitetura; dominar e imaginar o todo tridimensional é um esforço que exige a experimentação constante na representação do projeto. (Corona Martinez, 1990: 39-42)

A utilização da ferramenta digital pelos estudantes configurava já a idéia de que os programas não eram neutros e que podiam enfatizar problemas já existentes no ensino de projeto, antes do computador. No início da Ecole des Beaux Arts, quando o método de ensino afirmava o caráter dedutivo do projeto, com um repertório de arquitetura limitado e sem programa de necessidades detalhado, o aluno definia rapidamente l'esquisse e o parti¹⁶⁰, no qual tomava partido por uma ou outra disposição genérica de volumes. Não podendo abandoná-lo, o projeto se desenvolvia como objeto estético em que a destreza gráfica era a mais valorizada¹⁶¹.

De certo modo, foi possível traçar uma analogia com alguns procedimentos constatados na utilização dos programas de computador pelos estudantes de projeto arquitetônico e urbano, quanto à supervalorização dos efeitos gráficos conseguidos com os programas de processamento de imagens (3DStudio), em detrimento do conteúdo programático e da proposta do projeto.

A vontade de visualizar, através do computador, o projeto fazia com que um estudo, com pouca definição projetual, já fosse tratado como imagem a ser processada, confundindo o grafismo da apresentação com o de projeto. A precisão do programa computacional trazia distorções graves durante o desenvolvimento do projeto, quando este avançava por partes dissociadas gerando fragmentações ou cristalizando antes do tempo.

Considerando que, durante o trabalho de processamento da imagem, por limitação da versão do software, nem sempre eram possíveis mudanças em tempo real, o procedimento de recompor e decompor constantemente o projeto, buscando adequá-lo à complexidade das necessidades e à forma arquitetônica, podia sofrer um truncamento durante o processo inicial de configuração plena do partido geral, que antecedia o anteprojeto. Nesta etapa fazia-se necessária uma orientação direta do professor, no sentido de ir questionando ou alertando as interrupções que podiam ocorrer no desenvolvimento das idéias, caso não

¹⁶⁰ "Para a tradição acadêmica, o partido (*parti*) é um esquema diagramático de um edifício, uma idéia conceitual genérica, carregando consigo, ao mesmo tempo, as noções de reunião e divisão. Depois do partido segue-se seu desenvolvimento, l'esquisse, um estudo no qual ficam definidas suas características principais. L'esquisse é geralmente considerado o **todo** no qual as partes são subordinadas". Mahfuz, Ensaio sobre a razão compositiva, op. Cit., p. 20.

¹⁶¹ "[...] el uso del color para reproducir con mayor fidelidad los materiales usados en arquitectura fué en los trabajos de la École des Beaux-Arts de Paris, tanto en sus proyectos para el Prix de Rome como en los levantamientos y reconstrucciones hipotéticas que realizaban durante sus estancias en Roma, atenas o Pompeya. [...] Pocas veces se han alcanzado niveles semejantes de virtuosismo y exquisitez. [...] Los artistas formados en la tradición académica, como Otto Wagner, seguían aprovechando todas las posibilidades gráficas, si bien el color se usaba muchas veces con efectos artísticos mas que como mera reproducción fiel de las cualidades cromáticas de un material. [...] El dibujo de arquitectura va más allá de la simple representación y sirve al arquitecto para manifestar sus inquietudes artísticas", Sainz, op. cit., p.169.

prosseguisse a alimentação constante entre o nível de definição do estudo e o tipo de grafismo necessário para desenvolver o projeto. Este problema não nasce com o computador, já existia no ensino de projeto, porém, se acentua e toma novas facetas com a computação gráfica." (Rocha, 1998)

"Caso se inicie a representação do projeto como se já tivesse certeza do objeto, o processo estanca, ou empobrece. Isto acontece quando o projetista concentra-se em desenvolver em uma única representação, geralmente a planta, e só depois desta bem definida tenta produzir as demais representações." (Corona Martínez, 1990:39)

Este foi um dos aspectos mais problemáticos no início da utilização do CAD.

É importante não se deixar impressionar pela constante aparência de acabado que assume um desenho / projeto no computador. Durante o processo, o uso simultâneo do desenho à mão, scanner, CAD, etc., é importante, no sentido de dar continuidade ao caráter provisório e evolutivo das imagens e grafias, na busca do objeto inexistente. Cabe ao professor captar essa transitoriedade no processo criativo do estudante. Corona Martínez, ao referir-se ao uso de representação de um objeto inexistente, alerta para uma situação de ensino:

"Quando o docente é convidado a criticar e modificar ou influenciar na modificação desse suposto objeto, e a discutir sobre suas qualidades como se fosse de um objeto real e integrado em um contexto e não simplesmente o registro transitório e mutável de uma etapa de um processo criativo. Esta convenção que outorga ao provisório caráter de verdadeiro é arbitrária". (Corona Martínez, 1990:44)

"A impressão de acabado que os projetos assumem no computador se deve também, muitas vezes, ao uso de programas específicos, com elementos de arquitetura mais detalhados (janelas, portas, pisos, etc.), facilidade de incorporar prematuramente texturas de materiais e cores à etapa de concepção em que se encontra o aluno, o qual se deixa enganar pela arquitetura aparentemente 'pronta' oferecida pelo programa. Por outro lado, o professor pode julgar preconceituosamente a qualidade do projeto se não tentar interpretar o que está por trás da máscara do programa, sabendo reconhecer em esboços aparentemente precisos, se for o caso, uma etapa ainda intermediária e indefinida.

A questão do Zoom, os Layers "estratégicos", se vistos da ótica da arquitetura, são ferramentas importantes para introduzir o aluno na riqueza conceitual da arquitetura. O mesmo ocorre com todos os conceitos enfocados desde o ponto de vista da efetiva inclusão do computador no ateliê de projetos, conforme proposto em minha dissertação sobre a Analogia entre os operadores projetuais e os operadores dos programas computacionais." (Rocha, 1998: 104).

Reportar as conclusões acima foi uma etapa necessária ao entendimento do estudo sobre a experiência pedagógica da proposta metodológica PAAVI – Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos.

4.4.3 Ateliê de projeto

A transformação que está ocorrendo no ateliê de projeto do arquiteto, de analógico/convencional em digital, com o aporte de tecnologias de informação e comunicação, dos programas BIM, das ferramentas de modelagem tridimensional, do ambiente WEB, implica na necessidade de avaliar e repensar os aspectos epistemológicos e pedagógicos da arquitetura.

Considerando esta abordagem, convém trazer à tona dois aspectos propostos no ensino de arquitetura desde os primórdios da informática na década de 1980, primeiro, que a tecnologia computacional fosse introduzida no ensino de projeto via ateliê de projeto; segundo, que sua utilização tivesse como pressuposto básico o estabelecimento de uma 'consciência crítica' no uso da ferramenta.

Na reflexão sobre a arquitetura digital, é pertinente conhecer como se dá a relação entre a tecnologia computacional e a concepção arquitetônica, durante o processo de projeto. A interação da ferramenta com a representação e a materialização da arquitetura são fundamentais para podermos pautar a crítica arquitetônica no meio social e cultural no qual nos inserimos. É necessário retomar alguns efeitos que essas arquiteturas estão trazendo no ensino e no âmbito profissional, e repensá-las dentro da nossa realidade, sem perder o referencial da história e da tecnologia vigente na transformação no mundo contemporâneo.

Dentro deste enfoque, o ateliê de projeto é visto como ambiente de construção do conhecimento durante o processo de projeto arquitetônico, com base a conceitos advindos da teoria do projeto e na tecnologia digital considerada como ambiente, onde o projetista interage com os programas computacionais e com os programas de arquitetura através da representação digital. Considera-se a necessidade de uma contaminação positiva entre o ensino do software e a teoria projetual, subjacente aos procedimentos operativos da ferramenta. Isto é, pode-se ensinar a criar e a projetar também

utilizando o software como meio e recurso pedagógico no ambiente do ateliê de projeto, considerando o projeto e sua representação intermediados pela ferramenta computacional.¹⁶²

Na verdade, vivencia-se um período de transição, e nem sempre podem ser realizadas projeções no tempo que permitam estabelecer como será a realidade, por exemplo, nos próximos dez anos. Sabidamente o ateliê é a coluna vertebral do Curso de Arquitetura e propicia que as diferentes áreas de conhecimento se integrem no projeto.

Da vivência e experimentação no ambiente de Ateliê é que se dá a construção do conhecimento de arquitetura, representado pelo próprio projeto de arquitetura em constante transformação. Neste ambiente, a crítica arquitetônica permeia como elo, propulsora de questionamentos, com aproximações sucessivas ao projeto, na busca de soluções e alternativas em torno do problema de arquitetura, apresentado inicialmente.

Para atingir este objetivo são utilizados meios e procedimentos que intervêm no processo de construção de conhecimento coletivo, e interação no processo de ensino-aprendizagem tais como painéis, apresentações, estudo de referências, palestras e discussões, que permitam ao estudante refletir sobre questões referentes à disciplina da arquitetura, alimentando as inúmeras decisões de projeto que permeiam a ação do projetar, entorno a um programa de arquitetura que privilegie a ação humana.

Esta riqueza do ambiente efervescente de motivação, entusiasmo e conhecimento que deveria ser o Ateliê, vinha perdendo, em alguns casos, a sua função devido ao uso que se fazia da tecnologia e (ou) à falta de procedimentos pedagógicos adequados às novas necessidades introduzidas pelo ambiente computacional.

Na escola de arquitetura da Unisinos, em meados da década de 1990 (1992-1997) o estudante nem sempre dispunha de um ambiente computacional que permitisse vivência e utilização durante seu processo de projeto. Nos defrontávamos com a concepção físico-espacial e pedagógica tradicional de laboratórios de computação gráfica separados do ateliê de projeto ou então o que era mais comum o

¹⁶² Esta proposta pedagógica, de inserir a teoria projetual, em conjunto á utilização do software gráfico, foi desenvolvida em dissertação de mestrado e utilizada na prática pedagógica do ensino de projeto.

estudante trabalhando em casa em seu micro pessoal, desvinculando e fragmentando seu processo de ensino-aprendizagem. (imagem 4 – 5)

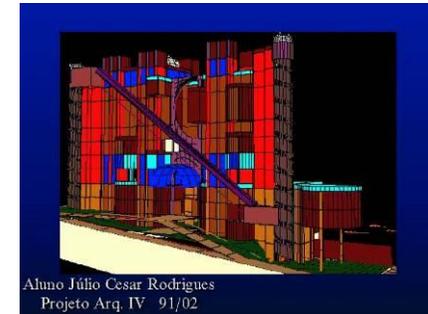
A ferramenta estava de um modo geral, dissociada do processo e do ambiente físico onde se dava a troca e o aprendizado de projeto. Viu-se, então, a conveniência do estudante não se deslocar para o laboratório e sim do computador vir a fazer parte do ateliê, como mais uma ferramenta disponibilizada e utilizada em conjunto com o ferramental convencional no desenvolvimento do projeto. Nesse período proliferou a idéia de se usar o ferramental gráfico tradicional em conjunto a computação gráfica, na interação ‘análogo-digital’.

Nestes anos de atividade pedagógica, acompanhando de perto o desenvolvimento da computação gráfica (1988-2008), implementando no ateliê a utilização do computador como auxílio ao projeto, começou a configurar-se com mais clareza, a partir da experiência em procedimentos projetuais dos alunos, as relações entre o uso dos diferentes *softwares*, o projeto arquitetônico e suas implicações durante o processo de concepção.

E se, inicialmente, a constatação foi mais referida na utilização dos programas CAD, no projeto de arquiteturas que pertenciam a um universo conhecido, estudadas com maior profundidade pela teoria da arquitetura, a partir de 1996/1998, começou-se a perceber, penetrando no Ateliê de Projeto, conceitos novos referenciados em projetos veiculados principalmente pela rede de computadores – WEB - de arquiteturas com outras linguagens formais e outro gênesis, paralelamente à utilização de novos programas de modelagem e simulação, exigindo um estudo mais apurado da crítica arquitetônica. O projeto e a produção da arquitetura estavam abrindo outras possibilidades, que eram necessárias conhecer, para poder dialogar com as novas gerações de estudantes chegados ao ateliê de projeto.

Disseminam-se pela WEB, tanto obras e projetos exemplares de arquiteturas tradicionais, convencionalmente aceitas, como outras arquiteturas referenciadas na tecnologia digital, cujos conceitos e princípios formulados estabeleceram novas linguagens que as diferenciam da tradição.

Ao alcance de um *click* do mouse, interagindo *on line* durante o processo de projeto desenvolvido no Ateliê, estão convivendo intensamente com o estudante de arquitetura referências de todas as procedências geográficas, arquitetônicas, tecnológicas ou não, que o influenciam na concepção de seu trabalho. Aproxima-se o momento em que, tanto as ferramentas digitais, como as tecnologias de informação e comunicação estarão incorporadas ao ateliê como fato consumado, e provavelmente a



Aluno Júlio Cesar Rodrigues
Projeto Arq. IV 91/02

4 – 5A - Trabalho de estudante da
Disciplina do Ateliê de Projeto, 1991.



Aluno Marco A. Soria
Projeto Arq. IV 93/01

4 – 5B – Trabalho de estudante da
Disciplina do Ateliê de Projeto, 1993.



Alunas Vivian e Suzzele
Projeto Arq. IV 93/02

4 – 5C – Trabalho de estudante da
Disciplina do Ateliê de Projeto, 1993.
A inserção no tecido Urbano

denominação de ‘ateliê análogo-digital’ e de ‘ateliê virtual de projeto’, daria lugar à denominação tradicional de ‘ateliê de projeto’.

A relação entre a crítica e o projeto de arquitetura equaciona o pensar, o fazer e o descrever o objeto arquitetônico, rebatendo-se diretamente no processo projetual do arquiteto e, principalmente, assumindo ao ensino de projeto, um papel que precisa ser explicitado ao aluno durante a execução do projeto no ateliê. É justamente neste processo de gerar idéias arquitetônicas e representá-las graficamente que se insere a tecnologia computacional.

4.5 Do croqui análogo-digital ao processo integrado concepção-construção

Com o uso dos programas gráficos, a representação do projeto na etapa da concepção através de meios 'híbridos' – manual e digital – tornou-se uma prática incentivada no ateliê de projeto.

Embora o croqui à mão ainda seja o cerne da concepção arquitetônica, a partir do momento em que a ferramenta computacional começa a ser incorporada à ação projetual do arquiteto, surge nova prática conhecida pela denominação de ‘Croqui Análogo-Digital’, sendo usada como modo e técnica de representação na geração de idéias, intermediando a convenção e a invenção, na utilização de ferramentas tradicionais e ferramentas computacionais, mesclando a imagem artística e a imagem técnica.

Esta prática projetual, referida em suportes físicos e imateriais, foi importante no ensino de projeto, como procedimento de transição no uso de ferramentas tradicionais (papel e lápis) e ferramentas computacionais (*software* gráfico). Muitas vezes, este uso simultâneo fez com que idéias iniciais do projetista não se perdessem durante o processo de geometrização do objeto, fato muito recorrente no ateliê de projeto, em que a precisão dos primeiros softwares de CAD e as geometrias como figuras visíveis nos menus de tela da interface gráfica, os comandos de edição mais utilizados, não permitiam grafismos e modelagens mais intuitivas.

O desenvolvimento de novos comandos, devido ao desenvolvimento da topologia e geometria computacional, assim como processadores de vídeo mais potentes, vem dotando os programas de CAD e os modeladores 3D com mais recursos de representação, fato que vem modificando esse quadro, principalmente quanto ao potencial tridimensional de visualização dinâmica e de simulação, durante o processo de concepção da arquitetura. Para aproximarem-se cada vez mais aos “croquis do arquiteto”

os modeladores 3D, como, por exemplo, o Scketch Up, tornaram-se cada vez mais facilmente manipuláveis na geração e edição de superfícies e sólidos geométricos.

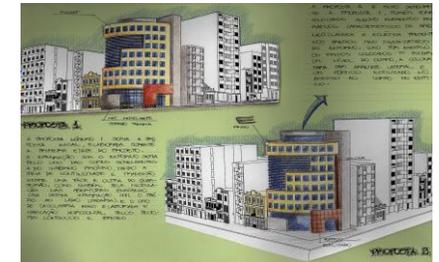
O tema da *tridimensionalidade*, na concepção do espaço / forma arquitetônica traz à tona a questão da profundidade na superfície das imagens técnicas e a mudança epistemológica no processo de construção do objeto, quando gerado através de comandos do software gráfico, diretamente como um modelo tridimensional sem considerar sua representação bidimensional de plantas, cortes e fachadas.

Estes modelos 3D, embora importantes no processo de projeto, pela possibilidade de visualização dinâmica, acabam gerando, por suas múltiplas possíveis visualizações e efeitos, uma proliferação de imagens técnicas (de síntese) bidimensionais, visualizada pela plotagem ou através de scripts na tela do computador, e passam a ser novamente partes (fragmentos) da representação de um todo tridimensional.

No contexto do ensino, este processo ‘análogo-digital’ foi implementado como experimentação pedagógica em AVP (Ateliê Virtual de Projeto), a partir de 1991, tema freqüentemente abordado pela crítica, e experimentado na didática do projeto arquitetônico, ao tratar do processo de concepção e representação do projeto com as ferramentas digitais disponíveis, em um período claramente de transição nos modos de representar arquitetura.

A experiência demonstrava, que a utilização do computador, na etapa inicial de concepção durante o processo de projeto, trazia freqüentemente importantes efeitos adversos, devido às restrições de software disponíveis e acessíveis em 1991-92, cuja característica maior era a operação com comandos bidimensionais. A necessidade de utilização do croqui à mão era considerada indispensável, principalmente com o incremento do uso do computador. É quando frutifica o conceito, já referido, de ‘croquis análogo-digital’ no ateliê de projeto, a ponto de algumas escolas de arquitetura, principalmente na Argentina, denominarem o ateliê de projeto, de ‘ateliê análogo-digital’.

Assim o projetista desenvolve processos híbridos, que aproveitam as vantagens do croqui à mão, modelos físicos e modelos digitais, plotando perspectivas com diferentes visualizações do objeto, elabora as idéias através dos croquis sobre as representações plotadas, scanando seus croquis e usando-os como overlay (sobreposição de imagens) para continuar o processo digitalmente; modelando



4 – 6 - Trabalhos de estudantes da Disciplina de Ateliê Virtual de Projeto, 1997. Interação Croqui / Digital

maquetes físicas, fotografando-as e inserindo em contextos existentes. Utilizando em seus projetos não só os programas gráficos de arquitetura de modelagem e simulação, mas todo um arsenal de recursos

de computação gráfica disponíveis em programas de processamento de imagens, como Photoshop, CorelDraw e outros. (imagem 4 – 6 e 4 – 8)

Na nossa experiência no ensino de projeto, no Curso de Arquitetura da Unisinos, na atualidade, é cada vez maior o número de estudantes que trabalham desde o início no computador, e poucos têm habilidade ou gostam de desenhar e representar suas idéias no papel. Observa-se uma tendência, no ateliê, em incentivar o uso de meios tradicionais, junto com o meio digital, no sentido que existe complementaridade no uso de diferentes ferramentas e meios de expressar e representar as idéias.

A busca pela sensibilização no uso da tecnologia computacional, assim como o tema do “croquis do arquiteto”, eram preocupações recorrentes na década de 1990, principalmente no âmbito pedagógico da arquitetura.

Em 1999, Edison Pratiní desenvolve, como tese de doutorado, uma interface gestual para esboço 3D em arquitetura, utilizando como dispositivos de entrada e saída de dados o *data glove* (luva do de dados). Isto é, com a utilização de sensores de captura de movimentos, permite-se, ao projetista modelar objetos através de gestos, visualizados na interface do software como objetos digitais tridimensionais. O caráter sensitivo e intuitivo do projeto tornou-se uma preocupação dos arquitetos, principalmente entre os pesquisadores e docentes.

Por outro lado, se, em 1991, a questão da representação de idéias era um dos temas em pauta, ao se falar no uso do computador, a questão ainda persiste. A partir de 1998, percebe-se nas escolas de arquitetura, em particular na América Latina, que se acentua a decisão de focar no processo criativo, conforme pode ser visto nas experiências pedagógicas apresentadas em Congressos de Sigradi e Acadia. A necessidade de incentivar o croqui à mão durante o processo de concepção começa a gerar dúvidas no âmbito acadêmico, no entanto faltam dados comprobatórios.

Pensa-se em alguns casos que a representação das idéias iniciais possa vir a ser suprida pela utilização dos novos modeladores 3D, ou dispositivos que permitem desenvolver croquis direto na tela do computador, como é o caso do "I love Sketch", baseado em curvas NURBS, desenvolvido em 2008, ainda em versão beta-teste, por três pesquisadores do "Department of Computer Science, University o



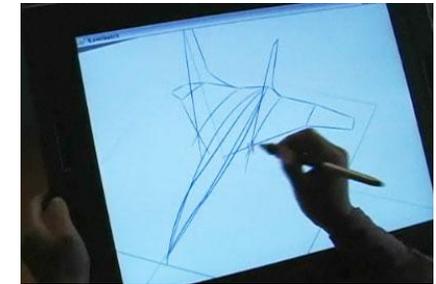
4 – 6 - Trabalhos de estudantes da
Disciplina de Ateliê Virtual de Projeto, 1997.
Interação Croqui / Digital

Toronto".¹⁶³ (imagem 4 -7) Ou ainda até pela transformação no processo de produção da arquitetura, com o incremento do processo de *projeto integrado concepção/construção*.

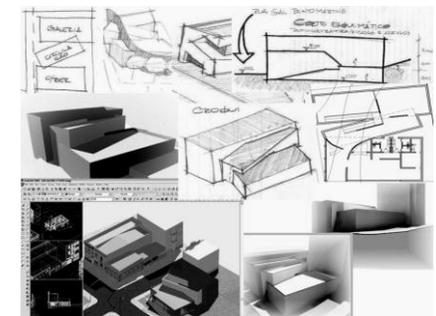
Embora a dúvida quanto ao uso ou não do croqui à mão na etapa da concepção tenha sido mais acirrada no início dos programas de CAD, devido às restrições conhecidas destes programas, pode-se dizer que esta dúvida ainda persiste, tanto no âmbito profissional do arquiteto quanto no âmbito pedagógico do ensino de projeto, mesmo com a disponibilização de programas de modelagem 3D de grande potencial formal e espacial. Neste caso, aparentemente, as restrições da ferramenta não se referem ao seu potencial de representação 3D da idéia arquitetônica, uma das críticas comumente referidas no início da década de 1990, e sim ao modo como os *input* e *output* do programa estão estruturados, e nem sempre vão de acordo ao livre pensar da mente do arquiteto.¹⁶⁴

Considerando que possa ser verdadeiro o fato de termos sido, desde Alberti, treinados a criar e projetar com caneta e papel, não se pode descartar a hipótese que o treinamento possa desenvolver-se no sentido de criar e projetar com ferramentas digitais. As novas gerações estão nascendo em um ambiente em que o digital faz parte de seu dia a dia. O exemplo muito simples, de acender e apagar a luz serve para identificar esta questão: Pergunte a uma pessoa de 80 anos qual o gesto que identifica a ação de acender/apagar a luz. Ela juntará o polegar e o indicador como pinça no sentido de segurar e mover o interruptor. Se essa pergunta for feita a duas gerações posteriores, o gesto provavelmente será no sentido de apertar um botão com o polegar, e se ainda for feita a alguém de 40 anos, a resposta seria que o polegar apenas toca suavemente a superfície de um controle digital. E nada impede que imaginemos esta pergunta feita a uma criança da era dos celulares sensíveis à voz humana, e como resposta ela permaneça imóvel, apenas dando uma voz de comando para que a luz acenda ou apague.

No momento presente, 2009, outra questão passa a ser preponderante na geração da Arquitetura, questão esta, referenciada não somente no processo de representação durante a concepção, mas também na abordagem integrada, concepção e construção, cujo processo abarca desde a idealização da arquitetura até sua viabilização construtiva.



4 – 7 - Interface I Love Sketch



4 – 8 - Trabalhos de estudantes da disciplina Computação Gráfica Aplicada ao Projeto, 2004. Croqui Análogo Digital

¹⁶³ I LoveSketch: As-Natural-As-Possible Sketching System for Creating 3D Curve Models- Seok-Hyung Bae, Ravin Balakrishnan, Karan Singh. Department of Computer Science, University of Toronto

¹⁶⁴ Para aprofundar o tema sobre a mente: emoção e pensamento- intuição e racionalidade, ver o livro O Sítio da Mente, para explicar a intuição do croquis a mão, na relação entre as redes neurais e as redes de circuitos do computador p.

Embora já tenhamos analisado, em estudos anteriores, as relações entre os diferentes programas computacionais e as várias formas de projetar,¹⁶⁵ novas situações são (im)postas pela tecnologia que, influenciando a interação entre o projeto e a construção, abrem possibilidades que conduzem a uma reflexão mais abrangente sobre a globalização e a especialização destas tecnologias, com conseqüências visíveis no modo de pensar e produzir arquitetura.

Este processo de representação e produção arquitetônica, da idealização à materialização da arquitetura integra em um processo único e interativo o projeto e a construção, traduzido, hoje, pelo conceito de BIM (*Building Information Management*) e Construção Digital.

O BIM refere-se ao processo de projeto auxiliado por programas computacionais que interagem e se comunicam dialeticamente nas diferentes etapas do projeto e construção da arquitetura. Nele projeta-se a partir de um modelo 3D integrado que contém todas as informações de visualização 2D, e todos os dados de construção e identificação das partes do modelo e da obra.

Também o conceito de Construção Digital passa a fazer parte do cotidiano arquitetônico, em que são incorporados à arquitetura os *outputs* e *inputs* gerados a partir de *scanners* e *laser* 3D, em um ciclo ininterrupto que passa do modelo analógico ao modelo digital, e vice-versa, incorporando a cada etapa do processo as contribuições de cada uma das ferramentas utilizadas. Os programas de CAD/CAM/CNC (*Computer Aid Design / Computer Aid Manufacturing / Computerized Numerical Control*) já eram utilizados desde a década de 1970 pela engenharia mecânica. Através da indústria automobilística, principalmente, passa a ser incorporado pela arquitetura, na viabilização construtiva de partes ou do todo da edificação através da execução de protótipos de maquetes e de elementos arquitetônicos. Estes protótipos, materializados através do uso das ferramentas de prototipagem rápida, excluem a manufatura intermediada pelo homem para serem objetos construídos pela automação com o uso de programas e dispositivos computacionais. A intermediação digital, ao excluir o instrumento manual, transforma o operador em manipulador de informações necessárias à operacionalidade do sistema de automação. Os *inputs* passam a ser codificados pelo programa através de algoritmos e visualizados pela geometria. Essa automação na confecção do objeto transforma sua natureza tectônica em uma natureza

¹⁶⁵ Ler em: ROCHA, Isabel A. Medero. Os Programas de Computador e o Processo de projeto na Construção do Conhecimento arquitetônico - Analogia entre operadores computacionais e projetuais- PARTE 2- Porto Alegre: UFRGS, 1998. Dissertação, (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pesquisa e Pós Graduação da Arquitetura. PROPAR - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

imaterial dentro do computador, que se materializa através do controle humano de informações, desde que estas (in-formações) já estejam contidas nos códigos do programa. Na Imagem (imagem 4 – 9) um exemplo dos trabalhos desenvolvidos em Ateliê, pelo professor Marcelo Gomes na Universidade do Chile.

Essa transformação na produção da arquitetura assume também uma função pedagógica, onde a estrutura de dados e a metodologia estabelecida dos sistemas BIM passam a ser uma ferramenta que atua como uma plataforma para integração de conteúdos multidisciplinares nos currículos de arquitetura e no ateliê de projeto.

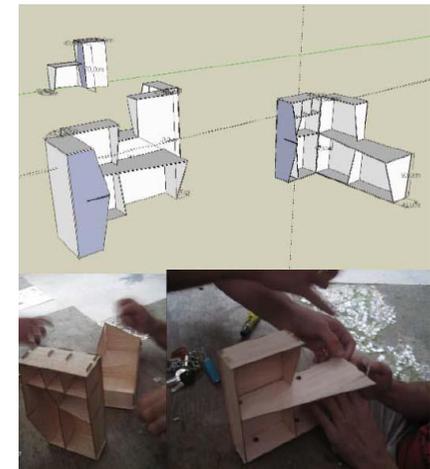
“[...] usar BIM como plataforma para a integração multidisciplinar de conteúdos no currículo do ensino da arquitetura e nos escritórios. Seguindo um desenvolvimento paralelo às previsões do uso de computadores nos escritórios, continuaremos explorando o uso de técnicas de fabricação e digitalização e metodologias relacionadas como meio para projetar e não simplesmente como ferramentas para a produção de modelos tridimensionais para apresentações finais”¹⁶⁶.(Angulo e Velazco, 2007:3)

Pode ser considerado como ‘rito de passagem’ para este pensar e fazer integrado da arquitetura, a obra emblemática do Museu Guggenheim em Bilbao, do arquiteto Frank Ghery (1991-1997). Neste projeto o arquiteto integrou desde o início os aspectos abstratos e concretos (idéia e construção) da concepção arquitetônica, utilizando tecnologias digitais de CAD/CAM/CNC, scanner 3D e laser 3D, auxiliados por programas como Catia (*Computer Aided Three-dimensional Interactive Application*), AutoCad e 3DStudio. No entanto, a peculiaridade do processo de trabalho de Ghery, bem conhecido pela sua referência à escultura, onde prevalece o *input* inicial de formas criadas pela mão do arquiteto (modelo analógico), não é o processo que tende a ser usado por arquitetos e estudantes no desenvolvimento de projetos, onde o *input* inicial é gerar a forma a partir do modelo digital.



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO UNIVERSIDAD DE CHILE
ESCUELA DE ARQUITECTURA

4 – 9 A - Ateliê de Fabricação Digital, Prof. Marcelo Gomes, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade do Chile, 2008. Máquinas de prototipagem



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO UNIVERSIDAD DE CHILE
ESCUELA DE ARQUITECTURA

4 – 9 B - Modelo digital e maquete física do protótipo desenvolvido pelo estudante

¹⁶⁶ "to using BIM as the instrumental platform for the integration of multidisciplinary content in the architecture curricula and design studios. Following a parallel development to the one foreseen for computers in design studios, we will continue exploring the use of fabrication/scanning techniques and related methodologies as media for design and not simply as tools for the production of final models". Antonieta Angulo e Guillermo Vásquez de Velasco "Digitally integrated practices: a new paradigm in the teaching of digital media in architecture" *arquitecturarevista* - Vol. 3, n° 2:1-14 (julho/dezembro 2007)

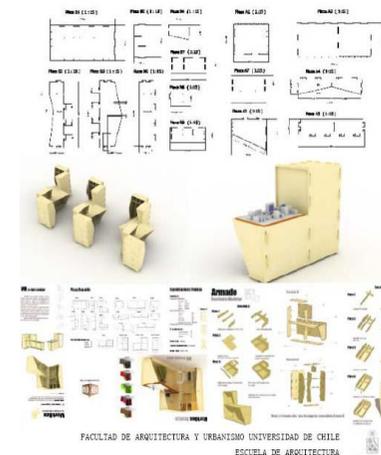
No interstício destes dois momentos, na tese designados de “croqui análogo/digital e processo integrado concepção/construção”, situam-se as linguagens e abordagens arquitetônicas que instauram o que hoje se chama de arquitetura digital ou, arquitetura de formas complexas, propiciada pelas novas ferramentas de modelagem tridimensional pautadas não mais em geometria euclidiana, e sim em geometria topológica, e que incorporam à sua base conceitual, teorias advindas das áreas da filosofia, da física e da matemática.

A partir da década de 1990, passam a fazer parte do panorama contemporâneo da arquitetura potentes ferramentas de modelagem vetorial que contribuem na concepção de um universo de arquiteturas paradigmáticas, cujas formas complexas e orgânicas se disseminam pela mídia arquitetônica. E se, por um lado, em alguns casos, geram projetos e conceitos com resultados por vezes questionáveis, por outro se desenvolve uma arquitetura baseada em um corpo teórico consistente que exige uma postura participativa da crítica arquitetônica.

Mudanças mais profundas - que abarcarão o aspecto intuitivo e sensorial - no desenvolvimento da cibernética trazem transformações na relação do arquiteto com o projeto, tornando plausíveis outras possibilidades projetuais, graças aos avanços na área da inteligência artificial.

No entanto, assim como as transformações sócio-culturais advindas das tecnologias digitais e da WEB estão presentes na sociedade atual, afetando comportamentos e ‘visão de mundo’, também o fenômeno arquitetônico vem sofrendo transformações que afetam o modo de pensar, perceber e fazer arquitetura. Se já é possível a atuação da crítica arquitetônica no estudo de projetos e obras exemplares para a criação de um corpo teórico-prático, do uso e experimentação da informática na arquitetura e no ensino de projeto nos últimos vinte anos, obviamente não é possível prever com precisão os rumos desta relação em um futuro próximo.

Necessidades sociais emergentes, na área de habitação e sustentabilidade, começam a direcionar o conhecimento tecnológico, não apenas para atender soluções norteadas pelo poder econômico e político de parcelas restritas de população, (Cidades solares - Dubai) mas a pensar alternativas que possam beneficiar o controle e preservação de energia e salubridade extensivas e mais



4 – 9 C - Apresentação do Processo completo – diário de bordo



4 – 9 D - Produtos desenvolvidos pelos estudantes durante o ateliê

abrangentes. Para citar um exemplo entre outros, no âmbito acadêmico, um projeto colaborativo que está tendendo a se desenvolver abrigoando cada vez estudantes, é o *Solar Decathlon Europe*¹⁶⁷, com a participação de universidades de Europa, América y Ásia. Também, a criação de ateliês virtuais colaborativos, entre cursos de arquitetura de diferentes países é uma prática pedagógica que começa a tomar corpo. Um exemplo é o *Taller Virtual Las Américas*.¹⁶⁸

4.6 Ateliê Virtual de Projeto - Período 1998/2007

O período entre 1992 e 1998, denominado de "antecedentes da prática pedagógica", corresponde a intervenções de práticas pedagógicas pontuais, que foram configurando pressupostos e hipóteses na utilização dos programas computacionais durante o processo de projeto do estudante e formaram uma base consistente, cuja reflexão teórica foi aprofundada e sistematizada no decorrer do curso de mestrado, quando toda essa prática foi pensada à luz da teoria de projeto. A linha de investigação girava em torno da interferência que o uso dos programas (primitivas e comandos) estava ocasionando nas estratégias projetuais adotadas pelos estudantes.

O período entre 1998 e 2007, denominado de estudo de caso, corresponde à experiência pedagógica da proposta metodológica PAAVI – Projeto de arquitetura em ambientes virtuais interativos, sistematizada e implementada na Disciplina de Computação Gráfica aplicada ao Projeto, disciplina esta inserida dentro da grade de disciplinas de projeto, com o intuito de trabalhar com processo de projeto de arquitetura em ambiente computacional, conforme explicitado anteriormente.

A reflexão extraída desta prática pedagógica funcionou como porta de entrada para a argumentação central da tese, 'programas', que estabelece a correspondência entre os programas computacionais e programas de arquitetura, (vistos como projeto) através da analogia proposta entre os operadores dos programas computacionais e os operadores do projeto de arquitetura.

A problemática, na arena empírica, gira em torno de como as operações embutidas nos diferentes softwares e sistemas aplicativos determinam ações do projetista-estudante durante sua

¹⁶⁷ <http://www.sdeurope.org/index.php/esl/SOBRE-SOLAR-DECATHLON>

¹⁶⁸ <http://archone.tamu.edu/~americas/studio.html>

utilização, repercutindo em seu processo de projeto e sinalizando a opção por uma ou outra estratégia projetual, refletindo, por consequência, na linguagem formal adotada.

O início deste período corresponde ao momento em que algumas escolas de arquitetura começavam a experimentar a idéia de ateliê análogo-digital de projeto, com a preocupação de preservar o croqui à mão na fase inicial da concepção.

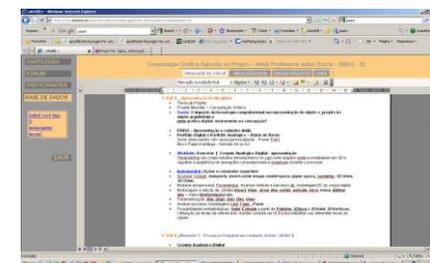
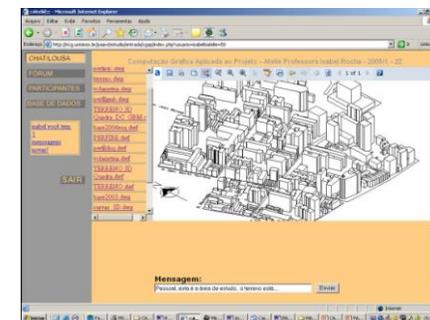
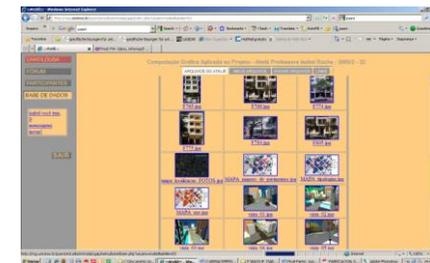
Consciente da não neutralidade dos programas gráficos e nem das ferramentas digitais, e ao mesmo tempo tendo conhecimento do grande potencial didático e de criação desta tecnologia, a opção pedagógica foi trazer o computador para dentro do ateliê de projeto e, em conjunto, na relação professor-aluno-computador construir o conhecimento arquitetônico. Embora o estágio dos programas gráficos para modelagem 3D fosse ainda incipiente, pensar a ferramenta como instrumento potencial de gerar modelos tridimensionais foi sempre o guia-mestre da utilização no ateliê.

Dois conceitos fundamentaram essas atividades: a 'interatividade' (vista em suas diversas abordagens: entre programas, entre informações gráficas e alfanuméricas, na interface homem-máquina, na hipertextualidade), e a 'tridimensionalidade'.

4.6.1. Ateliê Virtual de Projeto - PAAVI – Projeto de Arquitetura em Ambiente Virtual Interativo. Período 1998/2007

Este período corresponde à experiência pedagógica da proposta metodológica PAAVI – Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais Interativos, sistematizada e implementada na Disciplina de Computação Gráfica aplicada ao Projeto, disciplina esta, inserida dentro da grade de disciplinas de projeto, com o intuito de trabalhar com processo de projeto de arquitetura em ambiente computacional. (imagem 4 -10)

Embora receba o nome de “metodologia”, corresponde a uma série de procedimentos pedagógicos que, na prática do ateliê, tem o intuito de facilitar a interação entre professor e aluno na criação de um ambiente “*shared play*”, onde o estudante sinta que pode se expressar, sendo escutado e motivado a expor suas idéias. Dessa forma, o próprio estudante, a partir de uma abordagem lúdica, porém



4 – 10 - Interface do Ambiente PAAVI.

compromissada com a atividade desenvolvida no ateliê, encontra seu processo de projeto, ao solucionar um problema de arquitetura¹⁶⁹.

Neste ambiente, as ferramentas digitais – programas e computador - e o ambiente WEB, assim como o croqui à mão, são instrumentos que fazem parte ativa em seu processo de pensar e representar conceitualmente e concretamente suas idéias, seja através de esboços, modelos digitais 3D, maquetes físicas e conceituais ou textos, palavras e esquemas.

As turmas de alunos que passaram, nestes 10 anos, pela disciplina ‘Computação Gráfica aplicada ao Projeto’, não foram tratadas dentro das características de uma abordagem científica, como grupos de controle para o estabelecimento de protocolos, quantitativos e qualitativos, que pudessem ser analisados dentro de uma metodologia em que os dados coletados obedecessem a critérios e parâmetros definidos *a priori*, para uma observação e análise isenta e sem contaminação. No entanto, conta-se com elementos objetivos e com um grau de confiabilidade que podem ser considerados com um potencial para o acesso à reflexão de abordagem: observação e contato direto, registro documentado pelo aluno do processo de projeto. De fato, segundo Tomas Maldonado: “Diferente da ciência pura que permite a teorização direta, as ciências sociais aplicadas, e a arquitetura entre elas, desenvolve a teoria a partir da experiência e da experimentação”. (Maldonado, 1998: 36)

Foi utilizado para comentar a experiência, além da 'Súmula' da disciplina, a 'proposta pedagógica definida no plano de aula, detalhado aula por aula, onde consta a integração entre a abordagem teórica, a atividade proposta e instrumental sugerido. Neste plano propõe-se a associação constante entre a ação do software e a teoria de projeto, isto é, o conceito de arquitetura subjacente à utilização do comando. Também foi utilizado o registro elaborado por cada estudante através de um portfólio digital e um portfólio analógico, concebido como 'Diário de Bordo'. Neste Diário o estudante construía, de forma textual e gráfica, seu processo de trabalho na seqüência que a prática reflexiva e experimental ia ocorrendo.

¹⁶⁹ But in this kind of education, the interaction between instructor and student becomes crucially important. The studio processes that Schön identifies as telling and listening and demonstrating and imitating are dependent primarily on the ability of the instructor to create the environment of “shared play” in which these shared activities can take place. (Ochner, 2000: 203).

Enfatizava-se, durante o ateliê que esta seqüência de registro do processo não obedecia à seqüência de apresentação no desenvolvimento de um projeto de arquitetura com a qual o estudante estava acostumado em ateliê de projeto tradicional, e sim, ao seu processo individual de idealizar e exteriorizar suas idéias pela representação à medida que elas iam ocorrendo. No entanto, não havia, por parte do orientador, um controle rigoroso recolhendo o material após cada aula, por exemplo. Entendíamos que seria um controle que cercearia a naturalidade e a liberdade que se pretendia, ao respeitar o ritmo de cada estudante, na medida em que, provavelmente, ele se sentiria avaliado e comparado aos outros. Neste ateliê, único no curso, este não era o principal objetivo. A idéia era que o aluno o percebesse como uma pausa momentânea durante o curso, para refletir sobre seu processo de trabalho ao utilizar a tecnologia digital.

Era feita uma análise crítica textual elaborada por cada estudante, além dos textos registrados no Diário de Bordo, em dois momentos pontuais: no fim da etapa, no processo de projeto em ambiente virtual, que culminava com a visita física a área de projeto, e outro no fim do semestre, onde era solicitada uma reflexão, explicitada textualmente, baseada em dois itens: 'Como vivenciou o seu processo de projeto individualmente, e, como vivenciou a experiência de Ateliê Digital em analogia aos ateliês tradicionais, que embora utilizem computador como ferramenta, adotam um enfoque convencional'.

4.6.2 Procedimentos didático-pedagógicos em ambiente computacional

O procedimento pedagógico, relatado a seguir, apresenta o resultado obtido durante ensino de projeto de arquitetura em ateliê digital, utilizando o ambiente WEB e ferramental de interação gráfica e textual, privilegiando principalmente a representação através de croquis (analógico e digital) e da modelagem tridimensional do objeto arquitetônico.

A ênfase pedagógica está focada na etapa de concepção da arquitetura (geração de idéias), a partir de um conceito central, formulado por imagens conceituais, ao qual se subordinam elementos de lugar, programa e construção formal. Construção formal usada no sentido de estrutura formal consistente (Mahfuz, 2002: 32).

Toma-se como pressuposto a correspondência entre os programas computacionais e o processo de projeto, através da analogia proposta entre os operadores dos programas e os operadores do projeto de arquitetura. O ambiente computacional pode ser considerado enquanto:

'Ambiente WEB': Site do PAAVI e Google, imagens e sites de arquitetura e outros que o aluno deseje consultar.

'Ambiente dos programas computacionais': Os programas gráficos disponíveis no Ateliê¹⁷⁰ eram Autocad, Accurender, Sketchup, 3DStudio, os programas do Office e um Sistema gráfico informatizado de banco de dados (criado especialmente) com informações de lote e quadra e do PDDU de Porto Alegre, com fotos e normas. O aluno poderia usar qualquer programa para conceber o projeto. Nesse caso, por exemplo, os que trabalhavam com Rhinoceros geralmente traziam seu laptop.

Como suporte para o desenvolvimento das atividades de ensino-aprendizagem foi utilizado um ambiente virtual, denominado PAAVI, desenvolvido em PHP, com ferramentas de interação chat-lousa, fórum, BD gráficos (raster e vetoriais) e dados descritivos (texto, ppt, html, vídeos etc.) em arquivos individuais e coletivos para download e upload pelos participantes de cada ateliê. Durante o decorrer do semestre, o estudante ia gerando seu portfólio digital com todo o processo de projeto explicitado através de croquis, imagens digitais, modelos, textos, etc. Ia tendo acesso a todas as atualizações feitas pelos colegas ou pelo orientador, além de poder interagir de forma não presencial através do Chat-lousa, de forma gráfica e descritiva com colegas ou orientador.

4.6.3 Sobre o aprendizado do programa computacional

Na súmula da disciplina aparece um item sobre 'Exigências prévias de conhecimentos e habilidades' que o aluno deveria ter ao ingressar na disciplina. O aluno deveria possuir conhecimentos na área de projeto assistido por computador (CAD). Era indispensável que os conhecimentos prévios do aluno abrangessem objetos tridimensionais e que possuíssem habilidades no manejo de modelos digitais de objetos arquitetônicos.

¹⁷⁰ 'Ateliê Virtual de Projeto – ambiente PAAVI: <http://ncg.unisinos.br/paavi/>'.

Era pré-requisito que o estudante tivesse cursado uma disciplina da Seqüência de Expressão e Representação, denominada Arquitetura e Computação Gráfica, onde se privilegiava o ensino de habilidades na manipulação de softwares de CAD, e tivesse alguma familiaridade com modelagem 3D.

No entanto, até 2004, aproximadamente metade dos alunos não possuía desenvolvida a habilidade de gerar modelos tridimensionais, pois a disciplina cursada, ainda privilegiava o ensino tradicional de CAD, centrado no programa através do aprendizado exclusivo de comandos, separando a abordagem 2D da 3D, representando a arquitetura pelas suas projeções euclidianas. Com este procedimento de separar o bi do tridimensional, praticamente todo o tempo disponibilizado pela disciplina era ocupado no aprendizado de comandos 2D.

Este panorama sofreu uma transformação, na medida em que alguns professores começaram a interpretar os programas como ferramenta tridimensional de representar arquitetura, transferindo o foco centrado no programa para focar a representação da arquitetura em sua natureza formal/espacial tridimensional. E também, na medida em que outros programas de modelagem 3D, como Scketch Up, começaram a ser introduzidos no âmbito acadêmico, trazidos pelos próprios alunos.

Da nossa experiência, é importante não confundir habilidade em manipular um programa gráfico com “habilidade” em projetar. Os alunos de projeto, pela necessidade de expressar suas idéias, acabam desenvolvendo as habilidades no uso de determinados programas.

Em muitas escolas, a questão referente às habilidades necessárias para manipular os programas está sendo solucionada de forma extra-classe, ou através de treinamentos entre os próprios alunos, como na UFMG e na UFSC, ou com monitorias e disciplinas de EAD, como é a proposta de CAD Criativo da professora Elisabetta Romano desenvolvida na USP, em que o estudante por meio de um jogo lúdico vai aprendendo as bases do CAD individualmente e com assessoramentos à distância. Na Unisinos, embora houvesse disciplinas instrumentais, os monitores propunham cursos curtos de aprendizado do software.

A nossa idéia era que a motivação gerada pela vontade e necessidade fosse o melhor mentor para que se desenvolvesse a habilidade. Isto significa desenvolver o manejo dos programas de dentro da arquitetura, com instrutores que possibilitem sanar as dificuldades dentro do Ateliê. A proposta da disciplina era não desvincular o aprendizado da ferramenta do processo de projeto e do âmbito teórico da arquitetura.

A experiência apresentada está baseada na realidade de ensino do Curso de arquitetura na Unisinos, toda generalização pode ser perigosa caso não se estabeleça o contexto em que ocorre¹⁷¹.

É importante a questão do “momento atual”, pois já é possível perceber um contingente de jovens desenvolvendo habilitações em programas gráficos como Autocad, 3DStudio, Rhinoceros e Sketch-up, sem intenções ainda de ingressar em um curso de arquitetura. A WEB incita o jovem a modelar o mundo.

Era esperado que o aluno, egresso da disciplina, tivesse construído conhecimento capaz de produzir uma reflexão sobre o processo de projeto de arquitetura em ambiente computacional e seu processo individual de projetar; e que adquirisse consciência crítica durante a ação projetual em meio digital, na utilização dos programas e da Internet, como mídia e como fonte de informações a serem filtradas na construção de conhecimento arquitetônico.

Resulta deste processo, o reconhecimento das potencialidades do meio digital como qualificador do projeto arquitetônico, desmistificando o valor dos modelos e das imagens como meros efeitos de visualização, entendendo o poder subjacente à tecnologia digital, principalmente ao universo dos programas gráficos computacionais.

4.6.4 Conteúdos e procedimentos

Além da Súmula da Disciplina, foi construído, junto com os alunos das primeiras turmas, um plano de aula, citado acima, que culminou em um plano detalhado que ia sendo modificado durante (ou) no fim de cada semestre, conforme o desenvolvimento e as contribuições da turma. O Plano Detalhado anexo corresponde ao 2º semestre de 2005.

A cada aula ou conjunto de aulas o enfoque tinha três aproximações: à teoria do projeto, ao instrumental e à atividade. A abordagem do conteúdo tinha duas etapas:

¹⁷¹ Still, other than the work of Schön and a few others, there seems to have been surprisingly little examination in depth of design studio as an educational environment. In particular, there seems to be almost complete silence on two interrelated questions: (1) the precise nature of the creative processes in which students are asked to engage in design studio; and (2) the character of the interaction between students and faculty that would best enhance the students' learning of design. Little is written on how faculty might enhance this interaction or how they might improve the quality of their design studio instruction. (Ochsner, 2000: 196)

Primeiro, a etapa denominada 'Pesquisa Digital' se refere à etapa programática, quando informações gráficas e descritivas eram manipuladas pelos alunos através do uso de diferentes softwares, banco de dados e Internet.

Segundo, a etapa denominada 'Contextualização' possibilitava o aprimoramento da proposta arquitetônica, com ênfase nos componentes formais, espaciais, volumétricos e de contexto urbano da mesma, através da inserção da edificação em tecido urbano consolidado em Base digital 3D.

O semestre estava caracterizado por dois momentos: 'Processo de projeto em contexto virtual.' e 'Processo de projeto em contexto físico.'

4.6.5 Sobre os programas da disciplina

Pela argumentação central da tese, o termo “programa” pode assumir vários conceitos. Vários programas e programadores circulam pelo universo do ateliê. O programa da disciplina é um deles.

No início da experiência, em 1998, a idéia era não ter um programa detalhado, somente a Súmula, que era o documento institucional e já chegava impresso no primeiro dia de aula. No entanto, à medida que o semestre transcorria, surgiu por parte dos participantes do ateliê o planejamento prévio de alguns eventos. Esse planejamento acabou se constituindo aproximadamente em um período de quatro semestres, em um programa detalhado aula por aula, construído com as primeiras turmas, que ficava disponibilizado no PAAVI.

Nas turmas seguintes começou a acontecer o contrário, e o programa detalhado acabava sendo desconstruído a cada semestre. O programa detalhado que permaneceu on line foi o de 2004, que assim permaneceu como pano de fundo, um sistema de referência. Porém, muitos alunos não lembravam que existia, embora o programa fosse apresentado no primeiro dia e sempre estivesse *on line* para ser acessado de qualquer lugar e a qualquer hora. Outros acessavam de tempos em tempos, para situar-se ou quando faltavam à aula. Este programa cumpria o seu ‘papel’: era acessado quando necessário aos objetivos do projetista. Para o professor, era um ponto de apoio em alguns momentos também. O enfoque integrado: teoria/projeto/instrumento tinha movimento próprio e já não seguia mais as regras do programa detalhado da disciplina.

O programar e desprogramar faz parte do jogo. O projeto era o mote do ateliê. Quando isso se tornava claro para os participantes, os outros elementos (instrumentos, programas, teorias, conceitos) se

mesclavam naturalmente. A questão dos programas das disciplinas é um assunto que precisa ser pensado, não com a rigidez de uma regra que deva ser seguida, e sim como uma referência para ser modificada, questionada ou até abandonada conforme as peculiaridades do grupo de estudantes, seus interesses, e desenvolvimento. O programa da disciplina, no sentido exposto acima é diferente de súmula, que é um documento, institucional, para revalidação curricular.

4.6.6 Processo de projeto em contexto virtual

A ênfase na utilização dos programas computacionais era a modelagem digital 3D'.

A concepção ocorre a partir da apropriação programática em ambiente WEB, utilizando bancos de dados gráficos e descritivos e, finalmente, por croquis análogo/digitais.

No 'primeiro momento' a concepção do projeto se desenvolve no ateliê, sem visita à área de implantação do projeto. A formulação de conceitos e de diretrizes é efetuada sem conhecer a área física, apropriando-se dos elementos programáticos somente através de dados gráficos e descritivos existentes no ambiente virtual. Esta opção didática, de não visitar previamente o terreno, busca desenvolver, no estudante, a capacidade de avaliar criticamente a natureza e a fidelidade das informações digitais.

Na medida em que a apreensão e o domínio do contexto onde se dará a intervenção de uma arquitetura são enfatizados, inicialmente pelo sentido da visão em detrimento dos outros sentidos, o projetista percebe o quanto imagens e dados virtuais podem distorcer a realidade física.

Assim, no decorrer do processo, o estudante adquire a capacidade de olhar com acuidade o mundo virtual e o mundo real, e refletir sobre o significado e a natureza das categorias arquitetônicas e suas representações.

No lançamento do partido, as decisões que envolvem conceitos de Escala arquitetônica, Lugar, Composição e Estrutura formal, são tomadas a partir de percepções extraídas somente de dados digitais constantes na WEB e no PAAVI.

- **4.6.7 Processo de projeto em contexto real**

A ênfase na utilização dos programas computacionais era a 'Simulação tridimensional – estudos Render: materiais, iluminação, efeitos, percursos, animações'.

Em um ‘segundo momento’, a experimentação no ateliê de projeto partia de visita ao ambiente físico (real), quando ao reavaliar a proposta arquitetônica, se introduzia no processo, a crítica entre ambiente virtual e ambiente real e a conseqüente relação com a síntese projetual. O estudante levava, na visita, impressa sua proposta arquitetônica tridimensional, para poder analisar.

Respeitando-se o tempo, ritmo e a forma de proceder de cada estudante, ajustava-se a discussão no ateliê em torno do significado da dimensão bi e tridimensional como meio de representação da arquitetura, utilizada para estudar categorias de forma/espço/meio. Buscava-se a reflexão sobre as mudanças ocorridas durante o processo de concepção de cada estudante, do ponto de vista da qualificação e apropriação do objeto que estava sendo projetado, na utilização de croquis intuitivos, modelos de simulação tridimensional, da dinâmica temporal dos programas gráficos de *Cad* e *Render* e das implicações na interpretação e no uso de modelos vetoriais e imagens *raster* da ferramenta computacional. Durante a abstração do processo projetual, as decisões e as geometrias que transformam e concretizam a arquitetura através do projeto, é que determinam qual é o programa gráfico adequado para auxiliar na representação do objeto.

4.6.8 Sobre o processo

O argumento a seguir foi construído com referência ao texto “*Behind the Mask: A Psychoanalytic Perspective on Interaction in the Design Studio*”, de Jeffrey Karl Ochsner.

A disciplina ocorria a partir do 6º semestre, e era um momento de reflexão de todo o processo e de concepção, que deveria ficar explícito e registrado do início até o fim. Para isso, utilizava-se de alguns artifícios pedagógicos para trazer à tona idéias do inconsciente que auxiliassem no entendimento de como registrar este processo. Parecia essencial, naquele momento, que o estudante já tivesse tido experiências de prática projetual em outros ateliês de projeto, com vivência de vários processos de projeto para poder, em um determinado momento, refletir sobre o seu processo em comparação a outras experiências.

Não era a proposta pedagógica que esse procedimento fosse estendido a todos os ateliês de projeto, sabe-se que em arquitetura é importante encontrar a solução de projeto. Assim como não há necessidade de se ter constantemente mapeado os procedimentos que nos conduzem a um resultado projetual.

Ochsner faz uma reflexão a partir das idéias de Donald Schon sobre reflexão em ação no ateliê de projeto; argumenta que o processo não pode ser pré-determinado e esses processos diferem de estudante para estudante; e que a habilidade técnica e a habilidade de apresentação gráfica e verbal não são o foco. Espera-se, diz o autor, que o estudante obtenha um processo pessoal de descoberta que o leve em direção ao encontro e à criação de uma solução de projeto.

"Nós sabemos, e queremos que nossos estudantes aprendam, que projetar não é alguma coisa que pode ser simplesmente explicada ou (pensada) e então simplesmente, desenhada. Enquanto ensinar projeto necessita de um pensamento analítico, habilidades técnicas e habilidade tanto de desenho quanto verbal, essas são raramente o primeiro foco; o que é central é a criação da solução arquitetônica em si. É entendido para resultar de processos que não podem ser predeterminados; esses processos podem diferir radicalmente de estudante para estudante. Nós esperamos que cada estudante desenvolva seu processo pessoal de descoberta que o leve a solução de projeto – uma solução que podemos considerar ambas, encontrada e criada"¹⁷². (Ochsner, 2000: 198)

Geralmente os alunos questionavam porque essa disciplina não estava no início, assim eles teriam aprendido a projetar melhor. O argumento apresentado para essa questão era que o modo de chegar ao projeto é um caminho individual desenvolvido por cada estudante a partir da prática projetual, assim, na disciplina não existia um único processo, mas tantos quantos fosse o número de participantes do ateliê; e que esse processo individual se constrói em cima da reflexão constante, sem um itinerário rígido. Uma disciplina com essas características no início do curso poderia significar o estabelecimento de um regramento para o aluno novato, ainda sem um conhecimento teórico e prático da arquitetura.

¹⁷² "We know, and we want our students to learn, that design is not something that can simply be talked out (or thought out) and then simply drawn up.¹⁵ While design studio teaching does address analytical thinking, technical abilities, and both graphic and verbal presentation skills, these are rarely the primary focus; what is central is the actual creation of the architectural solution itself. This is understood to result from processes that cannot be predetermined; such processes may differ radically among students. We expect each student to develop a personal process of discovery that leads toward a design solution—a solution that we may say is both "found" and "created." OCHSNER, Jeffrey Karl. *Behind the Mask: A Psychoanalytic Perspective on Interaction in the Design Studio*. (2000), Journal of Architectural Education, 53. p 198.



4 – 11 - Exercício busca de imagens e palavras da estudante Juliana Guarnieri Disciplina de Computação Gráfica aplicada ao projeto, 2007.

Ochsner corrobora o argumento acima, ao afirmar que, para um estudante do início, o processo do ateliê não é muito claro; ele não sabe o que o orientador espera que ele faça, por sua vez, o orientador não pode introduzir um diálogo até que o aluno tenha gerado uma primeira resposta ao problema apresentado, e com isso, criado uma base para dialogar. O processo só é entendido do seu interior¹⁷³. (Ochsner, 2000: 199)

A idéia era mesclar de tal maneira a tecnologia digital na etapa programática do projeto e no processo de concepção, que se desenvolvesse uma crítica permanente em sua utilização. A tecnologia não entrava antes, nem depois, entrava junto. Não se buscava a excelência na gráfica digital e também não se estabelecia o nível de desenvolvimento do projeto. Uns desenvolviam mais, outros menos, ou ainda alguns refaziam a proposta quase no fim. O objetivo era que o processo fosse sendo registrado e compartilhado com os colegas no ateliê durante o semestre.

4.6.9 Sobre o tema, conceitos, textos e imagens

O conceito que prevalecia nas atividades do ateliê pretendia fazer aflorar outros níveis da sensibilidade humana e atenuar o tecnicismo de um ambiente digital. Nesse sentido, o tema abordado no ateliê de projeto, uma galeria de arte, facilitava esse procedimento, no entanto, poderia ter sido qualquer outro tema. Foi escolhido esse, porque todos os alunos já o tinham abordado no terceiro semestre do curso, em disciplina de projeto convencional. Isto dava a oportunidade de refazer a experiência de um mesmo tema com outro objetivo.

Inicialmente, na fase programática, foi solicitado que cada aluno traduzisse em palavras chaves o que “pensar” em arte lhe trazia à mente para, na seqüência, procurar no “Google imagens”¹⁷⁴ as palavras escolhidas, vaguear pelas imagens que apareciam na busca, selecionar aquelas que lhe pareciam pertinentes à sua idéia de arte e prosseguir de forma lúdica como um jogo. (imagem 4 - 11)

¹⁷³ “For a beginning student, the design studio process can be mystifying; indeed, it may not be very clear what the instructor expects the student to do. But, the instructor cannot really explain until the student has already begun. The process is one that can only truly be understood “from the inside.” And, the instructor cannot really enter a dialogue with the student until the student has generated an initial response to the problem, creating a basis for the dialogue to begin” Op. Cit. p.199

¹⁷⁴ A busca pelo Google tem a opção *imagens*. Digitando uma palavra aparecem as imagens que o sistema associou a ela.

O estudante quase sempre se surpreendia com a busca - poucos utilizavam essas possibilidades aleatórias de livre associação que o Google oferece - com as associações, por exemplo, que o programa oferecia à palavras como “nada”, “introspecção” etc.

Quase sempre eram palavras que significavam sentimentos, emoções das mais variadas ditas de forma intuitiva – pelo menos no início do jogo - e o programa sempre tem uma quantidade imensa de imagens associadas. Algumas associações feitas pelo browser de busca eram inverossímeis ou hilárias, outras plausíveis de dar continuidade ao conceito procurado por cada um.

Se por um lado, o objetivo dessa atividade era descontrair os alunos e fazer com que, navegando na rede, fossem armando no bloco digital, através de textos e imagens, o significado de arte para cada um, entrava subjacente a idéia de fazer com que o estudante percebesse a infinidade de informações existentes na rede e a necessidade de se estabelecer critérios precisos e seletivos na busca de informações.

Era objetivo dessa atividade também, através das relações estabelecidas entre texto-imagem, familiarizar o estudante com a possibilidade de expressar suas idéias, inclusive com textos e não somente graficamente, e assim prepará-lo para o trabalho no ateliê, onde se esperava que ele pudesse fazer o registro do seu processo de projeto, na medida em que este fosse sendo desenvolvido.

Considerando que a ênfase na ação projetual era a reflexão sobre o processo, este deveria ficar explicitado na seqüência em que ocorria durante o desenvolvimento do ateliê, através de um bloco de papel e de um "bloco digital". Este conjunto de informações textuais e gráficas iam sendo colocadas no Diário de Bordo, apresentado em *Power Point*.

De um modo geral, a cada semestre a participação inicial passava, em alguns casos, de receosa, incrédula, zangada, divertida; a configurar possibilidades plausíveis para definir o conceito de sua galeria, a quem ela se destinava principalmente, que atividades e (ou) que tipos de obras de arte fariam parte, ou seja, o que cada um gostaria de projetar (imagem). Após uma olhada superficial nas imagens que correspondiam ao texto, a necessidade de procurar extrair algum significado entre o texto proposto e a imagem selecionada fazia com que o estudante passasse a fazer leituras mais aprofundadas da imagem, detendo-se a ‘flanar’ com calma e introspecção.

Da dúvida inicial em participar do ‘jogo’, esta parte passava a ser a que mais motivava o estudante a, na aula seguinte, mostrar suas idéias, associações e o conceito de arte que cada um trazia

dentro de si. Eram os mais diversos, para um, por exemplo, futebol era a arte que ele gostaria de apresentar; outro era relação da arte com a ciência biológica, a origem da vida, o DNA, ou, como uma aluna propôs, um lugar para os meninos de rua descansarem e poderem brincar.

As idéias, a cada semestre, eram surpresas inimagináveis, e o fascínio, ao mesmo tempo era um desafio, quando a reflexão se dava em conjunto com cada estudante para, a partir das idéias, traçar aproximações e estratégias que os levassem para o território da arquitetura. Não queremos dizer que este seja o melhor e único procedimento para iniciar um processo de projeto. Tínhamos o objetivo específico de usar a tecnologia digital e o ambiente de ateliê para abrir um espaço lúdico, de emoções, pensamentos e idéias, que facilitasse o processo criativo e tirasse, em um primeiro momento, o foco único que os estudantes tinham ao ingressar na disciplina, limitado a desenvolver a habilidade em softwares de modelagem, Render e Animação.

Esta etapa, aparentemente simples, tem um componente importante na maneira como se trabalha o significado das imagens, dos textos e dos conceitos na utilização dos softwares, e de como esse entendimento poderá vir a influenciar a concepção do projetista durante o seu processo de projeto. Essa problemática sobre a natureza das imagens, imaginação e interpretação é tratada por Flusser:

"Imagens são superfícies que pretendem representar algo. [...] Devem sua origem à capacidade de abstração específica¹⁷⁵ que podemos chamar de imaginação. Imaginação é a capacidade de fazer e decifrar imagens¹⁷⁶". (Flusser, 2002: 7)

O significado da imagem encontra-se na superfície e pode ser captado por um golpe de vista. No entanto, tal método de deciframento produzirá apenas o significado superficial da imagem. Quem quiser "aprofundar" o significado e restituir as dimensões abstraídas, deve permitir a sua vista vaguear pela superfície da imagem. Segundo Flusser, "[...] Tal vaguear pela superfície é chamado de scanning.

175 [...] a imaginação [...] se de um lado permite abstrair duas dimensões dos fenômenos, de outro permite reconstituir as duas dimensões abstraídas na imagem. (Flusser, 2002: 7)

176 Imaginação é a capacidade de codificar fenômenos de quatro dimensões em símbolos planos e decodificar as mensagens assim codificadas.

O traçado do scanning segue a estrutura da imagem, mas também os impulsos no íntimo do observador". (Flusser, 2002: 17)

Um aspecto que deve ser levado em consideração, neste vaguear pelas imagens desenvolvidas pelos alunos, é o que se insere justamente na questão da consciência crítica no uso da tecnologia, as duas "intencionalidades" existentes no significado decifrado pelo método de vaguear pelas imagens: a intenção do aluno como receptor, e a intenção do emissor.

Este emissor, considerado não somente como o "programador" que gerou as imagens rasterizadas, mas também como o criador das fontes e das transformações de suportes, dos softwares que interferem na geração da imagem, que poderia ter sido desde um croqui à mão, como uma foto, um vídeo, uma pintura etc.

Flusser apresenta elementos para refletir sobre a interpretação da imagem em relação ao "vaguear" do emissor, ao caráter "conotativo" da imagem, e ao que o autor denomina de "tempo de magia".

"Ao vaguear pela superfície, o olhar vai estabelecendo relações temporais entre os elementos da imagem: um elemento é visto após o outro. O vaguear do olhar é circular: tende a voltar para completar para contemplar elementos já vistos. [...] O olhar diacroniza a sincronidade imagética por ciclos. Ao circular pela superfície, o olhar tende a voltar sempre para elementos preferenciais [] estabelecendo relações significativas. O tempo que circula e estabelece relações significativas é muito específico: tempo de magia. Tempo diferente do linear, o qual estabelece relações causais entre eventos. [] no tempo da magia, um elemento explica o outro, e este explica o primeiro. Consideremos, que as imagens são mediações entre o homem e o mundo [] e tem o propósito de representar o mundo. Mas ao fazê-lo interpõem-se entre o mundo e o homem. Seu propósito é serem mapas do mundo, mas passam a ser biombos. O Homem se esquece do motivo pelo qual as imagens são produzidas: servirem de instrumentos para orientá-los no mundo." (Flusser, 2002: 9)

O aluno no ateliê está submerso em imagens de arquiteturas. Os procedimentos pedagógicos descritos, de anteceder o texto proveniente da imaginação do aluno e contrapô-lo a imagens, também objetiva desmistificar a imagem, sem tirá-la do âmbito do processo do aluno, para que ela possa servir como um instrumento e que possa orientá-lo no conhecimento do processo de projeto e da arquitetura. Os projetos e obras exemplares de arquitetura proliferam no âmbito da WEB, e o significado dessas imagens, olhado de forma crítica, é um instrumento importante para aprender arquitetura. (imagem 4-12)



4 – 12 - Disciplina de Computação Gráfica aplicada ao projeto. Imagens de referências arquitetônicas, Apresentação Final, 2007. Estudante: Juliana Guarnieri

"Os textos não significam o mundo diretamente, mas através de imagens rasgadas. Os conceitos não significam fenômenos, significam idéias. Decifrar textos é descobrir as imagens significadas pelos conceitos. A função dos textos é explicar imagens, a dos conceitos é analisar cenas. Em outros termos a escrita é o metacódigo da imagem". (Flusser, 2002: 10)

Clarificar estes conceitos é importante para chegar à imagem técnica: a imagem de síntese, *output* dos *softwares* gráficos utilizados na arquitetura. Ontologicamente, diz Flusser, "as imagens tradicionais imaginam o mundo; as imagens técnicas imaginam textos que concebem imagens que imaginam o mundo. Essa condição das imagens técnicas é decisiva para o seu deciframento". (Flusser, 2002: 13).

Conforme abordado na Arena Teórica, levantando as questões do *input* e *output*, da caixa-preta, a ritualização dos programas, e a imagem técnica, Flusser, reflete sobre o fato de toda a ação humana eternizar-se na imagem técnica.

"A magia atual ritualiza outro tipo de modelo: os programas. Programa é modelo elaborado no interior mesmo da transmissão por 'funcionários'. [...] A função das imagens técnicas é a de emancipar a sociedade da necessidade de pensar conceitualmente. [...] as imagens técnicas tendem a eliminar os textos. [...] Toda imagem técnica devia ser simultaneamente, conhecimento (verdade), vivência (beleza) e modelo de comportamento (bondade). Na realidade a revolução das imagens técnicas tomou rumo diferente: elas não tornam visível o conhecimento científico, mas o falseiam; não reintroduzem as imagens tradicionais, mas as substituem [...] não terem sido capazes de reunificar a cultura, mas apenas de fundir a sociedade em massa amorfa. Todo ato científico, artístico e político visa eternizar-se na imagem técnica. [...]" (Flusser, 2002: 10)

Buscava-se no ateliê, nesse jogo de imagem relacionada a textos que expressavam emoções e acontecimentos dos estudantes, introduzir a discussão sobre a abordagem ao programa de arquitetura, não apenas como uma listagem de funções e áreas, e sim como uma ação humana que ao iniciar da subjetividade do próprio projetista, incluía o "outro" como sujeito e não apenas como usuário.

Esse movimento de vida que insuflava o programa de arquitetura no início da atividade de ateliê, podia se perder durante o decorrer da proposta arquitetônica, na manipulação das informações e condicionantes arquitetônicos constantes no banco de dados e nas primeiras idéias tridimensionais.

Embora estivesse presente visualmente, no diário de bordo de cada estudante, acessado pelo PAAVI a qualquer momento, sendo lembrado constantemente nos painéis durante as aulas e pelos colegas. Havia um fascínio inicial também no manejo dos programas computacionais, quando começavam a lançar as primeiras idéias. Geralmente não costumávamos insistir nesse aspecto, pois voltava fortemente ao se defrontarem com o segundo momento do processo de projeto em ambiente real (físico), na visita á área.

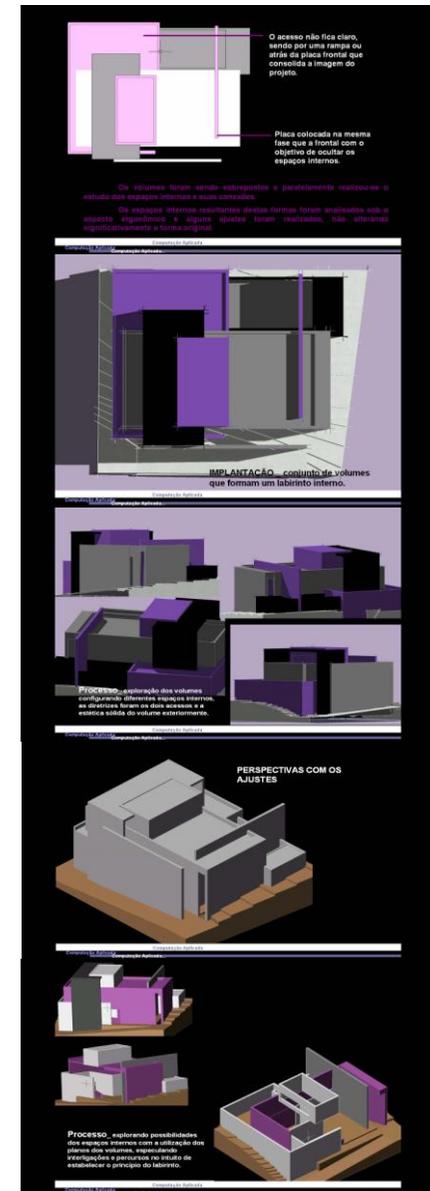
4.6.10 Sobre a modelagem 3D durante a concepção

Sugeria-se ao estudante, durante o exercício de projeto no ateliê digital, que procurasse representar as imagens mentais através de croquis à mão, e que introduzisse os dados no computador diretamente em 3D, concretizando as relações formais e espaciais de sua proposta com aproximações cada vez mais precisas ao objeto mental idealizado.

Constatou-se que a experimentação de representar diretamente no ambiente digital, não através da lógica convencional estruturada nas projeções ortogonais, e sim da idéia concebida em 3D, causava, em um primeiro momento, um estranhamento e certa desorientação no projetista. Na continuidade da ação projetual, porém, tornava-se lúdica e divertida a experimentação de 'construir' o projeto idealizado e pensado em 3D, relacionando forma e espaço, e não mais em planta, corte e fachada.

Considerando que a imagem do objeto projetado é uma imagem mental, esta só pode ser acessível como um todo mentalmente, não podendo ser abarcada só com a visão, por isso a necessidade de perspectivas e simulações tridimensionais para sua visualização. As transformações do objeto, durante sua proposição, não têm uma lógica temporal, e sim uma lógica espacial.

Pensávamos que a construção do espaço arquitetônico digitalmente, diferentemente do papel, possibilitava ao projetista "fundir-se" com o sujeito através do modelo, tomando decisões de transformar o espaço, na medida em que o vivenciava dinamicamente através das manipulações interativas de percursos e visualizações no computador. A escolha do software derivava da necessidade e objetivo projetual, no entanto a necessidade de penetrar no programa computacional para poder manipulá-lo, fazia com que o modelo digital assumisse um papel tão importante que o programa de arquitetura embora presente nem sempre era priorizado. (imagem 4-13)



4 – 13 - Imagens do processo projeto. Apresentação final, 2007. Estudante: Juliana Guarnieri

Atualmente existem varias técnicas de modelagem tridimensional. As mais comuns são a modelagem paramétrica, amplamente utilizada no campo do CAD, a modelagem poligonal, a modelagem por meio de *nurbs*, e as superfícies de subdivisão. Um aspecto que leva a reflexão são as diferentes operações que cada uma das modelagens necessita e a curva de aprendizagem que deve experimentar o aluno para chegar a projetar de modo transparente sem as pré-concepções produzidas pela forma de operar esta ou aquela técnica, o que não varia muito de um software para outro.

Nossa experiência em diversos cursos e ateliês nos permite comprovar que o estudante pensa em termos de desenho e na construção de partes e peças (elementos), influenciado pelo processo construtivo mais comum: extrusões, operações Booleanas e superfícies. Isso se leva a termo pela habilidade do operador e pela versatilidade da plataforma de trabalho.

Esta etapa exigia do estudante que formulasse uma estratégia de como iniciar a introduzir os dados (input) no software, para representar seu projeto. Este início era bastante discutido durante o assessoramento, na medida em que paralelamente ele precisava registrar o processo. Geralmente o estudante utiliza automaticamente o comando *extrude* para gerar a modelagem 3D. Essa operação computacional, que inclusive já está embutida em alguns programas customizados para arquitetura (Arqui 3D, DataCAD, entre outros), nem sempre é o *input* que atende aos desejos e estratégias do projetista.

Esse era o momento em que se discutiam as operações booleanas de adição, subtração e intersecção e o significado que cada operação computacional tem na estratégia arquitetônica, trazendo como aporte ao ateliê arquiteturas que pudessem dar sentido á compreensão das formas arquitetônicas. A autonomia formal das arquiteturas de Boullé, os planos de Mies, os cubos de Palladio, de Le Corbuisier e de Peter Einsenmann impregnavam o ateliê de projeto em conjunto às operações com os diferentes comandos. Enfatizavam-se as diferenças na relação com a operação de desconstrução de um comando *intersect* com a ruptura que começava a se delinear na arquitetura. O ângulo reto da geometria euclidiana que se rompia em novas angulações, aspectos de estabilidade, gravidade, continuidade espacial piso, parede e cobertura eram aspectos que fomentavam grandes discussões. A desconstrução arquitetônica era discutida não só no âmbito arquitetônico, mas abrangendo as mudanças de conceitos trazidos pela pós-modernidade no mundo contemporâneo.

Cada operação inicial, como *input* de uma arquitetura, repercutia na forma e no espaço que o projetista pensava para seu projeto. A utilização de superfícies *Nurbs*, as formas orgânicas, a natureza, eram trazidos ao estudante como um mundo em que as relações espaciais de interior/exterior, dentro /fora passavam a ser pensadas com outro sentido. A geometria topológica, junto às possibilidades dos programas computacionais trazia subjacente, conceitos que exigiam um olhar e pensar atento do projetista. Nas regras do ateliê constava que a experimentação era o objetivo principal, a crítica acompanhava esse processo, e se chegassem à conclusão que embora as arquiteturas geradas pelos estudantes não se adequassem ao contexto, ou a exeqüibilidade, ou ao programa de arquitetura proposto, o reconhecimento de um resultado inadequado e sua explicitação era considerado como tendo atingido plenamente o objetivo que se esperava da disciplina.

A regra do ateliê era que a ênfase da disciplina estava focada no processo e não no resultado final, este poderia ser avaliado criticamente pelo projetista e ele poderia chegar à conclusão que não tinha escolhido a melhor alternativa. O erro (equivoco) e a crítica eram aceitos como regra do ateliê, e não seria causa de uma avaliação insuficiente. A proposta era que eles trabalhassem no horário da aula. A experiência de não ser avaliado somente pelo resultado do projeto, tinha o objetivo de que cada estudante pudesse ter a oportunidade de vivenciar seu tempo de reflexão projetual. Esse procedimento que incluía um fator de liberdade, mas ao mesmo tempo de auto-crítica era muito bem absorvido e vivenciado pelos estudantes, fazendo com que demonstrassem um grande interesse na disciplina, que tinha índice tendendo a zero, de desistências ou de não comparecimento.

Embora a abordagem 'permitida' no ateliê na experimentação de uma plasticidade arquitetônica liberasse a curiosidade contida do estudante para testar as possibilidades dos programas computacionais, a crítica durante e no fim deste processo era considerado por nós como um fator de aquisição de uma consciência crítica ao abordar a questão do 'programa', tanto programa computacional como programa de arquitetura. Acredita-se numa experimentação em que o "erro" pode ser um resultado desejado se o que está em jogo é a reflexão sobre o processo e o exercício da crítica arquitetônica.

4.6.11 Sobre projeto em ambiente virtual e projeto em ambiente físico

Outro aspecto importante era a dupla experiência de desenvolver inicialmente o projeto totalmente em ambiente digital, sem contato físico com a área de implantação, e em um segundo momento, reavaliar o processo ao visitar a área física.

Este procedimento pedagógico pretendia através do contraste entre as duas realidades – o espaço ascético do computador e a realidade do espaço físico, com todo o caos urbano que lhe é peculiar - trazer à tona toda uma discussão sobre uma arquitetura de sentidos, da audição, tato, olfato, até o momento da visita, substituído no ambiente computacional pela exacerbação do visual, instaurando no ateliê a discussão sobre a representação, os suportes, a imagem, o visual e o corpo.

No período entre 2000 e 2004, começou a configurar com mais clareza a forma como a imersão do aluno no ambiente computacional acentuava um dos importantes aspectos levantados com mais relevância, desde a década de 90, pela crítica arquitetônica, em relação à dominância do sentido visual na cultura contemporânea, principalmente na prática e educação arquitetônica atual. A atividade projetual e construtiva do arquiteto se desenvolve no espaço tridimensional, porém este espaço não é igual ao espaço manipulado pelos matemáticos. Cada um destes campos de atuação possui uma noção diferente do significado, da aplicação e das dimensões do espaço.

Apesar da nossa percepção do mundo ser formulada por informações provenientes dos cinco sentidos (mesmo que recebidas por canais diferentes), a arquitetura produzida, muitas vezes, considera apenas um - a visão.

Percebemos que na passagem do ambiente virtual para o ambiente real, quando era efetivada visita à área de projeto, o impacto gerado pela percepção do mundo real surpreende e desestrutura o estudante. A primeira constatação é não aceitar que seja a mesma área de estudo. A percepção da dinâmica urbana e de condicionantes arquitetônicos mutáveis, como os sons, ruídos, fluxos, movimento, tonalidades, texturas, sujeira, micro-clima, e outros, conflitam com a imagem mental adquirida no ambiente regado e ascético do computador. Na seqüência, o estudante, com um olhar menos ansioso e mais comprometido com as informações conhecidas, inicia um lento processo de reconhecimento, de aceitação e de crítica, para finalmente avaliar a adequação de sua proposta ao contexto.

No retorno ao Ateliê de projeto, após a visita ao terreno, desenvolve-se uma reflexão teórica sobre o espaço arquitetônico e urbano vivenciado.

A discussão passava, neste momento da disciplina, para o âmbito da representação arquitetônica: o que, como, porque e para quem o arquiteto representa. O deslocamento do modelo digital como objeto e como experimentação para o sujeito que cria (o projetista) e o sujeito que vivencia o espaço criado pelo projetista, assim como as implicações sociais e econômicas que estavam embutidas nas operações que o arquiteto desenvolve ao definir suas estratégias projetuais.

O professor José Cabral Filho, tem desenvolvido um trabalho teórico e experimental nesse sentido, importante para pensar a inserção das tecnologias digitais na prática pedagógica do projeto e no papel do arquiteto como ser social. Ele tem aprofundado sua reflexão no âmbito teórico do pensamento arquitetônico e no ofício do arquiteto, trazendo à tona a responsabilidade social do arquiteto, através de projetos experimentais utilizando a tecnologia de informação e de comunicação, em projetos de inclusão digital para comunidades carentes de Belo Horizonte e grupos de artistas em cidades afastadas de centros urbanos.

Em seu ensaio "De volta às origens - por uma arquitetura sempre contemporânea"¹⁷⁷, Cabral busca responder à questão 'o que é projetar hoje?' através da apresentação de um "panorama das mudanças em curso na arquitetura contemporânea que estão resultando da conjunção entre novas abordagens na teoria da arquitetura e as novas tecnologias computacionais de mapeamento, manipulação e divulgação da informação". (Cabral, 2004)

O autor aponta quatro deslocamentos nos processos que definem as práticas arquitetônicas, que vão de encontro aos procedimentos e conceitos relatados acima no ateliê de projeto.

"(1) na prática criativa do arquiteto (do desenho de objetos ao desenho de processos); (2) nos processos de representação do projeto (do desenho projetivo ao modelamento experimentável); (3) na arquitetura enquanto objeto construído (da arquitetura como resistência à arquitetura como plasticidade); e (4) na identidade do habitante (de usuário a sujeito arquitetônico). Tais deslocamentos assinalam a possibilidade da Arquitetura recuperar o seu caráter primordial enquanto 'instrumento ético' que dá suporte à experiência humana através da junção entre níveis pragmáticos e simbólicos de uma maneira mais efetiva que qualquer outro instrumento de nossa cultura tecnológica". (Cabral, 2004)

¹⁷⁷ Texto completo em <http://www.arq.ufmg.br/lagear/origens.html>

Podemos perceber com as questões debatidas nesta arena empírica, que os deslocamentos propostos por Cabral quanto ao 'desenho de processos', de 'modelamento experimentável', 'arquitetura como plasticidade' e 'de usuário a sujeito arquitetônico', reforçam o nosso objetivo de conjuntamente à tecnologia digital qualificar a arquitetura numa relação de prática pedagógica em ateliê de projeto.

Em seu ensaio "Corpo e Arte", embora seja referido à arte, exemplificada pelo trabalho de Lygia Telles e Helio Oiticica, Cabral argumenta que queremos a re-inserção do corpo e o conseqüente afastamento da predominância visual no âmbito de nossa prática artística; mas não queremos perder a possibilidade da transgressão. Ao entrar com dois conceitos importantes que é a Transgressão e o Jogo, propõe uma arquitetura dos sentidos, na qual uma reação corporal é um aspecto inseparável da experiência arquitetônica que associa a dimensão da escala arquitetônica e sua compreensão. Implicam a medição inconsciente do objeto ou do edifício com o corpo e a projeção do esquema corporal individual no espaço, e alerta para o fato de, como a super valorização das dimensões intelectual e conceitual da arquitetura contribuíram pra o desaparecimento da sua essência física.

"A representação de Matias", título do tema de conferência proferida por Fuão no Sigradi 2004, na Unisinos, refere-se ao aspecto figurativo e geométrico da arquitetura ao matemático dos programas ao lembrar que "o reino da representação é também o reino do calculável, não só da geometria e das figuras, mas da matemática":

"Deveríamos pensar que o espaço do computador, não é só um espaço geométrico organizado por *pixels* apresentados na tela e que se reproduz em qualquer superfície, mas antes, um espaço matemático, binário, calculável, organizável, ordenável. A lógica da dominação passa pela lógica da matemática e de sua relativização cultural matemática." (Fuão, 2004)

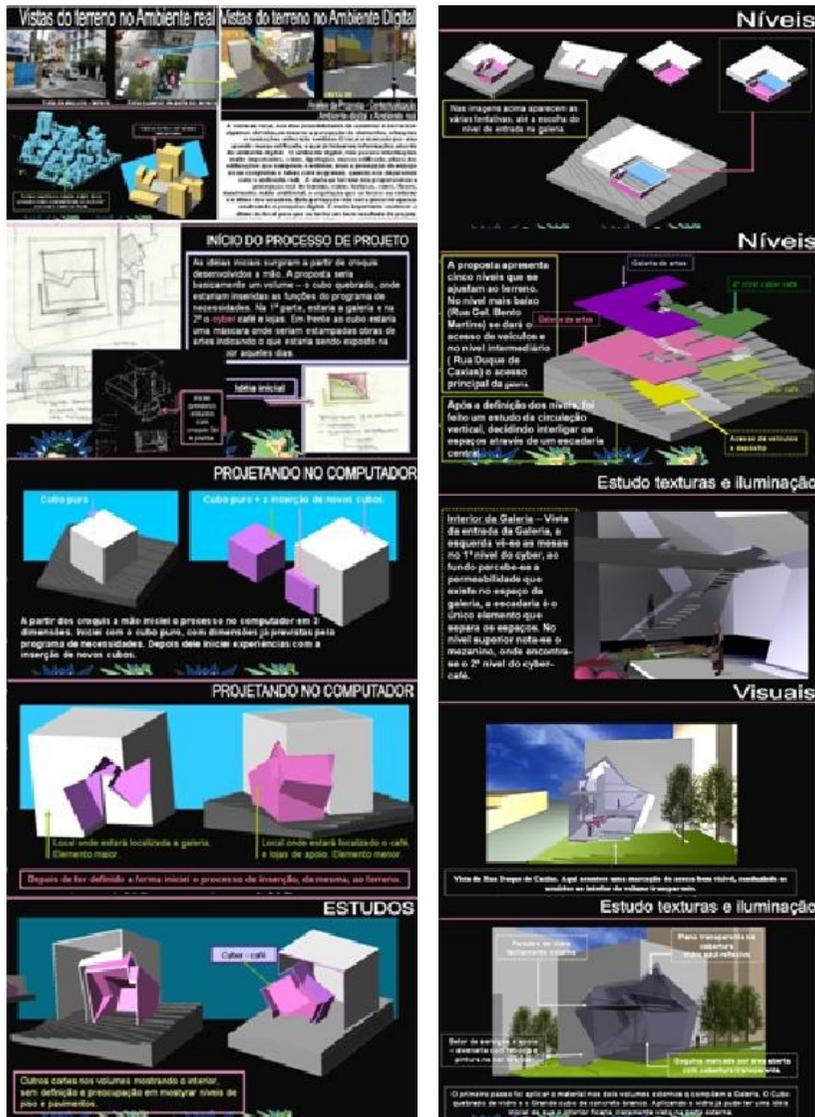
Fuão ao apresentar a problemática da representação, à luz das idéias de Foucault e Flusser, e na ênfase de Derrida ao considerar a representação como um discurso político-politizante conduz a conferência baseado na questão de 'corporação e corpo social', desenvolvendo em sua abordagem do corpo, uma crítica à representação e seus componentes sociais, políticos e de poder.

O discurso de Fuão é uma apresentação crítica do papel das representações da Academia da arquitetura frente à sociedade atual, e também uma reivindicação de um novo papel para a arquitetura, para o arquiteto, enfim, as representações no mundo.

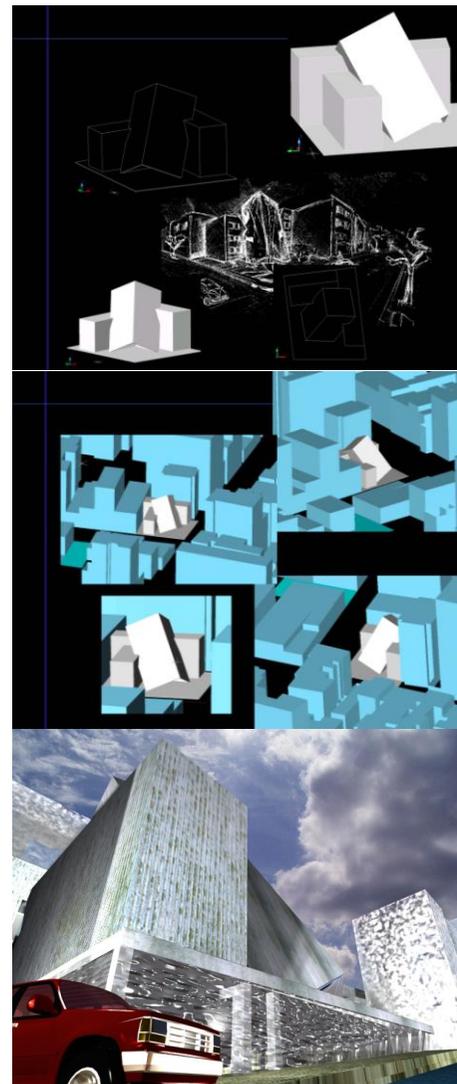
A proposta deste trabalho, apresentado na Arena Empírica, inclui uma proposta metodológica e pedagógica, cujo objetivo foi introduzir a computação gráfica como meio auxiliar ao processo de projeto do estudante, através de aportes teóricos e experimentais visando utilizar a tecnologia digital para potencializar e qualificar o processo de projeto.

Outros procedimentos e metodologias poderão fazer parte da prática pedagógica em ateliê virtual de projeto. No momento atual, é importante, também, pensar a necessidade de estabelecer-se um novo olhar ao projeto digital, do ponto de vista de uma nova teoria projetual que explique o fenômeno do digital em arquitetura.

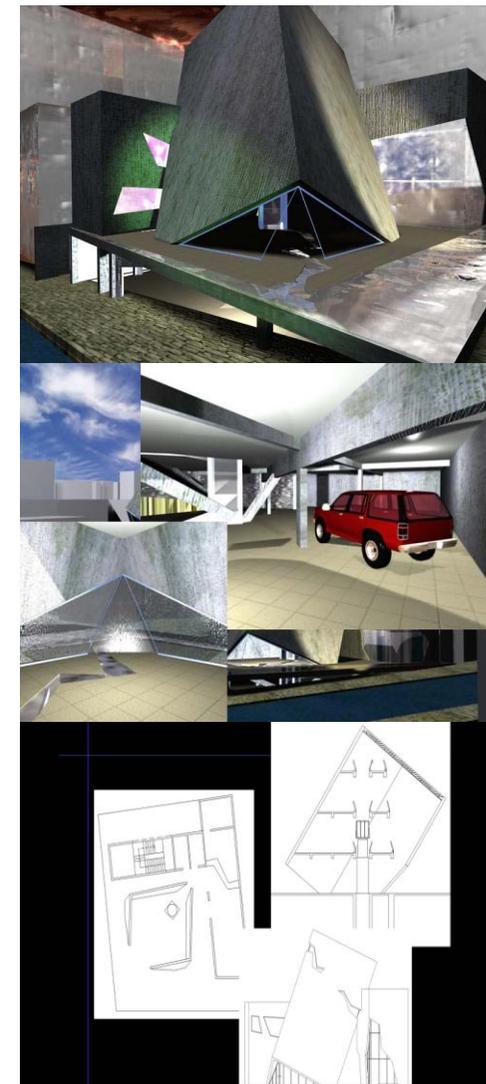
4.6.12 Produção dos alunos 2003/2007- UNISINOS

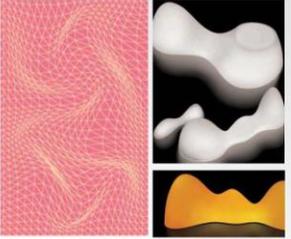
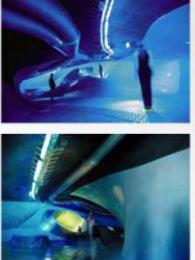
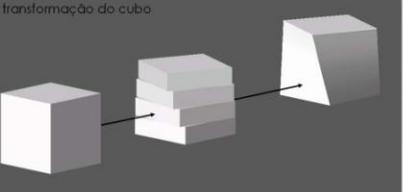
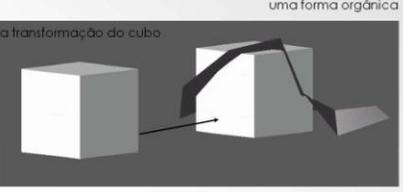
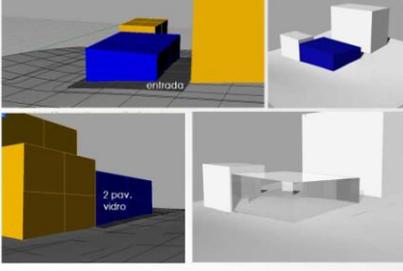
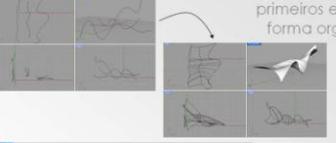
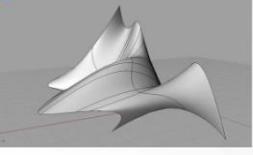
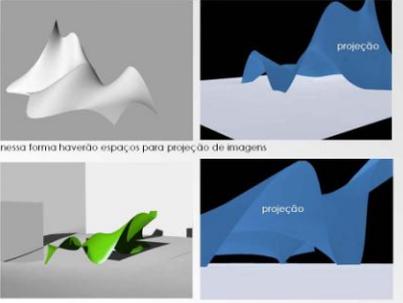
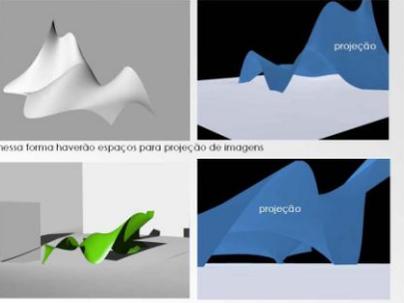


4 – 14 - Disciplina de Computação Gráfica aplicada ao projeto. Diário de bordo: portfólio digital e analógico inseridos e desenvolvidos em um power point -, 2004 Aluno: Carolina

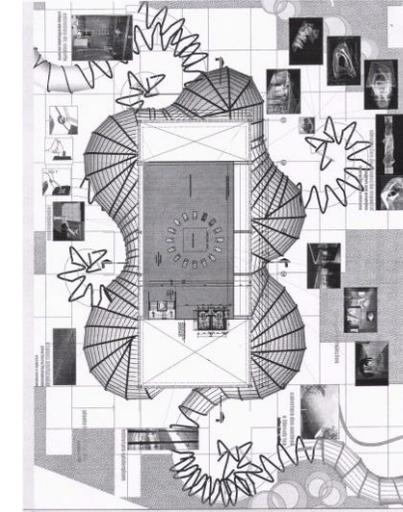
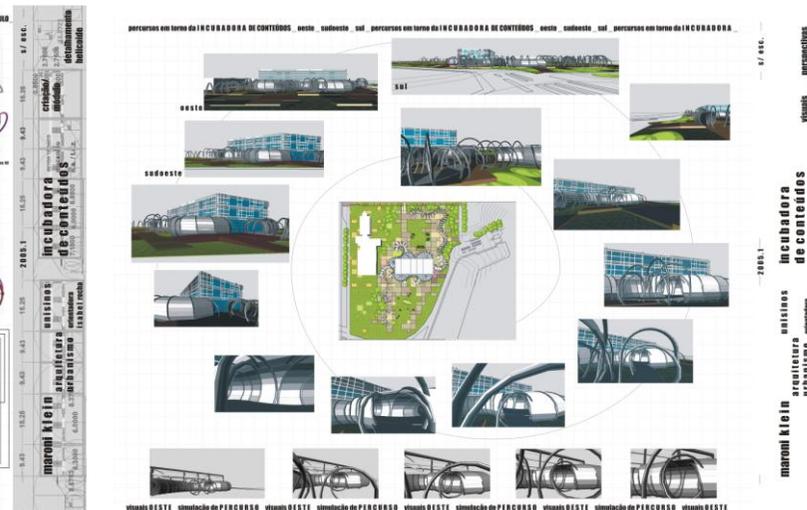
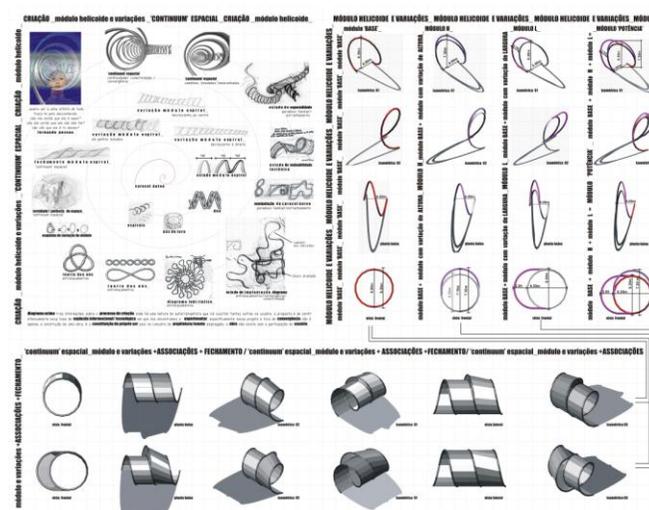
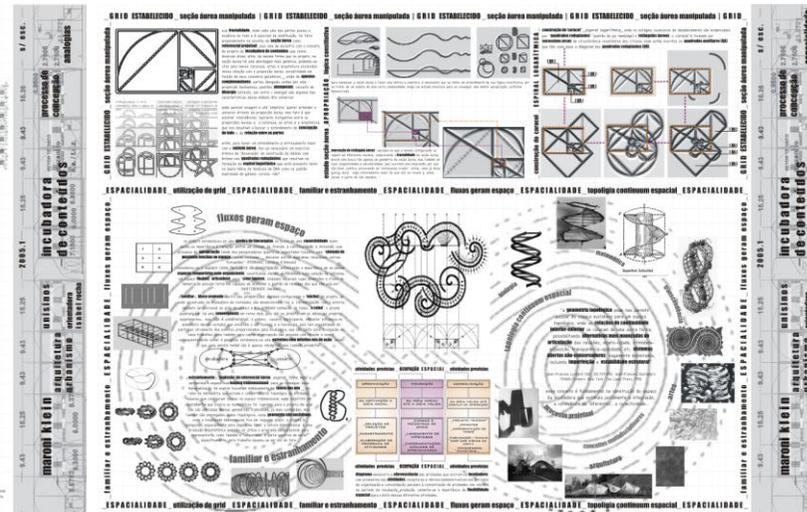
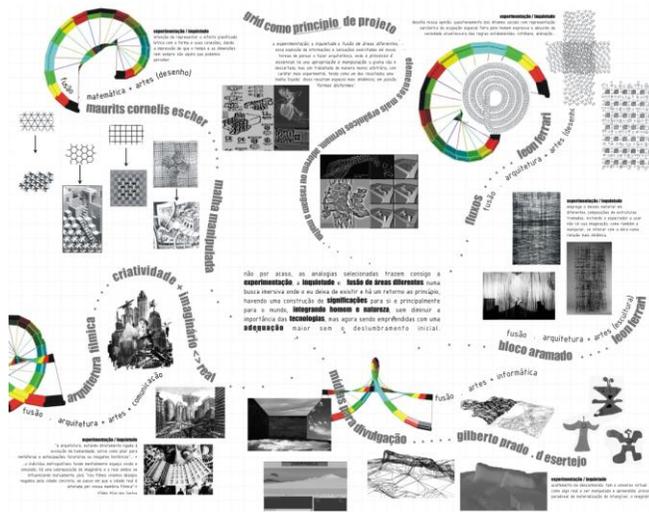


4 – 15 - Disciplina de Computação Gráfica aplicada ao projeto. Diário de bordo digital, 2003 Aluno: Dagoberto



<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>jürgen mayer stylepark lounge, berlin</p>  <p>referências</p> <p>arquitetura+comunicação formas fluidas, continuidade</p>	<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>objetos de design karim rashid</p>  <p>referências</p> <p>zenith</p> <p>blob chair</p>	<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>nox h2o pavilion, holanda</p>  <p>referências</p> <p>arquitetura + tecnologia "arquitetura de imersão" superfícies fluidas sensores de movimento mutabilidade do espaço</p>	<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>jürgen mayer in heat, nova york</p>  <p>referências</p> <p>arquitetura+sensação sensores de calor</p>
<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>exercício</p> <p>do cubo para a forma orgânica</p> <p>a transformação do cubo</p> 	<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>exercício</p> <p>o cubo adicionado de uma forma orgânica</p> <p>a transformação do cubo</p> 	<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>conceito a dialética entre blob e box (orgânico X ortogonal)</p>  <p>a força e a fluidez do design como forma orgânica no interior, confido no ortogonal e cartesiano imposto pela força da cidade no exterior explicito tanto na forma quanto na composição, a fluidez do plástico contra a rigidez do vidro</p>	<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>forma produzida no alinhamento do terreno, segundo as formas existentes, se contextualizando com o entorno.</p> <p>primeiros estudos forma ortogonal</p>  <p>entrada</p> <p>2 pav. vidro</p>
<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>primeiros estudos forma orgânica</p>  <p>através de linhas e curvas foram utilizados comandos de superfície no programa Rhinoc3D (loft, patch) para a produção da forma orgânica.</p> 	<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>nessa forma haverão espaços para projeção de imagens</p>  <p>projeção</p>	<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>nessa forma haverão espaços para projeção de imagens</p>  <p>projeção</p>	<p>computação aplicada ao projeto</p> <p>imagens</p> <p>dependendo do tema, ou da exposição que esta acontecendo, a galeria toma uma forma totalmente diferente.</p> 

4 – 16 - Disciplina de Computação Gráfica aplicada ao projeto. Diário de bordo digital, 2007 Aluno: Ângelo Dal Bó.



4 – 17 – Trabalho Final de Graduação. Estudante: Maroni Klein. Orientação Isabel Rocha. Tema: Incubadora de Conteúdos. Faculdade de Arquitetura, UNISINOS, 2005. Na estrutura formal percebe-se a tentativa de integrar a irregularidade de uma forma orgânica a regularidade de uma forma prismática.

4 – 17 – Trabalho Final de Graduação. Estudante: Maroni Klein. Orientação Isabel Rocha. Tema: Incubadora de Conteúdos. Faculdade de Arquitetura, UNISINOS, 2005. Abordagem programática diferenciada, a estudante iniciou o processo a partir de conceitos de outras áreas de conhecimento da arte, ciências e filosofia, para chegar ao programa arquitetônico de uma Incubadora de conteúdos, utilizando estes conceitos como referências na formalização da arquitetura proposta. Tomou como base conceitos da pós-modernidade, desde a fita de mobius, teoria dos nós, aplicando, uma interpretação tridimensional da seção áurea. O projeto foi todo concebido desde o início em 3D. Este projeto configurou a primeira arquitetura de experimentação no curso de arquitetura da UNISINOS

ANEXO 1 – SUMULA DA DISCIPLINA

Disciplina: 070034 - Computação Gráfica Aplicada ao Projeto

Ano/semestre: 2007/2

Créditos acadêmicos: 4

Horas aula: 60.00

Área temática: ARQPROJ - Arquitetura e Urbanismo - Projetos

Organização acadêmica: Curso Arquitetura e Urbanismo

Identificação sumária dos conteúdos

Utilização dos recursos informatizados como um instrumento de intervenção no processo projetual através de uma estreita integração com as disciplinas de Projeto. Aprofundar o domínio da produção do objeto arquitetônico e urbanístico aproveitando a linguagem tridimensional proporcionada pela computação gráfica para enfatizar as inter-relações entre forma/volumetria com os condicionantes/determinantes arquitetônicos e urbanísticos.

Objetivos da disciplina

Desenvolver no aluno a compreensão da informática, como instrumento de qualificação da proposta arquitetônica e urbanística, através da linguagem tridimensional e interativa que a mesma proporciona durante o processo projetual.

Exigências prévias de conhecimentos e habilidades

Conhecimentos: Domínio dos elementos básicos de computação gráfica, como ferramenta auxiliar ao processo projetual. Conhecimentos básicos de metodologia do processo projetual. Conceitos de modulação e proposição de alternativas otimizadas para solução de um problema arquitetônico, vinculado ao contexto urbano.

Conhecimento do espaço e sua representação gráfica e volumétrica.

Habilidades: Manejo básico de softwares gráficos e sua aplicabilidade no desenvolvimento de projeto.

Padrões mínimos de desempenho

Domínio de estratégias compositivas para o projeto arquitetônico em ambiente informatizado.

Desenvolvimento de técnicas de visualização, aferição e controle do processo de projeto, em ambiente informatizado.

Desenvolvimento de um exercício de projeto, em nível de estudo preliminar, abordando os aspectos de inserção de um objeto arquitetônico em espaço urbano consolidado.

Conteúdos programáticos

1. Composição arquitetônica em ambiente computacional.
2. Compreensão das relações geométricas e compositivas entre as diversas partes componentes de um objeto arquitetônico.
3. Exercício de metodologia de desenvolvimento de projeto em ambiente computacional.

Metodologias, técnicas e recursos de ensino e de avaliação de aprendizagem

Metodologia:

1. Exercitação de metodologia da composição arquitetônica, através de estudos de organização espacial de elementos volumétricos dados.
2. Composição dos elementos primitivos dados, utilizando estratégias de justaposição, adição, subtração e interferência.
3. Desenvolvimento de um tema de escolha do aluno, compondo um objeto arquitetônico, dentro das técnicas de composição estudadas.

Técnicas e Recursos:

1. Aulas expositivas sobre as estratégias de composição.
2. Exercícios de composição arquitetônica em computador.
3. Exercícios de técnicas de visualização e representação do projeto arquitetônico, em ambiente computacional.
4. Seminários de apresentação dos exercícios / projetos desenvolvidos, utilização softwares de apresentação.

Avaliação:

baseada em dois aspectos: Participação nos seminários e discussão dos projetos apresentados. Execução dos exercícios propostos. Apresentações dos exercícios constantes do Grau A e Grau B em seminário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Minha busca no ateliê de projeto, durante todos esses anos, teve um objetivo: descobrir como a tecnologia digital poderia auxiliar, desenvolver, ampliar e incrementar nossas potencialidades, o foco, o projeto de arquitetura, em torno do qual circulam todas as áreas de conhecimento que compreendem o universo da arquitetura, desde a teoria, a história até sua função social.

Olhava para esses projetos na ânsia de conhecer seus processos, para compreender o papel que a tecnologia estava assumindo no 'projetar' e, por conseqüência, na arquitetura, como disciplina do 'saber'. Através das experimentações, que muitas vezes parecem ultrapassar os limites do conhecido, é que vamos encontrar a chave para atender o objetivo social da arquitetura: criar um mundo melhor para se viver.

O início desta tese, embora já tivesse trilhado esses caminhos durante o mestrado, foi difícil. Outra arquitetura estava surgindo, rompendo com os cânones e princípios conhecidos.

Como encontrar o "método" - entre o pensamento e a ação - que me desse os instrumentos para ali penetrar, uma brecha que articulasse partes de um mosaico, que ora tendia para as novas linguagens formais, ora para o desenvolvimento de novos programas e processos computacionais, ora para outras visões filosóficas ou aplicações de conceitos da ciência, ora para alternativas aplicadas, que iam da gramática da forma, passavam pela produção de uma arquitetura traduzida pela interação em um processo único da construção entre o pensar e o criar, até processos que incorporavam variáveis comportamentais e psicológicas, traduzidas em números, em diagramas, em geometrias – possibilitando uma aproximação ao projeto?

E este novo olhar (embora antigo) não apontou a solução, e sim um mundo possível, dentro da incerteza, da não linearidade, de um tempo circular, onde não existe início meio e fim, a não ser na relação entre o 'nascer' e o 'morrer', entre a vida e a morte.

Cada programa, como cada arquitetura, possui as suas 'regras' e é na transgressão dessas regras que se abre espaço para a reflexão, o que pode levar inclusive a fazer com que em determinados momentos, a estratégia do projetista seja adotar regras conhecidas e reavaliadas à luz da crítica arquitetônica constante.

A noção de 'programa', proposta para tecer o argumento da tese ao incorporar os programas computacionais e o programa de arquitetura manteve o elo entre as três áreas de conhecimento –

arquitetura, ensino e tecnologia digital – que conformavam o quadro teórico inicial, e também com os conceitos de outras áreas que foram se incorporando no decorrer da investigação.

A ótica plural e de multiplicidade de enfoques, que foi assumindo a noção de 'programa' durante a caminhada da tese, ao penetrar e transcender os programas computacionais, trazendo a tona programa de arquitetura, como necessidade, como evento, como ordenador do projeto, como o próprio projeto; ou outros programas; como o programa da súmula da disciplina, com seus protocolos e procedimentos, habilidades que se esperam do estudante, acabou gerando um quadro teórico consistente para demonstrar que outro elo foi fundamental neste debate: a "informação".

Informação é o fluxo e a amálgama que ao mesclar-se no 'programa' como conceitos que se entrecruzam, ou são excludentes, sinérgicos, sectários, rígidos, flexíveis, matemáticos, computacionais, arquitetônicos, normativos, abertos, castradores ou libertários convergem no projeto, e no ambiente do ateliê; e são o próprio 'programa'. Programa é projeto. Projeto é programa. Programa e projeto convergem na in-form-ação.

O que se debateu na tese é o "conceito de informar, que significa dar forma à matéria". Este é um dos quadros teóricos que caracterizam o programa o projeto na era digital. A informação passou a ser a amálgama que movimenta os programas computacionais e os programas de arquitetura e gera a forma arquitetônica.

Do caráter funcionalista de um 'programa' que era codificado como listas, que não condiziam muitas vezes com os aspectos perceptivos do espaço arquitetônico, passou-se a abordagem de um 'programa' espacializado multifuncional com a idéia de evento e acontecimento, processos computacionais onde as variáveis dos programas de arquitetura, tanto quantitativas como qualitativas, podem ser codificadas nos programas computacionais para gerar e transformar a forma arquitetônica.

Estes impactos teóricos, tecnológicos e metodológicos sobre o projeto são significativos na era digital, o espaço tradicional da arquitetura passa a ser gerido pelo espaço informacional, tanto do ponto de vista dos processos generativos da forma arquitetônica, como na informação que se espacializa no espaço físico.

Este quadro afeta profundamente a relação do projeto com a 'representação' e com o 'projetista'. O conceito de representação, tão tradicional para a teoria do projeto, está sendo modificado

rapidamente com a representação digital. O 'programa' processa e apresenta formas que não condizem com aquela 'imagem mental' que faziam parte do mundo do projetista no projeto tradicional.

No projeto digital, muitas vezes o conceito de projeto orientado pelas representações simbólicas da arquitetura, cujo repertório conhecido estava presente historicamente na arquitetura, é abandonado pelas novas possibilidades que emergem da manipulação de múltiplas variações de dados que podem ser gerados no ambiente computacional.

Estas possibilidades proporcionadas pelo ambiente digital, mais do que simplesmente um conjunto de preferencias formais, ou o abandono de abordagens tradicionais do conhecimento formal e tipológico da arquitetura explora novas formas de relações entre o projetista, a imagem e a informação.

Neste caso, a questão que se apresenta não é simplesmente em descobrir um novo vocabulário formal, mas no estabelecimento de novas abordagens no projeto. A aproximação à forma através dos processos generativos abre outras possibilidades para pensar o projeto.

O processo no projeto tradicional, desde o renascimento até a modernidade, onde a decisão do projetista em busca de uma qualidade projetual era constante, é aparentemente minimizada no projeto digital, pela diversidade de simulações e verificações contínuas que podem ser realizadas com os programas. O *Input*, o *output* e o *feedback*, durante um projeto em ambiente digital, podem tornar-se intermináveis. O termo "aparentemente" se refere a que, embora a co-participação da máquina em simulações que auxiliam na verificação de performances programáticas importantes, gerando alternativas formais, seja um fato, a decisão final de interromper este processo cabe ao projetista, e com isso, aumenta sua responsabilidade em dar sentido à arquitetura que está sendo projetada em, colaboração com os 'programas'.

Assim como os métodos, ferramentas e processos se tornaram centrais no processo de projeto, a necessidade de um repensar a teoria projetual, para dar consistência às decisões do projetista, implica em pensamentos e procedimentos que caracterizam uma nova visão de mundo .

Um dos termos mais usados, pela critica arquitetônica, a complexidade formal da arquitetura gerada pelos 'programas', não é o mais importante na arquitetura de era digital. A complexidade maior encontra-se no pensamento contemporâneo e no modo como a arquitetura interage com este mundo, como parte inerente deste pensamento, e, com a complexidade própria à Disciplina arquitetônica.

Na tese, torna-se explícito que a aproximação dos arquitetos da primeira geração a um mundo em transformação, foi incluindo no discurso arquitetônico, conceitos do mundo da filosofia e da ciência, que justificavam e davam base às operações projetuais, e muitas vezes, às operações dos programas computacionais. A representação e sua imagem assumiam uma força tão expressiva que suplantava o representado.

Numa arquitetura do 'não lugar', onde a transitoriedade e a impessoalidade dos espaços prevalecem, as tecnologias da informação e comunicação levam o arquiteto a repensar os conceitos de espaço e lugar, frente à desterritorialização da vida na cidade, à inclusão, exclusão e reclusão do indivíduo. Neste contexto, o arquiteto busca o reencontro da pessoa, passando a pensar e incluir o 'corpo' no movimento do objeto para o sujeito.

É por esse lado que se reconectam na tecnologia digital as duas vertentes que fazem parte de um passado digital, a informática e a cibernética.

Na década de 1950/1960 a cibernética foi desvinculada dos 'aparelhos' e os programas computacionais e seus suportes (*software* e *hardware*), passaram a ser de 'propriedade' da informática; e a cibernética, com seu aspecto humanístico e ideológico, passou a ser considerada um mundo de sonhadores e de ficção. Nesta dicotomia percebe-se o gênesis dos nichos que acomodam as diferentes linhas de pensamento da arquitetura. Destas duas vertentes, ficou caracterizada a tecnologia no campo da computação gráfica; e por outro lado, o que é chamado de ciberespaço ou realidade virtual, e que comporta as tecnologias da comunicação e da informação.

Na junção destas duas vertentes, caracterizamos as proposições de arquitetos da segunda geração que procuram na multidisciplinabilidade e na virtualidade do espaço repensar a arquitetura no campo das comunicações, amplamente transformada pela tecnologia. É onde se situam os sistemas interativos, que procuram dialogar com o sujeito. O pensar arquitetônico que ultrapassa a barreira do objeto digital para pensar o sujeito e sua participação no meio social/digital; na busca de uma arquitetura sensorial.

Estas duas linhas detectadas no passado da era digital geram processos com pensamentos diferenciados no mundo projetual da atualidade. Do CAD ao BIM e dos projetos generativos aos sistemas interativos, surgem posturas e enfoques que alimentam o discurso e a ação do projetista.

No caso da segunda geração de arquitetos, mais jovens, percebe-se uma mudança no discurso, na aproximação aos aspectos cognitivos e perceptivos do espaço arquitetônico, incluindo em suas performances programáticas, variáveis comportamentais que permitam ao sujeito interagir com a arquitetura proposta, transformando-a e ao mesmo tempo sendo transformado por ela.(a arquitetura)

O fato dos programas se tornarem mais complexos, demandando maior conhecimento de softwares, linguagens de *scripts*, manutenção de banco de dados, faz emergir uma nova geração de especialista em projeto digital entre os projetistas, com reflexos já no ensino de arquitetura.

A idéia que começou a tomar corpo em alguns grupos, do arquiteto como um *toolmaker*, de certa forma retorna ao início da computação, na cibernética, quando foi a época em que os psiquiatras construíam máquinas, em que os lógicos ocupavam-se com o cérebro humano, em que os matemáticos montavam animais artificiais e em que, os antropólogos procuravam “modelos” que explicassem o comportamento humano. No vasto domínio das ciências, das técnicas da informação e da comunicação, novo continente intelectual estava se construindo. Embora existissem os computadores, não havia informática, e quem operava os computadores, eram os engenheiros eletrônicos, os matemáticos, os neuro fisiologistas e os lógicos. A partir da ótica de Flusser, a 'caixa preta' destes primeiros sistemas era mais transparente, e o operador tinha total controle das operações do programa.

A atitude de usar o programa ou o equipamento de outras formas em relação àquelas estabelecidas pelas normas e tutoriais técnicos do fabricante ou programador, tem suas raízes nas constatações, cada vez mais evidentes, de que a tecnologia não é neutra. Todo programa possui uma ideologia, que estabelece a maneira como os dados de *input* e *output*, são estruturados, e de que forma o operador deve acessar e manipular as informações para que o programa funcione atendendo as necessidades previstas. O conhecimento e uma postura crítica tornam-se cada vez mais necessários quando se percebe, no desenvolvimento dos softwares atuais, a estrutura da base de dados e a programação, cada vez mais oculta ao usuário através de procedimentos embutidos nas interfaces dos programas gráficos.

Esta questão que vem tomando corpo, nesta década, na abordagem teórica e experimental do uso da tecnologia digital na arquitetura, de posturas mais assertivas que propõem intervir ativamente no *hardware* e no *software*, faz com que o usuário passivo passe à protagonista no processo de

“fabricação” de programas e instrumentos; a idéia do arquiteto como *toolmaker* precisa, por parte da Crítica Arquitetônica, maior reflexão e questionamento.

Alimentar a Crítica Arquitetônica, em diferentes momentos culturais e sócio-econômicos, estabelece um corpo consistente de conhecimento que permite avaliar as arquiteturas de cada época e lugar, e os papéis que os arquitetos assumem em cada cenário. A diversidade existente na cena do mundo digital é uma provocação constante para pensar as arquiteturas e as idéias divulgadas pela mídia eletrônica.

O discurso teórico do arquiteto subjacente ao projeto digital precisa ser visto sob uma ótica de contexto, precisamos refletir se de fato é um discurso do projeto e da arquitetura ou se está surgindo um projeto digital de (e) para uma elite?

A nova geração de projetistas procura sensibilizar o 'corpo' através de sensores, que interajam com o sujeito na vivência e percepção do espaço arquitetônico. Permanece uma questão: esta é a alternativa para uma arquitetura sensorial, preocupada em representar o ser humano da atualidade?

Ficou evidente, para mim no decorrer da investigação da era digital, que no processo de concepção de arquiteturas mediadas pela tecnologia digital, as transformações que ocorreram não implicaram apenas em mudança técnico-instrumental, mas repercutiram na estrutura formal e programática da arquitetura proposta. E que o olhar proposto na tese, abrange um mundo em transformação cada vez mais rápida, onde as diferenças sociais se acentuam e exigem do arquiteto uma atitude de 'apreender' constante na busca de um conhecimento crítico e aplicável a suas rotinas quotidianas. Permanece a idéia de que existem brechas possíveis, onde o projetista do mundo digital pode contribuir, decidindo o que, como, por que e a quem irá representar na representação digital, no intuito de atender a função social da arquitetura.

A experimentação e a teoria de projeto para pensar o fenômeno digital precisam fazer parte da prática pedagógica dentro do ateliê de projeto. Esta abordagem de 'programa' e projeto na era digital, pretendeu salientar a importância do meio digital como arena de experimentação e de transgressão das limitações estabelecidas pelos 'programas', para construir um conhecimento arquitetônico pautado pela consciência crítica no uso e na escolha da tecnologia digital.

As tecnologias digitais podem ser utilizadas como um importante instrumento pedagógico para estimular a experimentação e instaurar o conhecimento teórico necessário à prática projetual no ateliê de projeto.

A contribuição desta tese não foi só documentar programas gráficos nem só registrar processos de projetos, pretendeu, além disso, trazer subsídios para um olhar mais aberto nas relações de ensino-aprendizagem, que superando a etapa de ateliê virtual de projeto incorpora o digital e volta a ser simplesmente Ateliê. Reafirma-se a necessidade de desenvolver uma 'consciência crítica' no uso da mídia digital na arquitetura, justamente pela importância inegável que esta tecnologia tem no mundo atual e conseqüentemente no ensino da arquitetura

Sem dúvida, os programas computacionais e os programas de arquitetura, não são neutros e tem uma interferência significativa no processo de projeto, transformando a concepção e a produção arquitetônica, gerando produtos definidos pelos 'programas'. No entanto esta investigação, além de comprovar a hipótese inicial, produziu conhecimento e questionamentos que indicam caminhos possíveis para próximas investidas intelectuais, sobre Programa e Projeto na Era Digital.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, Nicola. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 4ª edição. 2000.

ACHUTTI, L.E.R. – *Imagem e Fotografia*, em *Corpo e significado: ensaios de antropologia social*. Org. Ondina Fachel Leal – Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. 1995.

ANGULO, A., VÁSQUEZ DE VELASCO, G. *Digitally integrated practices: a new paradigm in the teaching of digital media in architecture*. *arquiteturarevista* - Vol. 3, n° 2:1-14 (julho/dezembro 2007).

ARCHITECTURAL DESIGN Profile N° 118. *Architects in Cyberspace*. London: Academy Group Ltd. 1995.

ARISTOTELES, Phisiques, I, 1, 184 a 24-b12, tr. Fr. Carteron, Paris, Guillaume Budé, “Lês Belles Lettres”, t. 1. Em Pascal Ide, op. Citado. P. 5

Auge, Marc. Não Lugares. Introdução a uma antropologia da supermodernidade. 6ª Ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.

BADIOU, Alain. Deleuze: *O clamor do ser*. Tradução Lucy Magalhães. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1997.

BARROS, Diana Rodríguez. Experiências digitais: usos, práticas y estrategias en talleres de arquitectura y diseño en entornos virtuales. Universidad Nacional de Mar del Plata: Ed. Mar del Plata, 2006.

BATLICKOVA, Eva. “*insustentável leveza de pensar: - Jogos, joguinhos e jogaços de Vilém Flusser* Studies 03. www.flusserstudies.net/pag/03/insustentavel-leveza-pensar.pdf.

BEIER, K. P. *Virtual Reality: A short introduction*. University of Michigan Virtual reality Laboratory at the College of Engineering. <http://www-VRL.umich.edu/intro.html>. 1996.

BEIGUELMAN, Giselle. A arte sem fio. . <http://p.php.uol.com.br/tropico/html/print/2525.htm> (acessado 7/10/2007).

BEIGUELMAN, Giselle. A imagem entre-linguagens. <http://p.php.uol.com.br/tropico/html/print/2866.htm> (acessado 7/10/2007).

BEIGUELMAN, Giselle. *Link-se – arte/mídia/política/cibercultura*. São Paulo; Ed. Peirópolis, 2005.

BEIGUELMAN, Giselle. *Paisagens Midiáticas: Entre o Agenciamento Temporário e o Darwinismo Digital*. PUC-SP - Seminário - São Paulo, AHMWL / DPH/ SMC/ PMSP Computação gráfica: pesquisas e projetos rumo à Educação Patrimonial. <http://www.arquivohistorico.sp.gov.br>. 2008.

BENJAMIN, Andrew. Introduction. *Journal of Philosophy and the Visual Ar* No 6,. Complexity- Architecture / art / Philosophy. Academy Editions, London. Editor Andrew. Benjamin, 1995

BENJAMIN, Andrew. Time, question, fold. http://www.basilik.com/V/virtual_deleuze_fold_112.html (acessado 7/10/2007).

BERTOL, Daniela. *Designing DIGITAL SPACE – An Architects Guide To Virtual reality* - Ed. Wiley, New York, 1997

BOELTER, J. David. *Understanding New Media*. MIT Press, 1999.

BRETON, Phillipe. *História da informática*. Tradução: Elcio Fernandes. São Paulo: Ed. Universidade Estadual Paulista EDUSP, 1991.

BRUSCATO, Underléa Miotto. *De lo digital en arquitectura: Comunicación visual en arquitectura y diseño*. Tese de Doutorado. Director: Juan Puebla Pons. Dega I: ETSAB/UPC.2006.

CABRAL FILHO, José dos Santos. *Arquitetura Como Instrumento ético frente às Tecnologias de disjunção espaço-Tempo*. <http://www.arquitetura.ufmg.br/lagear/instrumento.html> .UFMG.LAGEAR 2005

CABRAL FILHO, José dos Santos. *Arquitetura Irreversível - o corpo, o espaço e a flecha do tempo*. <http://www.arquitetura.ufmg.br/lagear/irreversivel.html> UFMG.LAGEAR 2004

CABRAL FILHO, José dos Santos. *De Volta Às Origens - Por Uma Arquitetura Sempre Contemporânea*. <http://www.arquitetura.ufmg.br/lagear/origens.html>. UFMG.LAGEAR 2004

CABRAL FILHO, José dos Santos. *Um Corpo Para Uma Arquitetura Irreversível*. <http://www.arquitetura.ufmg.br/lagear/corpo.html>. UFMG.LAGEAR 2004

CABRAL FILHO, José dos Santos. *Um futuro além da transgressão Interação e automação - ataques à solidão*. <http://www.arquitetura.ufmg.br/lagear/transgressao.html> UFMG.LAGEAR 2005

CABRAL, José dos Santos. *Formal Games And Interactive Design - Computers As Formal Devices For Informal Interaction Between Clients And Architects thesis submitted for the degree of doctor of philosophy* . Sheffield University School of Architectural Studies. November 1996

CABRAL, José dos Santos. *Horizontes Intercambiantes Ou A Idéia De Jogo Como Redenção*. Tradução ainda sem revisão do artigo original em inglês, “*Flip Horizontal: Gaming as Redemption*”, publicado na revista australiana M/C :http://www.mediaculture.org.au/past_vol_3.html

CALVINO, Ítalo. *Cidades Invisíveis*. SP. Cia das Letras, 1990.

CANAVILHAS, João Messias. *A Internet como Memória*. Universidade da Beira Interior. www.bocc.ubi.pt.

- CASTELLS, Manuel. *A galáxia da internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade*. Tradução: Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar, 2003.
- CASTELLS, Manuel. *A Sociedade em Rede. Economia, Sociedade e Cultura na Era da Informação*. Vol I. São Paulo, Paz e Terra, 1999.
- CATALANO, Eduardo. *La Constante: Diálogos sobre estructura y espacio en arquitectura*. Coeditado por: EEUU. De America: Cambridge Architectural Press; Argentina: Editorial universitaria de Buenos Aires S.E.M., 1996.
- CEBRIÁN, Juan Luiz. *A rede*. São Paulo: Summus,. Tradução Lauro Machado Coelho. 1999
- CELANI, Maria Gabriela Caffarena. *Beyond analysis and representation in CAD: a new computational approach to design education* Massachusets Institute of Technology: 2002.
- CHIARELLA, Mauro Superficies Paramétricas Y Arquitectura: Conceptos, Ideación Y Desarrollo. Sigradi 2004 393 a 395.
- CHING, F. *Arquitectura: forma, espacio y orden*. México: Ed.Gustavo Gili,1982.
- CHUPIN, Jean Pierre. *the .tectonic bug. (the fall of the body incyberspace)current and recurrent tensions between the virtual and the tectonic*
- CLARCK, Roger H., PAUSE, Michael. *Precedents in Architecture*. New York: John Wiley and Sons, 1996
- COMAS, Carlos Eduardo Dias. *Criterio, discernimiento y racionalidad*. Summa, Buenos Aires, v. 24, p.111, abril/maio. 1997.
- COMAS, Carlos Eduardo Dias. *Espejo y labirinto*. In: Summa, n. 9, out./nov. 1994.
- DE MASI, Domenico: *O Ócio Criativo*. Rio de Janeiro: Sextante, 2000
- DE MASI, Domenico: *Ócio Criativo*. Sextante: Rio de Janeiro, 2000.
- DELEUZE, Gilles, GUATTARI, Félix. *Mil platôs: Capitalismo e esquizofrenia, vol 01*. Trad. Aurélio Guerra Neto e Celia Pinto Costa. São Paulo: Editora 34, 1995
- DELEUZE, Gilles. *A dobra: Leibniz e o barroco*. Trad. Luiz B. L. Orlandi. Campinas: Ed. Papirus, 1991.
- DERRIDÁ, Jaques. *Desconstruir La Actualidad..* Entrevista com Jaques Derrida Passagens, No 57, p. 60-75 septiembre de 1993
- DERRIDÁ, Jaques. *El filósofo y los arquitectos*. Entrevista de Hélène Viale. In: Diagonal, 73, agosto, p. 37-39. 1988

DERRIDÁ, Jaques. *La Metáfora Arquitectônica*. Entrevista de Eba Meyer. Fevereiro de 1986, Domus, 671, , P. 16-24. abril 1986

DERRIDÁ, Jaques. *Las Artes Del Espacio*. Entrevista de Peter Brunette y David Wills. Deconstruction and Visual Arts, Cambridge University Press, cap I, PP 9-32. 1994

DERRIDÁ, Jaques. *Posições*. Ed. Atênica, Belo Horizonte, 2001.

DOLLENS, Denis. *De lo digital a lo analógico*. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

DORFMAN, Beatriz Regina Dorfman. *Beaubourg e Bilbao: o poder da imagem na sociedade do espetáculo*. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Arquitetura, 2003.

DUARTE, Fábio. *Crise das matrizes espaciais: arquitetura, cidades, geopolítica, tecnoculturas*. São Paulo: Ed. Perspectivas: FAPESP, 2002.

DUARTE, Jose Pinto. *Personalizar a Habitação em Série: Uma gramática discursiva para as casas da Malagueira do Siza*. Lisboa: T.U.C.S.H, 2001.

DUERK, D. P. – “Architectural Programming Information Management for Design”. New York: John Wiley and Sons, 1993.

EINSENMAN architects *The Master Architect Series.. Selected and current works*. Ed. by Stephen Dobney. Fishermens Bend, Australia, 1995.

EINSENMAN, Peter; Kwinter, Sanford. *Tensão disciplinar: territórios mutantes*. Publicado em; *Arquitetura Viva Monografias 91 -2001-* p. 34 a 45.

ENGELI Maia. *Agents for Architects*, Working Papers of the *Intelligent Agents Workshop*, British Computer Society Specialist Group on Expert Systems and the Representation and Reasoning Special Interest Group, N. S. Taylor, J. L. Nealon, Eds., Oxford, 1995.

ENGELI Maia. KURMANN, David *A Virtual Reality Design Environment with Intelligent Objects and Autonomous Agents*, published in *Design and Decision Support Systems, Conference Proceedings*, Spa Belgium, Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Chair for Architecture and CAAD Zurich, Switzerland, 1996.

Engeli, Maia. *Digital Stories. The poetics of communication*. Boston: Birkhauser. 2000.

ESTÉVEZ, Alberto T. et al. *Arquitecturas genéticas II: medios digitales & formas orgánicas/Genetic Architectures II: digital tools & organic forms*. Spain: Ed. SITES Books & ESARQ UIC, 2005.

- ESTÉVEZ, Alberto T. et al. *Genetic Architectures/Arquitecturas genéticas*. Spain: Ed. SITES Books & ESARQ UIC, 2003.
- FLÓRIO, Wilson. *O uso de ferramentas de modelagem vetorial na concepção de uma arquitetura de formas complexas*. Tese de doutorado. São Paulo: FAAUSP, 2005.
- FLUSSER, Vilém. *Filosofia da caixa preta: ensaios para uma filosofia da fotografia*. Rio de Janeiro: Ed. Relume Dumará, 2002.
- FLUSSER, Vilém. *O instrumento do fotografo ou o fotografo do instrumento?* Ensaio publicado Na Revista Íris em agosto de 1982 – <http://www.fotoplus.com/fbp/fbp017/b0117c.htm> acessado em 9/12/2008
- FLUSSER, Vilém. *O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação*. Tradução: Raquel Abi-Sâmara. São Paulo: Ed. Cosac Naify, 2007.
- FLUSSER, Vilém. *O universo das imagens técnicas: elogio da superficialidade*. São Paulo: ANNABLUME editora, 2008.
- FRAMPTON, Kenneth. *História crítica de la arquitectura moderna*. 6ª Ed. Ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1993.
- FUÃO, F. Fernando, ROCHA, Eduardo. *O Desafio de Aprender. Uma breve reflexão sobre a experiência da Universidade nos Galpões de Reciclagem*. Em: Galpões de Reciclagem e a Universidade, Eduardo Rocha e Fernando Fuão (orgs), Pelotas: UFPEL, 2008.
- FUÃO, F. Fernando. A representação de Matias. ARQTEXTO (UFRGS), Porto Alegre, v. 6, p. 80-95, 2005
- FUÃO, F. Fernando. *Arquitetura e criatividade*. Arqitekturarevista (UNISINOS), São Leopoldo, v. 4, p. 1-14, 2008.
- FUÃO, F. Fernando. *Cidades Fantasmas*. ARQTEXTO (UFRGS), Porto Alegre, n. 1, p. 12-23, 2001.
- FUÃO, F. Fernando. *Folhas da arquitetura. Leaves of the architecture*. Arqtextos. Periodico mensal de textos de arquitetura, p. 1-8, 2001.
- FUÃO, F. Fernando. *Sobre Programas e necessidades*. www.fernandofuao.arq.br, Porto Alegre, p. 1-3, 2004.
- GALOFARO, Luca. *DIGITAL EINSENMANN – An Office of the Electronic Era*. Boston: Ed. BIRKHAUSER, 1999.

GARCIA ALVARADO, Rodrigo. *Animaciones Arquitectonicas*. 1. ed. Concepcion: Ediciones Universidad del Bio-Bio,. v. 1. 180. 2007.

GARCÍA, Cayetano José Cruz Dibujar la forma volumétrica, matérica y espacial mediante el uso del elemento de comunicación visual: El plano. Experiencias didácticas innovadoras para diseño industrial. ACTAS DO III SOPCOM, VI LUSOCOM e II IBÉRICO – Volume I..p 503 a 508. 2005

GAUSA, Manuel et al. *Diccionario metápolis de arquitectura avanzada: ciudad y tecnología en la sociedad de la información*. Ed. Actar, 2004.

GEROSA, Mario: *Degrees of Virtualization*, pag 47-70 in: DOESINGER, Stephen: *Space Between People. How the virtual changes physical architecture*. Munchen, Berlin, London, New York: Prestel Verlag, 2008.

GLANVILLE, Ranulph. CAD Abusing Computing, CAAD Instruction: The New Teaching of an Architect? [eCAADe Conference Proceedings] Barcelona (Spain) 12-14 November 1992, pp. 213-224

GLANVILLE, Ranulph. *Cad abusing computing*. Architectural Association School of Architecture London – UK. 2000.

GÓMEZ, Eva M^a Domínguez. *Diseño><Design*. ACTAS DO III SOPCOM, VI LUSOCOM e II IBÉRICO – Volume I. 2005.p. 509 a 516.

GRAVES, Michael. The necessity for drawing: tangible speculation. In: *Architectural Design*, V.47 N°6, 1977, p. 384-394.

GREGOTTI, Vittorio. *El territorio de la arquitectura*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1972.

Gridings, Scalings, Tracings and foldings in the work of Peter Eisenman. São Paulo: Ed. Pini, 1993

GROZS, Elizabeth. *Architecture from the outside. Essays on virtual and real space*. London: The MIT Press Cambridge, 2001.

GUADET, Julien. *Élèments et théorie de L' Architecture: cours professé a l'école nationale et spéciale des beaux-arts*. Paris: Librairie de la construction moderne. 50. ed.

GUATTARI, Felix. *On Machines*. em *Journal of Philosophy and the Visual Ar* No 6,. Complexity- Architecture / art / Philosophy. Academy Editions, London. Editor Andrew. Benjamin, 1995

GUITTA, Pessis-Pasternak. *Do Caos à Inteligência Artificial: quando os cientistas se interrogam*. São Paulo. EDUSP, . Tradução original Francês, Luiz Paulo Rouanet. 1993

HART, Anne. *Arquitetura Virtual*, cap.3, p. 67-105. PROMISE, Valerie e VAN BUREN, Christopher. Tecnologia em 3D. Cap.5: P.125-143. In: Harris, Stuart e outros. CYBERLIFE! Tradução Pedro Cesar Conti. São Paulo: Berkeley, 1995.

HERDEG, Klaus. The decorated diagram - Harvard Architecture and the failure of the Bauhaus legacy. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 1983.

HEREU, Pere. MONTANER, Josep Maria e OLIVEIROS, Jordi. *Textos de arquitectura de la modernidad*. España: Ed. Nerea, 1994.

HERSEY, G., FREEDMANN, R. *Possible Palladian Villas (Plus a few instructively impossible ones)*. London, England: The MIT Press,.188 p. Palladio: Aplicativo digital em disquete 3.5" para sistema Macintosh.1992

HERTZBERGER, Herman. *Lições de arquitetura*. Trad. Carlos Eduardo Lima Machado. São Paulo: Ed. Martins Fontes,. Título Original: Lessons for students in Architecture. 1996

IBELINGS, Hans. *Supermodernismo. Arquitectura en la era de la globalización*. Tradução: Miquel Izquierdo. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

IMPERIALE, Alicia. *New Flatness – Surface Tension in Digital Architecture*. Boston: Ed. BIRKHAUSER, 2000.

ITO, Toyo "Tarzanes em el bosque de los médios" T2GNews. No 2 .1997 P.132 a 142.

ITO, Toyo. *Conversas com estudantes*. Barcelona: Gustavo Gili, 2005

JACQUES, Paola Berenstein (org). *Apologia da deriva: escritos situacionistas sobre a cidade/Internacional Situacionista*. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Casa das Palavras, 2003.

JEFFERIS, David. *Cyber Space: Virtual Reality and the World Wide Web* (Megatech) by et al. School & Library Binding, 1999.

JENCKS, Charles *The New Paradigm In Architecture*. Hunch.August. Berlage Institute Report 6 – www.charlesjencks.com/articles.html.2003.

JENCKS, Charles. "half modern, half something else". Entrevistado por Martin Beck em dezembro de 2002, publicado em 2003. www.charlesjencks.com/interviews.html.

JENCKS, Charles. *The Architecture of the Jumping Universe: A Polemic: How Complexity Science is Changing Architecture and Culture*. Academy Press; Revised edition. May 19, 1997

JODIDIO, Philip. *New Forms. Architecture in the 1990s*. 1ª Ed. Koln: Benedikt Taschen, New Geometries, 1997.

Kerckhove, Derrick de. *The architecture of intelligence*. Boston: Birkhauser. 2001.

KOLAREVIC, Banko. *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. New York: Spon Press, 2003.

KRAUSE, Gustavo Bernardo & MENDES, Ricardo (orgs). *Vilém Flusser no Brasil*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.

KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Ed. Perspectiva. Tradução: Beatriz Vianna Boeira- Nelson Boeira. 2000.

KURMANN David. *Sculptor - A Tool for Intuitive Architectural Design*. In: CAAD Futures '95, Vol 1, 6/32,. <http://caad.arch.ethz.ch/~kurmann/sculptor/> . Singapore 1995

KWON, Doo Young, DO, Ellen Yi-Luen. *Inspired by Eisenman: ArchiDNA, a creative shape generative system*. Washington: Department of Architecture, University of Washington, disponível em: http://code.arc.cmu.edu/dmgftp/publications/pdfs/CF03_ArchiDNA.pdf

LANDOW, G.P. *Teoria del Hipertexto*. Tradução Espanhola de P. Ducher. Barcelona: Paidós, 1997.

LE CORBUSIER. *Por uma arquitetura*. São Paulo: Ed. Perspectiva, 4 ed 1989.

LEAL, Ondina Fachel (org). *Corpo e significado: ensaios de antropologia social*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1995.

LEÃO, Lucia. *O Labirinto da Hipermissão- Arquitetura e navegação no ciberespaço*. São Paulo: FAPESP – Ed. Iluminuras Ltda., 2001.

LEVY, Pierre et al. *Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in Cyberspace*. Tradução: Robert Bononno. Paperback - 1 edition February, 2000.

LEVY, Pierre. *As Tecnologias da Inteligência. O futuro do pensamento na era da informática*. Tradução: Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, Título Original: Les technologies de l'intelligence: L'avenir de la pensée a l'ère informatique. 1993.

LEVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo. Ed.34:1999

- LEVY, Pierre. *O que é virtual?* Tradução de Paulo Neves. São Paulo: Ed. 34, Coleção TRANS. 1996.
- LUCENA, Alberto. *Arte da animação. Técnica e estética através da história.* São Paulo: SENAC.2002
- LYNN, Greg. *Animate form.* New York: Princeton Architectural Press, 1999.
- LYNN, Greg. *Folds, bodies & blobs.* Bélgica: Ed. La Lettre Volée, 1998.
- LYNN, Greg. RASHID, Hani. *Architectural Laboratories.* Rotterdam: Nai Publishers, 2002.
- MACHADO, Arlindo. *Anamorfozes cronotópicas ou a quarta dimensão da imagem.* Arlindo Machado. In: Parente, André (org.) *Imagem- máquina: a era das tecnologias do virtual.* Rio de Janeiro: Ed. 34, p. 100-116. 1993.
- MACHADO, Arlindo. *Tecnologia E Arte Contemporânea:Como Politizar O Debate.* Revista de Estudios Sociales no. 22, 71-79 diciembre de 2005
- MADRAZO, Leandro. *Durand and the Science of Architecture.* Journal of Architectural Education, ACSA, Inc. 48/1, set./1994.
- MAHFUZ, E. *Entre o espetáculo e o ofício.* Texto publicado na AU de janeiro de p. 61 2009.
- MAITLAND, Barry. *The Grid.* In: Oppositions, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England, n.15/16, Winter/Spring, 1979.
- MALARD, Maria Lucia. *As aparências em arquitetura.* Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006
- MALDONADO, Tomás. *Crítica de la razón informática.* España: Editorial Paidós, 1998.
- MALDONADO, Tomás. *Lo real y lo virtual.* Barcelona: Ed. Gedisa, 1994.
- MARK, Earl; GOLDSCHMIDT, Gabriela. GROSS, Mark. *A Perspective on Computer Aided Design after Four Decades.* Section 04: CAAD Curriculum 1 eCAADe 26. p. 169 a 176.
- MARTÍNEZ, Corona Alfonso. *El problema del modelo en la enseñanza de proyecto.* SERIE ARQUITECTURA Y URBANISMO N° 2. Buenos Aires: Universidad de Belgrano. Documentos de trabajo.
- MARTÍNEZ, Corona Alfonso. *Ensayo sobre el proyecto.* Buenos Aires: CP67, 1990.
- MASSAD, Freddy. *a+a. arquitecturanimación.* Collegio d'Arquitectes de Catalunya. Barcelona: Vocalia de Cultura, 2002.

MCLUHAN, Marshall. *Comprender los medio de comunicaci3n. Las extensiones del ser humano*. Traduç3o Patrick Ducher. Barcelona: Ed. Paid3s, 1996.

MENDES, Ricardo. *Apontamentos para uma leitura sobre fotografia e filosofia na obra de Vil3m Flusser*. Textos seminais para a fotografia no Brasil: Benjamin, Barthes, Sontag, Flusser e Machado, realizado no CCSP SP, ago/set. 2004.

METALOCUS. Madrid: Alef de Bronce CPG, S.A, vol. 8, 2001.

Microsoft Press dicion3rio de inform3tica ingl3s-portugu3s e portugu3s-ingl3s/Microsoft Press; traduzido por Fernando B. Ximenes.- Rio de Janeiro:Campus, 1993. p. 414

MIDDLETON, Robin, Ed. *The Beaux-Arts and nineteenth-century French architecture*. Rykwert, Joseph, Cap. I: The Ecole des Beaux-Arts and the classical tradition. Szambien, Werner, Cap.2: Durand and the continuity of tradition. Jacques, Annie Cap. V: The programmes of the architectural section of the Ecole des Beaux-Arts, 1819-1914. Levine, Neil, CapVI: The Competition for the Grand Prix in 1824. The MIT Press. Cambridge, massachusetts, 1982.

MIGAYROU, Fr3d3ric & BRAYER, Marie-Ange (editors). *ArchiLab. Radical Experiments in Global Architecture*. New York: Ed. Thames & Hudson Inc, 2001.

MITCHELL, William J. *A l3gica da arquitetura: projeto, computaç3o e organizaç3o*. Traduç3o: Gabriela Celani. Campinas: UNICAMP, 2008.

MITCHELL, William J. *City Of Bits: Space, Place, And The Infobahn*. Cambridge: The MIT Press, 1996.

MITCHELL, William J. *E-top3a: "vida urbana, jim; pero no la que nosotros conocemos"*. Traduç3o Fernando Valderrama. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

MOHNERN, K. *Visual Interaction Design: Beyond the interface Metaphor*. SGCHI Bulletin 29 (2), Abril. Dispon3vel on-line: 1997

MONEO, Rafael. *Inquietaç3o te3rica e Estrat3gia Projetual. Na obra de oito arquitetos cntempor3neos*. Traduç3o: Fl3vio Coddou. S3o Paulo: Cosac Naify, 2008.

MONTAGU, Arturo. Anais III Semin3rio Iberoamericano de Gr3fica Digital - SIGRADI.- Montevideo, 1999.

MONTAGU, Arturo. et ali. Editores. Anais II Seminário Iberoamericano de Gráfica Digital - SIGRADI. Mar del Plata, 1998.

MONTAGU, Arturo., PIMENTEL Diego., GROISMAN, Martin *Cultura digital: comunicación y sociedad*. Buenos Aires: Ed. Paidós, 2004.

MONTANER, Josep Maria. *Arquitectura y crítica*. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

MONTANER, Josep Maria. *Las formas del siglo XX*. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

MONTANER, Josep Maria. *Pensamiento y arquitectura*. In: Después del movimiento moderno: arquitectura de la segunda mitad del siglo XX. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1993

MOORE, Charles., Allen, Gerald. *Dimensiones de la arquitectura: Espacio, forma y escala*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1978.

MYERS, B. A. *A Brief History of Human Computer Interaction Technology*. ACM Interactions 5 (2). Março de 1998, p. 44-45. <http://acm.org/sigchi/bulletin/1997.2/vid.html>

NARDELI, Eduardo Sampaio. *"Blobies Buildings" e a Representação do Matias*. SIGRADI (Seminário Iberoamericano de Gráfica Digital), 2007.

NARDELLI Eduardo Sampaio. *"Blobies Buildings" e a Representação do Matias*. Sigradi 2007. p.421 a 426.

NEGROPONTE, Nicholas. *A vida digital*. Tradução Sérgio Tellaroli. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

NORBERG-SCHULTZ, Christian. *Existencia, espacio e arquitectura*. Barcelona: Editorial Blume, 1975.

NORBERG-SCHULTZ, Christian. *Intenciones en arquitectura*. Cap. IV. P.123-139. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1979. Versión castellana.

NORBERG-SCHULZ, Christian. *Intentions in Architecture*. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli; versión castellana, p. 139, 1979.

OCHSNER, Jeffrey karl. *Behind the Mask: A Psychoanalytic Perspective on Interaction in the Design Studio* Journal of Architectural Education, 53. p 194 - 206.2000.

OLIVEIRA, Rogério Castro de. *Conhecimento e projeto: o conceito de imitação como fundamento de um paradigma didático da arquitetura*. Porto Alegre: UFRGS, Dissertação, Mestrado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992.

OLIVEIRA, Rogério Castro de. *Construções figurativas. Representação e operação no projeto de composições espaciais: traçados, modelos, arquiteturas*. Orientador: Fernando Becker. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

OXMAN, Rivka, *“Theory and design in the first digital age”* Israel: Haifa 32000, Faculty of Architecture and Town Planning Technion, 2005

OXMAN, Rivka, LIU, T. (eds) *Cognitive and computational models in digital design: a workshop of DCC04*, First International Conference on Cognition and Computation in Design, MIT, Cambridge, USA, 2004.

OXMAN, Rivka. *The conceptual content of digital architecture e content analysis*. In: design Electronic Journal of Arquiteturarevista Vol 1 No 1. São Leopoldo, Brasil: Unisinos, 2005.

PALUMBO, Maria Luiza. *New wombs. Electronic Bodies and architectural Disorders*. Boston: Birkhauser. 2000.

PARENTE, A. Org. *Imagem-Máquina: a era das tecnologias do virtual*. Rio de Janeiro: Ed. 34.1996.

PEREIRA, L.T.V. BAZZO, W. *O ensino como processo*. In: Ensino de Engenharia - algumas contribuições. NEPET/EMC/CTC/UFSC -Mini-Curso-Unisinos - São Leopoldo: 1997.

PEREZ-GOMEZ, Alberto, *Architectural Representation and the Perspective Hinge* Cambridge, Mass.: MIT Press, 1997.

PEZO, Mauricio, VON ELLRICHSHAUESEN, Sofía MEISSNER, Eduardo PRIM, Rosmarie. *Ochenta y nueve, noventa y uno: El proyeto Casa Poli*. Concepción: Ediciones Casa Poli, 2005.

PIAZZALUNGA, Renata. *A virtualização da arquitetura*. Campinas: Ed. Papirus, 2005.

PIMENTA, Emanuel D.M. *Teleantropos. A desmaterialização da cultura material.arquitettura enquanto inteligência.a metamorfose planetária*.Ed. Estampa, Lisbos, 1999.

PIÑON, Helio. *Teoria do projeto*. Tradução Edson Mahfuz. Porto Alegre: Ed. Livraria do Arquiteto, 2006.

PISCITELLI, Alejandro. *Ciberculturas en la era de las máquinas inteligentes*. Buenos Aires: Ed. Paidós, 1995, 1^a Ed.

PONGRATZ, Christian. PERBELLINI, Maria Rita *Natural born CAADesigners. Young American Architects*. Berlin: Ed.Birkhäuser, 2000

PONS, Joan Puebla. *Neovanguardias y representación arquitectónica. La expresión innovadora del proyecto contemporáneo*. Barcelona: Edicions UPC, 2002.

- POPPEN, Frank. *As imagens artísticas e a tecnociência (1967-1987)*. In: PARENTE, André (org.) *Imagem- máquina: a era das tecnologias do virtual*. Rio de Janeiro: Ed. 34, p. 201-213. 1993.
- PRATINI, Edison. *Uma Interface Gestual para Esboços 3D em Arquitetura*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e urbanismo. PDEAU. São Paulo: 1999.
- PUGLISI, Luigi Prestinenzza. *Hyper architecture: spaces in the eletronic age*. Tradução: Lucinda Byatt. Ed. Birkhäuser, 1999.
- QUARONI, Ludovico. *Proyectar un Edificio - ocho lecciones de arquitectura*. Madrid: Xarait Ediciones, 1980.
- QUECK, Chris Prof. Dr. (TUNS/Canadá). *The Use of Computers as na educational Tool in Architecture and Planning*. Palestra proferida pelo autor em 11/10/96. In: II SEMINÁRIO NACIONAL - A Informática No Ensino De Arquitetura, Viçosa/MG. 1996,
- RATTNER, Henrique. *Informática e sociedade*. São Paulo, Ed. Brasiliense. 1995.
- REGGINI, Horacio C. *Computadoras: ¿Creatividad o automatismo?* Buenos Aires: Ediciones Galápagó, 1989.
- REGGINI, Horacio C. *Ideas y Formas* Buenos Aires: Ediciones Galápagó, 1992.
- REIS, Abel. A interface cultural do PowerPoint. <http://p.php.uol.com.br/tropico/html/print/2731.htm> (acessado 7/10/2007).
- RENAUD, Alain. *Comprender la imagen hoy. Nuevas imágenes, nuevo régimen de lo Visible, nuevo Imaginário*. In: *Vieoculturas de fin de siglo*. Tradução Anna Giordano. Madrid: Ed. Cátedra,. P.11-26. 1990
- REYES, Paulo Belo. A noção de representação nos processos digitais. *Sigradi* 2004 p.390 a 393.
- ROBBINGS, Edward. *Why Architects Draw*. London, England: The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994.
- ROBERTSON, Douglas S. *The New Renaissance: Computers and the Next Level of Civilization* Hardcover: Oxford Univ Pr (Trade); September 1998.
- ROCHA, I.A.M. *Programa e Projeto na Era Digital*. *Sigradi*2009.
- ROCHA, Isabel A. Medero & FAGUNDES, Temis C. *Geographical Information System applied to Urban Planning: A report of experiences with Systems for Brazilian municipalities*. In: *Computer Graphics Investigation and Urban & Architectural Design Applications: Case Studies* (Org. Isabel ^a Medero Rocha) First Symposium Multimedia for Architecture and Urban Design. USP – FAUSP,. P.41-50. 1994

ROCHA, Isabel A. Medero. "Projeto Missões" – *Computer Graphics In: Computer Graphics Investigation and Urban & Architectural Design Applications: Case Studies* (Org. Isabel^a Medero Rocha) First Symposium Multimedia for Architecture and Urban Design. USP – FAUSP, P.41-50. 1994

ROCHA, Isabel A. Medero. *A Composição Arquitetônica em Ambiente Digital*, em O tipo na arquitetura, da teoria ao projeto. São Leopoldo- RS: Ed. UNISINOS, P. 43-92. 2001

ROCHA, Isabel A. Medero. Concepção arquitetônica e intermediação digital no ateliê de projeto. A ferramenta como fator interveniente durante a geração de idéias. Em *Experiência Digital – Usos, práticas e estratégias em talleres de arquitectura y diseño em entornos virtuales*. Editora Diana Rodrigues Barros. Mar Del Plata. Universidad de mar Del Plata. EUDEM, 2006

ROCHA, Isabel A. Medero. *O ato criativo e a intermediação digital no ateliê de projeto. Idéia, imagem e representação na construção do conhecimento arquitetônico*. Em *Arquiteturarevista Online*, <http://www.arquiteturarevista.com>, 2005.

ROCHA, Isabel A. Medero. Os Programas de Computador e o Processo de projeto na Construção do Conhecimento arquitetônico - Analogia entre operadores computacionais e projetuais. Porto Alegre: UFRGS, Dissertação, (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pesquisa e Pós Graduação da Arquitetura. PROPARG - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1998.

ROMANO, Elisabeta. *Arquitetura sistêmica da coordenação do módulo à modulação da cor: entre o ensino e a prática*. São Paulo: FAUUSP, 1994, 336p. Tese de doutoramento, Curso de pós-graduação em estruturas ambientais urbanas, FAUUSP, 1994.

ROWE, Colin. *Program VS Paradigm. Otherwise casual notes on the pragmatic, the typical, and the possible*. In: *The Cornell Journal of Architecture*. Publicado como parte do Preston H. Thomas memorial lecture series, na Cornell University, abr./ 1982.

ROWE, Colin.. Capítulo 2: *Procedural Aspects of design Thinking*. In: *Design Thinking*. London, England. MIT Press, 4^a Ed. 1992.

SAINZ, J. VALDERRAMA, F. *Infografia y arquitectura. Dibujo y proyecto asistidos por ordenador*. Madrid: Editorial NEREA, 1992.

SALINGAROS, Nikos A. *Anti-architecture and deconstruction*. Germany: Ed. UMBAU-VERLAG, 2004.

SCHEER, D.R. *Building Information Modeling: What About Architecture?* AIA - DRAFT 7-18-05 College of Architecture + Planning University of Utah,. <http://www.faculty.arch.utah.edu/bim/Articles/BIM/Architecture.doc> Sigradi 2005.

SCHEER, David R. *Building Information Modeling: What About Architecture?* A/A - Associate Professor (Lecturer), College of Architecture + Planning. University of Utah em sigradi

SCHMITT Gerhard, WENZ, Florian, KURMANN David, VAN DER MARK, Eric. *Towards Virtual Reality in Architecture: Concepts and Scenarios from the Architectural Space Lab*, in: Presence, Vol. 4, Nr. 3, , S. 267-285, 1995.

SCHMITT, Gerard. *Information Architecture – Basis and Future of CAAD*. Boston: Ed. BIRKHAUSER, 2000

SCHON, Donald. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Tradução: Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas Sul, 2000.

SEEBOHLM, Thomas and VAN WYK, Skip, Editors. *Digital Design Studios. Do Computers Make a Difference?*. Anais ACADIA' 98 - Quebec, canada. October22-25,1998.

SERRIANO, Pierluigi. *Form Follows Software*. Proceedings of the 2003 (ACADIA) Annual Conference of the Association for Computer Aided Design In: Architecture, Indianapolis (Indiana), pp. 185-205 October 2003.

Sigradi 2004 p. 493 a 500.

SIMONS, G. L. *Os antecedentes da IA*, p.39-62. *Psicologia e cognição*, p.65-83. *Percepção visual*, P.131-144. In: Introdução à inteligência artificial. Trad. Dr. Guilherme M. G. Dias Pires. Lisboa: Clássica Editora, 1986.

SORIANO, Frederico. *Sin Escala*. In: *Arquitecturas*, n. 295, p.82-93, 1993

SOUZA, Marco Antonio Furlan et. al. *Algoritmos e lógica da programação*. São Paulo: Ed. Thomson Learning, 2006.

SPERLING, David. *Conceitos e metáforas, uma topologia apropriada na arquitetura digital*. Sigradi 2004.

SPITZ, Rejane; RIBEIRO, Fabíola Macedo. Design e espaço na era da informação ou o Ciberespaço absorvido pela arquitetura. Sigradi 2004 410 a 412.

SPRITZ, Rejane e Ribeiro, Fabíola Macedo. *Design e espaço na era da informação ou o Ciberespaço absorvido pela arquitetura*, SIGRADI (Seminário Ibero-americano de Gráfica Digital), 2004.

SPUYBROEK, Lars. *NOX machining architecture*. London: Thames and Hudson. 2004

- SPUYBROEK, Lars. *The Architecture of Continuity*. Rotterdam: V2_Publishing, 2008.
- SUBIRATS, Eduardo. *A cultura como espetáculo*. São Paulo. Ed. Nobel, 1989.
- SUBIRATZ, Eduardo. *A cultura como espetáculo*. Tradução Eduardo Brandão. SP. Nobel. 1989.
- TAFURI, Manfredo. *Teorias e história da Architectura*. Lisboa: Editorial Presença, 2ª Ed. 1988.
- TAPSCOTT, Don. *Growing Up Digital: The Rise of the Net Generation*. Nova York. McGraw-Hill, 1998.
- TERCEIRO, José B. *La Sociedad Digital*. Madri. Alianza Editorial, 1996.
- THALMANN, Nadia Magnenat et al. *Artificial Life and Virtual Reality*. Hardcover: Nadia M. Thalman (Editor), 1 edition, 1994.
- THE ULTIMATE FRANK LLOYD WRIGHT*. In: CDROM. Producer Byron Preice Multimedia Company. Nova York: 1994. Para PC, ambiente Windows.
- THOMPSON, John. *Ideologia e cultura moderna: teoria social crítica na era dos meios de comunicação de massa*. Petrópolis: Vozes, 1995.
- THOMSEN, Christian W. *Visionary Architecture – From Babylon to Virtual Reality*. Prestel-Verlag, Munich and New York, 1994
- TSCHUMI, Bernard – *The Manhatan Transcripts (1982)*, in *Textos de Arquitectura de la Modernidad*. Ed. Nerea. 2ª Ed. 1999.
- UDDIN, Mohammed Saleh. *Digital Architecture: Turn Vision into Virtual Reality with 3D Graphics Hardware, Software, Tips, and Techniques from 50 Top Designers - Paperback - McGraw-Hill*. 1999.
- VELEZ JAHN, Gonzalo. *Arquitectura en las comunidades virtuales: lo que va de ayer a hoy... y sigue para mañana...*arquitecturavista - Vol. 3, nº 2:15-30 (julho/dezembro 2007).
- VENETIANER, Tomas. *Desmistificando a computação gráfica*. São Paulo: Ed. Mc Graw-Hill, 1988.
- VENTURI, Robert. *Complejidad y contradicción en la arquitectura*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, Colección arquitectura y crítica. 1974.
- WINBLAD, Ann L., EDWARDS, Samuel D, KING, David R. *Parte1: Fundamentos da orientação ao objeto. Uma visão do futuro. P.3-26*. In: *Software orientado a objeto*. São Paulo: Makron Books, 1993.
- WINNER, L. *Do artifacts have politics?* In: *The social shaping of technology 2nd ed.*, eds. D. MacKenzie and J. Wajcman, 28-39. Buckingham [Eng.]; Philadelphia: Open University Press, 1999.
- WONG, Wucius. *Princípios de Forma e Desenho*. Ed. Martins Fontes, São Paulo, 1998.

ZHAI, Philip *Get Real: A Philosophical Adventure in Virtual Reality*. Hardcover- New York. Rowman & Littlefield, 1998.

6. ÍNDICE DE FIGURAS

ARENA TEÓRICA - PARTE 01

- 1.2 - 1a - fonte: www.daniel-libeskind.com
- 1.2 - 1b - fonte: www.znonz.blogspot.com
- 1.2 - 1c - fonte: www.daniel-libeskind.com
- 1.2 - 2 - fonte: FLORIO, 2005.
- 1.2 - 3 - fonte: FLORIO, 2005.
- 1.2 - 4A - fonte: www.wikipedia.com
- 1.2 - 4B - fonte: FLORIO, 2005.
- 1.2 - 4C - fonte: FLORIO, 2005.
- 1.2 - 5 - fonte: www.matematicana.blogspot.com
- 1.2 - 6 - fonte: PEZO, 2005
- 1.2 - 7 - fonte: FLORIO, 2005.
- 1.2 - 8 - fonte: FLORIO, 2005.
- 1.2 - 9 - fonte: FLORIO, 2005.
- 1.2 - 10 - fonte: FLORIO, 2005.
- 1.2 - 11 - fonte: SPUIBROEK, 2004

ARENA TEÓRICA - PARTE 02

- 2.4 - 1 - fonte: Autora.

ARENA TEÓRICA - PARTE 03

- 3.2 - 1 - fonte: ROCHA, 1998.
- 3.2 - 2 - fonte: ROCHA, 1998.
- 3.2 - 3 - fonte: <http://www.arquitetura.ufmg.br/lagear/acoes.html>
- 3.2 - 4 - fonte: Autora
- 3.2 - 5 - fonte: ROCHA, 1998.

- 3.2 - 6 - fonte: FLORIO, 2005.
- 3.2 - 7 - fonte: FLORIO, 2005.
- 3.2 - 8 - fonte: FLORIO, 2005.
- 3.2 - 9 - fonte: OXMAN, 2005.
- 3.2 - 10 - fonte: www.oosterhuis.nl
- 3.2 - 11A - fonte: www.newitalianblood.com
- 3.2 - 11B - fonte: www.aiborg.net
- 3.2 - 12A - fonte: www.mmhk.com
- 3.2 - 12B - fonte: Autora
- 3.2 - 12C - fonte: www.an-architecture.com
- 3.2 - 13 - fonte: FLORIO, 2005.
- 3.2 - 14 - fonte: FLORIO, 2005.
- 3.2 - 15 - fonte: FLORIO, 2005.
- 3.3 - 1 - fonte: CATALANO, 1996.
- 3.3 - 2 - fonte: CATALANO, 1996.
- 3.3 - 3 - fonte: <http://www.educatorium.com/pdf/Projetos%20urbanos.pdf>, acessado em 04/09/2009
- 3.3 - 4 - fonte: disciplina de Computação Gráfica aplicada ao projeto. Trabalho de Estudante. Unisinos, São Leopoldo, Brasil.
- 3.3 - 5 - fonte: disciplina de Computação Gráfica aplicada ao projeto. Trabalho de Estudante. Unisinos, São Leopoldo, Brasil.
- 3.3 - 6 - fonte: disciplina de Computação Gráfica aplicada ao projeto. Trabalho de Estudante. Unisinos, São Leopoldo, Brasil.
- 3.3 - 7A - fonte: Autora
- 3.3 - 7B - fonte: ROCHA, 1998.
- 3.3 - 8 - fonte: ROCHA, 1998.
- 3.3 - 9 - fonte: KOLAREVIC, 2003.
- 3.3 - 10 - fonte: ROCHA, 1998.
- 3.3 - 11 - fonte: FLORIO, 2005.

- 3.4 - 1 - fonte: disciplina de Computação Gráfica aplicada ao projeto. Trabalho de Estudante. Unisinos, São Leopoldo, Brasil.
- 3.4 - 2 - fonte: FLORIO, 2005.
- 3.5 - 1 - fonte: www.franken-architekten.de
- 3.5 - 2 - fonte: KOLAREVIC, 2003.
- 3.5 - 3 - fonte: www.jorwiki.usp.br
- 3.5 - 4 - fonte: DELEUZE, 1991.
- 3.5 - 5 - fonte: <http://www.eisenmanarchitects.com/>
- 3.6 - 1 - fonte: KOLAREVIC, 2003.
- 3.6 - 2 - fonte: KOLAREVIC, 2003.
- 3.6 - 3 - fonte: Autora
- 3.6 - 4 - fonte: KOLAREVIC, 2003.
- 3.6 - 5 - fonte: KOLAREVIC, 2003.
- 3.6 - 6 - fonte: KOLAREVIC, 2003.
- 3.7 - 1 - fonte: KOLAREVIC, 2003.
- 3.7 - 2 - fonte: KOLAREVIC, 2003.
- 3.7 - 3A - fonte: http://www.architectureweek.com/2005/0608/design_2-3.html
- 3.7 - 3B - fonte: www.fabrication.ald.utoronto.ca
- 3.7 - 3C - fonte: www.fosterandpartners.com
- 3.7 - 4 - fonte: http://www.spl.org/cen_conceptbook
- 3.7 - 5ABC - fonte: NOX, 2004.
- 3.7 - 5D - fonte: <http://www.nox-art-architecture.com/>
- 3.8 - 1 - fonte: DUARTE, 2001.
- 3.8 - 2 - fonte: http://code.arc.cmu.edu/dmqftp/publications/pdfs/CF03_ArchiDNA.pdf
- 3.8 - 3 - fonte: KOLAREVIC, 2003.

ARENA EMPÍRICA - PARTE 04

- 4 - 1 - fonte : NCG_Unisinos
- 4 - 2 - fonte : NCG_Unisinos

- 4 - 3 - fonte : NCG_Unisinos
- 4 - 4 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 5 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 6 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 7 - fonte: www.virtulobjeq.blogspot.com
- 4 - 8 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 9 - fonte: Cedido por Prof. Marcelo Gomes.
- 4 - 10 - fonte : NCG_Unisinos
- 4 - 11 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 12 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 13 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 14 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 15 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 16 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.
- 4 - 17 - fonte: Acervo de trabalho acadêmicos da Autora.

