

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

PAULO EDUARDO BORZANI GONÇALVES

PROJETO ARQUITETÔNICO CONTEMPORÂNEO: Paradigma Digital.

São Paulo
2016

PAULO EDUARDO BORZANI GONÇALVES

PROJETO ARQUITETÔNICO CONTEMPORÂNEO: Paradigma Digital.

Tese apresentada à Universidade Presbiteriana
Mackenzie, como requisito parcial para a obtenção
do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo

Orientador:
Prof. Dr. Carlos Guilherme Santos Serôa da Mota

São Paulo
2016

G635p Gonçalves, Paulo Eduardo Borzani.

Projeto Arquitetônico Contemporâneo: paradigma digital. /
Paulo Eduardo Borzani Gonçalves - 2016.

175 f.: il.; 30 cm

Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade
Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2016.

Bibliografia: f. 163 – 175.

1. Projeto Arquitetônico. 2. Metodologia. 3. Informática. 4.
Tecnologia. 5. Representação Gráfica. 6. Complexidade. I.
Título.

CDD 721

PAULO EDUARDO BORZANI GONÇALVES

PROJETO ARQUITETÔNICO CONTEMPORÂNEO: Paradigma Digital

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor

Aprovado em

BANCA EXAMINADORA

Dr. Carlos Guilherme Santos Serôa da Mota
Universidade de São Paulo e Universidade Presbiteriana Mackenzie

Dr. Antônio Cláudio Pinto da Fonseca
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Dr. Adilson Costa Macedo
Universidade de São Paulo e Universidade São Judas Tadeu

Dr. Valter Luis Caldana Junior
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Dr. Lucio Gomes Machado
Universidade de São Paulo

AGRADECIMENTOS

Com uma ideia na cabeça e uma certeza no coração, desistir não constituía opção. Para a conclusão dessa Tese, várias pessoas contribuíram de maneira fundamental e, portanto, merecem meu agradecimento público.

Início agradecendo a Profa. Ms. Marília Dorador Guimarães, responsável por minha inscrição no Programa de Bolsas de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Presbiteriana Mackenzie, fato que me possibilitou cursar e, agora, concluir meu Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Com este agradecimento, agradeço também, a colaboração e incentivo de colegas e amigos, que ao longo desse período, não me abandonaram.

Gostaria de agradecer aos “Mestres” que dispenderam de seu tempo, de sua paciência e, sobretudo, de seu conhecimento, para me conduzir no caminho da correta e bem fundamentada pesquisa científica, corresponsáveis pela conclusão deste trabalho, fruto de ação conjunta e colaborativa entre os mais admiráveis Doutores, que não mediram esforços no intuito de contribuírem com a construção do conhecimento. Agradeço, particularmente, ao Prof. Dr. Carlos Guilherme Mota por sua orientação nesse Doutorado, que com sua capacidade incrível de articulação e conhecimento interdisciplinar, fartamente reconhecidos, me possibilitou desenvolver esta pesquisa, de maneira clara, correta e objetiva.

Finalmente, extendo minha gratidão a minha esposa Erika Longone B. Gonçalves e aos meus filhos: André Enrique, Pedro Enrique e Maria Eduarda, por sua compreensão, paciência e tolerância com minhas ausências e destemperos, ao longo dos últimos três anos e meio, onde somente ouviram de mim:

- “Hoje, não posso. Tenho que trabalhar no Doutorado”.

Obrigado a todos!

A extensão do que entendemos como linguagem arquitetônica a um mundo infinito de formas que não precisam, necessariamente, ser descritas pelas geometrias convencionais destrói os limites do território onde o arquiteto pode se mover.

Rafael Moneo

RESUMO

O processo de concepção e elaboração de projetos arquitetônicos tem se transformado ao mesmo tempo em que se alteram os meios de comunicação, se atualizam as tecnologias e se revolucionam as relações sociais de tempo e espaço entre os homens e o ambiente construído e integram o universo abordado por esta tese. Os procedimentos e produtos decorrentes do ato de projetar, também se transformaram no decorrer da história, os croquis e anotações precedentes ao projeto permaneceram, mas a forma de comunicar ideias e proposições vem se tornando, tanto mais acessíveis e precisos quanto mais sofisticados e próximos da realidade possível, através da adoção das mais recentes tecnologias de representação gráfica informatizada, a fim de atender a inusitada plasticidade propostas por arquitetos contemporâneos que se afastaram da matemática euclidiana e passaram a adotar fórmulas geratrizes, baseadas em algoritmos fractais e na teoria da complexidade. Também se analisa o valor agregado ao projeto edificado, quando se adotam propostas de arquitetos icônicos para a produção de conjuntos urbanos, pautado mais na reestruturação do espaço, associado à valorização de mercado, do que na qualidade da arquitetura resultante. Conclui propondo diretrizes para o trabalho dos arquitetos contemporâneos na resolução dos problemas arquitetônicos no século XXI.

Palavras-chave: Projeto Arquitetônico. Metodologia. Informática. Tecnologia. Representação Gráfica. Complexidade.

ABSTRACT

The design and elaboration processes of architectural projects have been transforming while means of communication change, technologies are updated and the time and space social relationship between men and built environment are revolutionized; these processes are the object of this thesis. The procedures and products resulting from the design process also have transformed throughout history, the sketches and annotations preceding the project remain, but the way ideas and proposition are communicated are becoming as much accessible and precise as more sophisticated and realistic as possible, through the use of the most recent graphic representation computerized technologies, to cater to the unusual plasticity proposed by contemporary architects who steered away from Euclidean Mathematics and began to implement generative formulas based on fractal algorithms and on the complexity theory. The added value to the built project is also analyzed when ideas from iconic architects are used to build urban complexes, based more on space restructuring associated with markup than on the resulting architectural quality. In conclusion, proposes guidelines for the work of contemporary architects in solving the architectural challenges of the 21st Century.

Key words: architectural project, methodology, informatics, technology, graphic representation, complexity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Esquema de Brunelleschi: perspectiva através do desenho em planta e do alçado.....	21
Figura 02	Gravura de Dürer e o pórtilcon; aparato para se registrar ponto a ponto o objeto a ser representado em perspectiva.....	22
Figura 03	Ciclo Inicial da Ideação.....	28
Figura 04	EDITT Tower – Torre ecológica em Cingapura.....	44
Figura 05	<i>30st Mary Axe</i> , Londres 1997-2004 – Norman Foster: croqui, elevação, maquete física, estrutura mista (concreto e metal) e prédio acabado.....	45
Figura 06	Experiência em ambiente digital de variação da forma <i>belbs</i> ou <i>blobs</i>	46
Figura 07	Vistas - diurna e noturnas da D-Tower – Holanda - 2005.....	47
Figura 08	<i>In-shell</i> ”, <i>Close-up</i> e <i>Ext-shell</i> ” vistas do modelo de “ <i>liquid architecture</i> ”.....	50
Figura 09	Paracube (1997-1998).....	54
Figura 10	Proposta para o concurso da <i>Triple Bridge Gateway to 9th Avenue</i> Greg Lynn & Edward Keller, 1995.....	55
Figura 11	Maquete da casa: <i>Embryological House</i> - Greg Lynn - EUA, 1998-1999.....	56
Figura 12	Imagens da Destruição do Conjunto Pruitt-Igoe - St. Louis, EUA, 15/07/1992.....	62
Figura 13	Provável “primeiro” estudo para o projeto de Brasília.....	67
Figura 14	Croqui de Oscar Niemeyer para o projeto da Catedral de Brasília...	75
Figura 15	Modelos virtuais (3D Max) de José Barki relacionando as colunas do Alvorada com a estrutura da Catedral de Brasília.....	76
Figura 16	Protótipos rápidos com as técnicas estereolitografia, depósito de cera, FDM e 3D <i>Printer</i>	98
Figura 17	Interface do software Revit – BIM, em uso.....	105
Figura 18	Versões do CATIA a partir do seu lançamento em 1981 até a versão 3 em 1988.....	109
Figura 19	Modelagem de curvas por meio de criação de malha poligonal.....	111

Figura 20	Modelagem utilizando <i>Snap to Point Cloud</i> sobre modelo importado de pontos de nuvens.....	112
Figura 21	Modelagem Paramétrica utilizando o software RHINO para geometrias complexas.....	118
Figura 22	Victoria and Albert Museum. Daniel Libeskin, 1996. Diagrama conceitual, recobrimento fractal e maquete física.....	120
Figura 23	Superfícies de varredura na forma do Museu Guggenheim de Bilbao.....	122
Figura 24	Museu Guggenheim, Bilbao – modelo em <i>wirwframe</i> – CATIA...	124
Figura 25	Maquete física e desenho da fachada do <i>Georges Pompidou Center</i>	130
Figura 26	Planta e edificação: Vitra Design Museun.....	136
Figura 27	Croqui e edificação do Museu Weisman – 1993.....	138
Figura 28	Maquetes físicas do museu utilizando caixas papel: primeira versão.....	139
Figura 29	Maquetes físicas do museu utilizando caixas papel: segunda versão.....	139
Figura 30	Croqui, <i>wire-frame</i> e corte digitais do Museu Guggenheim de Bilbao.....	141
Figura 31	Volumes geradores da forma do Museu Guggenheim de Bilbao...	142
Figura 32	Em sequência: o modelo virtual - CATIA, o processo de construção e o edifício construído.....	143
Figura 33	Estrutura pré-definida pelo CATIA para o Museu Guggenheim – 1991.....	144
Figura 34	Detalhes da estrutura: pilares em concreto armado e metálicos, vigas armadas com lajes pré-moldadas alveoladas e vigas-treliça com <i>steel deck</i>	146
Figura 35	Detalhe e vista geral da fixação dos grampos de aço para reforço dos blocos de titânio da face externa.....	147
Figura 36	Análise da curvatura gaussiana das superfícies do Museu Guggenheim de Bilbao.....	148
Figura 37	Análise da curvatura gaussiana das superfícies do WDCH.....	148
Figura 38	Virtual House – Peter Eisenman - Exploration with computer assisted design (CAD) – 1997.....	152

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção;

BIM - "*Building Information Modeling*"- Modelagem de Informação da Construção;

BOCAD – "*Processing Software for Steel Constructions*" - Software de processamento para construções de aço;

CAD - "*Computer Aided Design*"- Projeto Auxiliado por Computador;

CADAM – Computer Augmented Drafting and Manufacturing;

CAE – "*Computer Aided Engineering*" - Engenharia Auxiliada por Computador;

CAM – "*Computer aided manufacturing*" - Manufatura assistida por computador

CATIA - *Computer Aided Three Dimensional Iterative Application* – Aplicativo de Interação Tridimensional Auxiliado por Computador;

CMG – Consórcio Museu Guggenheim;

CNC – CNC Controle Numérico Computadorizado;

CP – Control Points;

FCP – Fundação da Casa Popular;

FD – Fabricação Digital;

FDE – Fundação para Desenvolvimento da Educação;

FOA - Foreign Office Architects

GIS – Sistemas de Informações Geográficas;

IAPs – Instituto de Aposentadorias e Pensões;

IBM - "*International Business Machines* -Internacional Máquinas para Negócios;

IDOM - *Ingeniería, Arquitectura y Consultoría*

ISO - "*International Organization for Standardization*" - Organização Internacional para Padronização;

MG – Modelagem Geométrica;

MIT – Massachusetts Institute of Technology;

MP – Modelagem Paramétrica;

NURBS – Non-Uniform Rational Spline;

PC - "*Personal Computer*"- Computador Pessoal;

PIB – Produto Interno Bruto;

PRs – Protótipos Rápidos;

SKETCHUP – Erguer esboços;

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação;

WDCH – Walt Disney Concert Hall;

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	DESENHO, REPRESENTAÇÃO E ARQUITETURA COMO RESPOSTAS ÀS DEMANDAS DA SOCIEDADE.....	17
2.1	PRODUÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS.....	17
2.2	TRANSFORMAÇÃO DO PAPEL DO ARQUITETO NA SOCIEDADE....	33
2.3	TRANSFORMAÇÃO DO INSTRUMENTAL DE ELABORAÇÃO DE PROJETOS.....	40
3	REESTRUTURAÇÃO DO ESPAÇO POR MEIO DA ARQUITETURA.....	59
3.1	CONCEPÇÃO DO ESPAÇO MODERNO.....	59
3.1.1	CONCEPÇÃO BRASILEIRA DO ESPAÇO MODERNO	64
3.2	CONCEPÇÃO DO ESPAÇO CONTEMPORÂNEO.....	83
4	TECNOLOGIAS DA COMUNICAÇÃO E DA INFORMÁTICA APLICADAS AO PROJETO DE ARQUITETURA.....	90
4.1	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DIGITAL.....	90
4.2	INFORMATIZAÇÃO DO PROJETO E MODELAGEM COMPUTADORIZADA.....	95
5	PARADIGMAS CONTEMPORÂNEOS.....	113
5.1	COMPLEXIDADE INCORPORADA AO PROJETO.....	113
5.2	GEOMETRIA COMPUTACIONAL E SOLUÇÕES ALGORÍTMICAS.....	121
5.3	MÉTODOS PROJETIVOS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS CONTEMPORÂNEAS.....	129
6	CONCLUSÃO.....	154
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	161
8	REFERÊNCIAS.....	163
8.1	BIBLIOGRAFIA BÁSICA.....	163
8.2	BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	172

INTRODUÇÃO

As demandas decorrentes das múltiplas atividades incorporadas ao cotidiano das sociedades globalizadas do século XXI exigem novos e complexos programas e necessidades aos espaços e ambientes projetados pelos arquitetos da atualidade. Sendo o projeto arquitetônico resultante de ações que transitam entre arte, técnica e produção cultural, torna-se difícil mensurar ou controlar seu processo de concepção, na medida em que traduz as contradições sociais e econômicas da sociedade.

Diferentes aspectos referenciais teórico-estéticos conduzem a diversas maneiras de pensar e de fazer arquitetura. Projetar é, num sentido abstrato, o processo de produzir e transformar “representações”.

Abrahão Sanovicz (1933-1999), designer, pintor, gravador e professor, formado arquiteto em 1958, momento de intensa atividade econômica e ampliação das demandas, do escopo e do prestígio da profissão, nos lembra que a cada vez que somos solicitados a resolver algum problema e temos que lançar os primeiros esboços no papel, procuramos montar algumas relações no cérebro e, para tanto, contamos com certo estado de pré-consciência do Projeto. Porém, a medida em que iniciamos o processo de concepção, começamos a fazer perguntas para o mesmo, procurando respostas para os problemas propostos. Na medida em que essas respostas atendem aos nossos desejos, paulatinamente temos a certeza daquele nosso primeiro ato intuitivo: se as respostas vierem certas, estamos atingindo nosso objetivo; se as respostas não vierem, ou a pergunta está errada, ou o projeto precisa ser corrigido. (SILVA, 2004)

Partindo-se dessa constatação, no que envolve a prática do Projeto de Arquitetura, torna-se fundamental discutir questões básicas que envolvem desde a construção do conteúdo referencial pessoal, inerente à atividade de projetar, até o estímulo à construção do conhecimento através de processos que desenvolvam o pensamento criativo, a fim de determinar-se uma metodologia

ampla, que aborde e envolva teorias científicas contemporâneas e prática projetual ligada aos avanços tecnológicos da informática aplicada à Arquitetura.

Este trabalho objetiva, inicialmente, identificar, elencar e compreender as transformações ocorridas no processo de concepção e elaboração do projeto arquitetônico, estabelecendo suas diferenças em dois momentos distintos, o primeiro definido como período pré-digital, aquele em que os procedimentos de criação e representação das propostas espaciais eram elaborados manualmente, sem auxílio da computação, com um recorte determinado pela transição do século XIX para o XX, momento de implantação do arcabouço conceitual do Movimento Moderno que representou, segundo Banham (2013), não uma ruptura, mas sim uma continuidade, revisada racionalmente, da tradição teórica clássica. E um segundo momento, onde se investiga o papel das ferramentas e do instrumental incorporados às práticas projetuais, pela inserção das tecnologias de informática e comunicação iniciadas com a popularização dos softwares do tipo CAD - Computer Aided Design, na década de 1980, ainda que seu surgimento remonte meados dos anos 1960; chegando até ao que se convencionou chamar de “arquitetura digital”, definida pela estreita relação entre informática e arquitetura, estabelecida pela transição de uma produção digitalmente inspirada, para uma digitalmente formulada. Como limitante do recorte tem-se a publicação do manifesto de Patrick Schumacher em 2011, denominado: “The Autopoiesis of Architecture”, no qual afirma que a arquitetura digital paramétrica é a sucessora do modernismo. (JONNES, 2014)

Para o arquiteto, toda sequência referente às anotações gráficas iniciais desse processo implicam, ao menos, três relações: uma relação interna com o seu viés particular e método próprio de trabalho; uma segunda que trata da realidade dos usos, dos espaços e das possibilidades construtivas; e uma terceira relação que se refere ao desenvolvimento objetivo de um programa de desejos e necessidades demandado por um cliente. Dependendo do grau de complexidade de cada projeto, são necessárias intervenções pontuais de outras técnicas, as quais reunimos sob o nome de “projetos complementares”, sempre sob a coordenação do arquiteto autor do projeto, que verifica as intervenções e o grau de profundidade máxima, por elas, exigido.

Parte-se, neste estudo, da premissa hipotética de que o mapeamento das transformações sofridas pelo processo de concepção e elaboração do projeto arquitetônico, no decorrer do tempo, associado a uma análise detalhada do histórico das transformações dos meios, técnicas e ferramentas disponíveis para sua representação e comunicação, obter-se-á subsídios suficientes para confirmar a afirmação de que: o avanço das tecnologias da informática e da comunicação

aplicadas a Arquitetura, concorrem para a produção de objetos arquitetônicos dotados de maior ousadia espacial, além de inovação plástica e conceitual.

De fato, há a possibilidade de compreensão do surgimento de determinadas noções de espaço a partir do conhecimento das ferramentas utilizadas em sua formulação confirmando a proposição de relacionar o conhecimento da trigonometria às pirâmides, do cálculo geométrico ao panteão e das regras da perspectiva aos palácios renascentistas. (LINDSEY, 2001)

Nessa sucessão de estados e de mudanças na produção e transformação de representações, os projetistas fazem uso de um repertório variado de sistemas gráficos, cada um deles, conforme a aplicação, contendo um determinado valor simbólico. (BARKI, 2005)

O desenho tanto produz conhecimento em arquitetura como é a produção do próprio conhecimento. Serve, ainda, como meio de diálogo entre diferentes arquitetos e diferentes profissionais que tomam parte da construção arquitetônica no sentido mais amplo.

Contudo, o desenho do arquiteto ganhou um novo contorno e a informatização chegou aos meios de representação do projeto, redefinindo a prática profissional contemporânea. A partir do quinto final do século XX foram adicionadas aos processos de projeto, ferramentas associadas de representação digital e informação colaborativa parametrizada, construindo um arcabouço de forças geratrizes que determinaram as transformações ocorridas nos processos de concepção e elaboração de projetos arquitetônicos, não somente do ponto de vista da produção e representação gráfica das soluções propostas, mas também do ponto de vista da viabilidade de execução dos mesmos. As propostas são constituídas por formas curvilíneas irregulares, distantes da geometria Euclidiana, muito orgânicas e inusitadas, advindas da materialização de modelos físicos ou digitais, traduzidos por intermédio de scanners que as interpretam utilizando cálculos abstratos algoritmos. Esta tradução é que garante a viabilização da produção *in loco* dos projetos apresentados pelos mais referenciados arquitetos contemporâneos no início deste século.

Existem inúmeras metodologias ou procedimentos envolvendo a produção do projeto arquitetônico, todas experimentadas exaustivamente e inúmeras delas foram fundamentais para o desenvolvimento da qualidade ambiental dos espaços produzidos a partir do final do século passado, entretanto as mesmas não garantem nem a inovação nem a condição da arquitetura enquanto uma expressão artística. Tanto espaços adequados a funções preestabelecidas, como instrumental de análise de projetos são potencializados pela adoção de metodologias ou procedimentos pré-definidos de trabalho. (SEGNINI Jr, 2009)

Historicamente, o projeto arquitetônico tem sido foco de diversas correntes de estudo, as quais têm produzido, ao longo do tempo, manuais com regras e relatado inúmeras técnicas de

procedimento para o exercício dessa atividade. Entretanto, é necessário esclarecer que, apenas partes do processo podem ser orientadas por sequências de procedimentos, posto que, na totalidade a atividade de projetar é muito mais complexa e abrangente.

Esta Tese pretende comprovar que: o avanço das tecnologias de informática e comunicação, aplicadas aos processos de concepção e elaboração de projetos arquitetônicos viabilizou, tanto a invenção, como a produção de ambientes edificados inovadores, que se apresentam como resposta às demandas geradas pela complexidade das relações estabelecidas pela sociedade urbana contemporânea.

De modo geral, uma questão projetual irá emergir no momento em que surja, também, uma demanda para a qual se desconhece as ações necessárias para obtê-la. Uma demanda problematizada por um operador criativo vai se instituir como foco central de um projeto. Embora se tenha tentado simplificar a ação projetual como um processo de busca e síntese, esta será sempre um misto individualizado de racionalidade e criatividade. A concepção de edifícios envolve, além do conhecimento racional, uma espécie de sabedoria inconsciente e à priori, que determina uma abordagem ampla, que deve reconhecer os procedimentos heurísticos da concepção projetual. (ROWE, 1987)

No entanto, nas últimas décadas do século passado, a incorporação dos computadores no cotidiano desses profissionais ampliou as possibilidades de representação gráfica. Nesse sentido, os projetos arquitetônicos desenvolvidos atualmente sinalizam uma extensa gama de ferramentas tecnológicas e as correspondentes experiências digitais que se refletem não só sobre sua representação, mas também no seu processo de concepção e produção, gerando uma nova arquitetura. (JONNES, 2014) A análise detalhada desses processos, a fim de compreender as metodologias aplicadas nos procedimentos de criação, concepção e elaboração, propriamente dita, de projetos e propostas desenvolvidos com e sem o apoio das ferramentas da informática, constitui outro aspecto de enfoque de pesquisa para este estudo.

Nesse contexto, se investiga também a possibilidade de uma reestruturação do espaço propiciada pela Arquitetura, que segundo Pedro Fiori Arantes (2010) se caracteriza por utilizar a diferenciação das superfícies e a exuberância formal como pré-requisitos para constituir. São embasados na complexidade incorporada à elaboração de novos projetos, propostas que, tem sido apresentadas por arquitetos com reconhecimento, internacional, de sua produção, não apenas pela qualidade arquitetônica produzida, mas também pelo valor agregado a implantação de suas edificações em determinadas áreas urbanas, que funcionam como fonte de propulsão do desenvolvimento econômico e social locais.

Na sequência, o estudo volta seu foco para a produção arquitetônica realizada, a partir da década de 1980, onde se estabeleceu, popularizou e foi praticada, de maneira mais contundente, a transformação do instrumental de produção de projetos, que envolve não só a utilização de softwares próprios, mas também os avanços tecnológicos dos procedimentos de elaboração, modelagem e parametrização projetual, determinando uma nova dinâmica no processo de concepção e produção do projeto arquitetônico, agora digital. Para compreender estes aspectos, buscou-se estabelecer um panorama geral das transformações ocorridas nos meios de produção até se implantar a informatização do desenho arquitetônico, bem como suas possibilidades de concepção e modelagem virtual decorrentes, para além das fontes geratrizes dessas formas, tais como a utilização de fractais e algoritmos calculados por meio de complexas fórmulas matemáticas, que tem o propósito de viabilizar novas respostas plásticas aos problemas das estruturas ambientais a serem edificadas a partir do século XXI.

Em conclusão, a tese aponta para o papel desempenhado pelas tecnologias da informática e da comunicação como colaboradoras nos processos de concepção e elaboração de projetos, bem como na produção e execução de objetos arquitetônicos dotados de ousadia espacial e inovação plástica e conceitual.

Finalizando este estudo, se apresenta uma reflexão acerca dos desafios a serem enfrentados pelos arquitetos contemporâneos em todos os estágios da produção de projetados sob o contexto das inovações dos processos de criação da Arquitetura num momento de consolidação da utilização dos recursos digitais.

CAPÍTULO 01

Desenho, representação e Arquitetura como respostas às demandas da sociedade

1.1 Produção de Projetos Arquitetônicos

O desenho tem um papel significativo e é muito próximo da escrita em termos de linguagem. Sendo uma das maneiras primitivas que o homem encontrou para se comunicar, seu surgimento precedeu tanto a fala como a própria escrita, conseqüentemente, antecipou qualquer ideia que se viesse a ter de representação gráfica e projeto.

A palavra desenho deriva da italiana *disegno*¹, vocábulo surgido em meados do século XV e deu origem a termos usados em outras línguas tais como *dessein*, em francês, *diseño*, em espanhol, *design*, em inglês e em português, desenho, que como no italiano conservou, basicamente, um sentido mais amplo ligado ao seu conceito original, que se referia não só a um procedimento, a um ato de produção de um risco, de um signo (*de-signo*), como também, e principalmente, ao pensamento, ao desígnio que esse traço projetava, propunha, desenhava.

Em inglês, existem outras expressões como *drawing*, com outra raiz etimológica, a qual “especializou” o sentido de cada um dos dois termos pelas ligações destas práticas com as necessidades do fazer, do conjunto das atividades humanas que se encontram presentes e produtivas num determinado universo sociocultural. A necessidade do desenho, que se acentua com a Revolução Industrial e o conseqüente desenvolvimento de práticas específicas para essa atividade também contribuíram para essa divisão, pela necessidade de terminologias

¹ O termo ‘Desenho’ tem origem no italiano ‘*disegno*’ e corresponde a um conceito e a uma prática características da Idade Moderna. Foi introduzido pelo artista florentino Cennino Cennini no seu *Libro dell’ Arte* (c. 1400) para designar tanto os registos gráficos como as imagens mentais. A definição deste *Disegno* iria ocupar os artistas da Renascença e do Maneirismo italianos nos dois séculos subsequentes para ganhar consistência e autoridade como ramo das Belas-Artes com a fundação da Academia del Disegno de Florença, em meados do séc. XVI, que associou a especulação teórica sobre a Arte ao ensino das técnicas fundamentais das três artes filhas do Desenho: a Pintura, a Escultura e a Arquitetura, e forneceu a matriz para a disseminação ocidental das Academias de Arte CECL - Centro de Estudos Comunicação e Linguagem, Universidade Nova de Lisboa.

específicas. Esse processo acabou por influir na disseminação de uma prática manufatureira economicamente decisiva para a adoção do termo, na grafia original inglesa, *design*, em muitas outras línguas.

A palavra *drawing* é usada extensivamente, em inglês, para um grande número de conceitos e ações. Alguns dicionários trazem mais de quarenta acepções, das quais apenas um pequeno número (em média três ou quatro) tem relação direta (ou indireta) com o nosso desenhar. Grande parte destas definições estão ligadas aos gestos de arrastar e puxar, extrair, atrair para si, sugar e que de uma certa forma também caracterizam o ato de arrastar determinado material sobre uma superfície com o fito de produzir uma marca, e assim, por extensão, desenhar, *to draw*. (MARTINS, 2007, p. 2)

Martins (2007), estabeleceu, no texto acima, a origem historiográfica da distinção entre o ato físico de desenhar ligado à *to draw* e o pensamento de produzir um plano ou projetar, ligado ao termo *design*, como tem sido muito frequentemente propagado. A palavra *design* evidenciando a origem de um procedimento intelectual mais amplo e que se origina desta forma de representação gráfica, *il disegno*. Podendo se compreender, então, *design* como no original: *to make drawings or plans [...] an outline, sketch or plan*².

Ainda, segundo Martins (2007), em espanhol, curiosamente existe a mesma diferença entre os termos *dibujo* e *diseño*, que acompanha muito de perto as diferenças entre os dois significados em inglês para *drawing* e *design*. No português, desenho, ainda hoje, é muito frequentemente e basicamente entendido como uma técnica figurativa de representação da realidade. Entretanto, este termo recebeu muitas vezes, ao longo da história, um aspecto meramente artesanal, não intelectual e mesmo pouco digno, pode ter imposto a equivalência entre esse tipo de procedimento, ligando o desenho ao ato físico de marcar, arrastando um instrumento sobre uma superfície, como em *drawing*, enquanto que aos atos de designar, idear, muitas vezes, separaram-se dele, como em *design*.

² WEBSTER'S Desk Dictionary. New Jersey: I. Gramercy Books II. Random House Dictionary, 1983.

No entanto, assim, sempre, como em *design, diseño* irá conservar a inevitável consanguinidade: “Idea original de algo que se *dibuja* o *proyecta* para *después elaborarlo*”³.

“*Dibujo o conjunto de líneas principales de una cosa*”⁴. Notar a semelhança com *boceto*, “*dibujo* o esquema *con los rasgos generales de una obra artística*” e *esbozo*, “*dibujo* o *pintura esquemático, aunque sea imperfecto, que sirve de base a otro definitivo*”. (MARTINS, 2007, p. 4)

Vilanova Artigas em sua Aula Inaugural pronunciada na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – USP, em 1 de março de 1967, também definiu conceitualmente o termo desenho, sobre o aspecto semântico da palavra, como segue:

O “desenho” – como palavra, segundo veremos, traz consigo um conteúdo semântico extraordinário.

Este conteúdo equipara-se a um espelho onde se reflete todo o lidar com a arte e a técnica no correr da história. É o método da lingüística; do “neo-humanismo filológico e plástico, que simplesmente se inicia, mas pode vir a ser uma das formas novas de reflexão moderna sobre as atividades superiores da sociedade”. (Vilanova Artigas, 1967 In: ARTIGAS; LIRA, 2004, p. 109))

Para além deste aspecto, Artigas destacou ainda a valorosa relação do termo com o aperfeiçoamento do trabalho humano ao longo de fazer histórico.

Para o arquiteto, o fazer histórico para o homem, abriga dois aspectos, o primeiro que é dominar a natureza, descobrir os seus segredos, desfrutar de sua generosidade e num certo sentido, compreender suas recorrentes demonstrações de hostilidade. Controlar a natureza foi e ainda o é, criar, projetar e estabelecer uma técnica capaz de “obrigá-la a dobrar-se” às nossas necessidades e desejos. O segundo aspecto do fazer a história é, segundo Artigas, sobretudo, uma iniciativa humana inexorável.

Pode-se definir o processo projetual, segundo Corona Martínez (2000), como sendo a invenção de um objeto (edifício) a partir de um outro (desenho), que o antecede temporalmente e é modificado até que possa ser considerado ideal. Num segundo momento se busca a tradução desta proposta em signos que componham as instruções capazes de materializar o objeto ou edifício, pré-definido pela interpretação de sua representação, ou seja seu projeto.

³ LARA, L. F. Diccionario del español usual en México. Ciudad de México, Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, 2004. El Colégio de México (COLMEX). Disponível em: <http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/35716130101359941976613/index.htm> [12 set. 2004]

⁴ SANTILLANA, G. de. O papel da arte no Renascimento científico. São Paulo: FAU-USP, 1981.

Nesse contexto, o desenho é o instrumento representativo de uma realidade a ser alcançada, e o resultado final dessa implicação seria a obra arquitetônica, sendo o arquiteto seu idealizador, distinguindo-se do artesão, da mão de obra, e assumindo um novo papel ordenador, com um resultado determinado e específico – a construção.

Até a Idade Média se praticava um tipo de representação gráfica pouco precisa, sendo utilizada, para tal, uma expressão livre e desprezada de regras; Analisando-se desenhos de engenheiros e artistas do século XIII, verifica-se que a representação gráfica de objetos ou construções ainda não oferecia credibilidade visual, pois havia ainda a falta de integração entre os princípios da geometria e da percepção visual que faziam com que formato, proporções e dimensões dos objetos na tela não correspondessem à realidade. As representações perspectivas medievais eram muito pouco precisas e não revelavam a aplicação de qualquer regra. A dificuldade para representar objetos em perspectiva está em projetar pontos destes objetos sobre uma superfície de modo a construir uma imagem verossímil da realidade física com a mesma sensação apreendida pelo simples ato de olhar uma paisagem ou um objeto.

Somente a partir da alta Idade Média é que se inicia o processo de substituição do conhecimento transmitido e inquestionável por uma atitude mais investigativa quanto à capacidade de conhecer, representar e interferir na natureza, relação lembrada e descrita por Artigas em sua Aula Inaugural de 1967:

Leonardo desenhava como técnico e desenhava como artista. Procurou uma composição onde nada fosse arbitrário. Em seus quadros, as figuras se inscrevem em formas geométricas definidas. Maneira de apropriação do conhecimento científico para informar a sensibilidade criadora. Procura de racionalidade.

Com ele e os demais artistas do Renascimento o desenho se impôs. Passou a ser linguagem da técnica e da arte – como interpretação da natureza e como desígnio humano, como intenção ou arte no sentido platônico. Desenharam contra a insuficiência das ferramentas disponíveis, impacientes com a lentidão do trabalho manual.

Lançaram as bases da técnica moderna. Desenharam ainda uma nova concepção do homem. Em seus quadros ele aparece, sadio e vigoroso, cheio de amor à vida. (Vilanova Artigas, 1967, In: ARTIGAS; LIRA, 2004, p. 111)

A perspectiva linear foi, no século XV, a primeira técnica de representação gráfica formatada cientificamente graças ao espírito investigativo de pintores e arquitetos como Albrecht Durer (1471-1528), que desenvolveram equipamentos e teorias associando experimentos visuais, óptica geométrica e traçados de geometria e, sobretudo, com os estudos do ourives, pintor e

arquiteto Filippo Brunelleschi (1337-1446), teve início a utilização dos princípios geométricos e matemáticos para a construção de perspectivas. O invento de Brunelleschi consistia basicamente em representar a imagem vista em planta e em alçado e desenhá-la em perspectiva mediante a intersecção de linhas paralelas, com esta fórmula ele estabeleceu a vista em planta, a vista em alçado e a vista em alçado de perfil (figura 01).

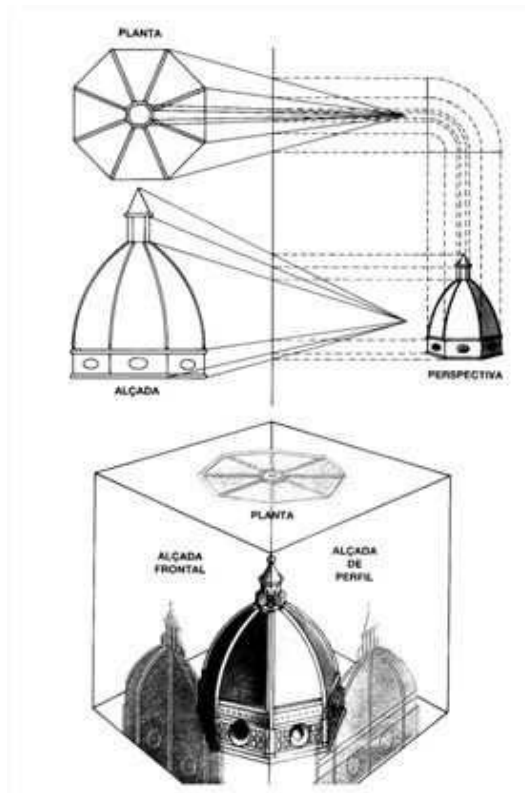


Figura 01: Esquema de Brunelleschi: perspectiva através do desenho em planta e do alçado.
Fonte: PARRAMÓN, 1998. p.19

Na sequência surgiram diversos tratados, técnicas e aparelhos, que contribuíram para o seu desenvolvimento, fazendo com que o desenho assumisse um aspecto científico, desenvolvendo uma arte associada à ciência. Alguns anos depois em 1435, Leon Battista Alberti, admirador de Filippo escreveu o tratado conhecido como *Della Pittura* (Da pintura), no qual explicou os métodos e leis constituintes da construção da perspectiva. Alberti defendeu que a perspectiva surgia dos raios de luz, que passavam pelo o olho do observador indo para a paisagem, atravessando o plano da pintura, a tela, propriamente dita ou o anteparo de desenho. Através deste processo, era possível calcular a altura aparente de diferentes objetos por meio da relação entre triângulos (semelhança de triângulos).

Segundo Júlio R. Katinsky (2000), estudioso da história da arquitetura, o fato de, até meados do século XIX, ser o tratado *Da pintura*, de Alberti o primeiro a expor o método da perspectiva exata, fez com que se creditasse a ele, sua descoberta, mesmo que Giorgio Vasari (1511-1574) tivesse registrado na biografia de Brunelleschi uma breve passagem que indicasse a precedência deste. A máquina construída por Alberti (figura 02) possibilitou que ele demonstrasse que era possível se obter uma correta perspectiva observando-se um objeto através do “véu” (anteparo de desenho).

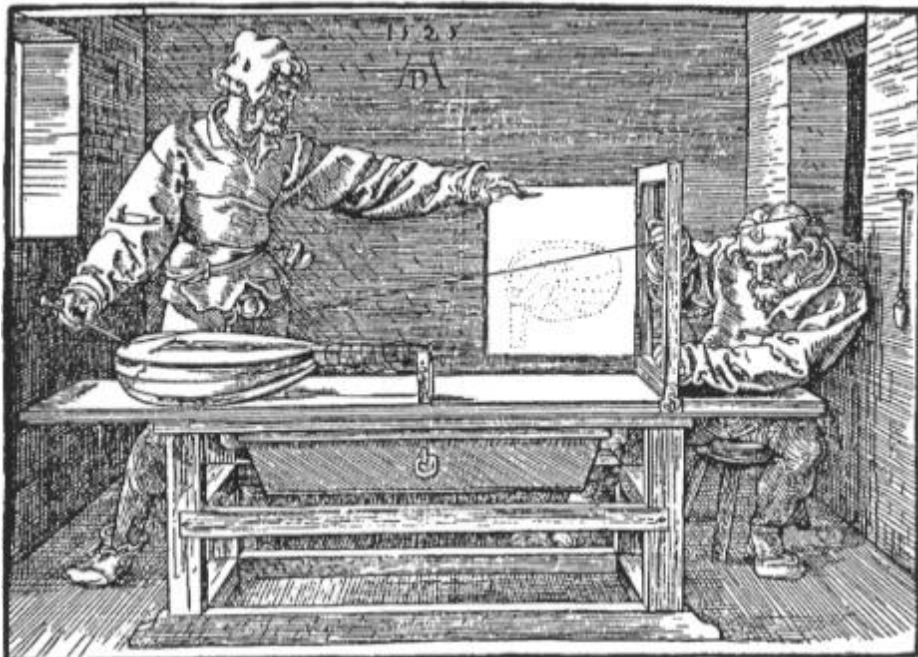


Figura 02: Gravura de Dürer e o *pörticon*; aparato para se registrar ponto a ponto o objeto a ser representado em perspectiva.

Fonte: <http://www.uh.edu/engines/durer1.gif>

Em 1643, depois de François Derand publicar seu livro sobre a arquitetura das abóbadas, surge a obra de Girard Desargues, cujo objetivo era estabelecer uma ciência geométrica comum a diversas técnicas como a estereotomia ou o corte de madeira. Desargues, com seu perfil abstracionista, refutava objetivos práticos para as suas teorias e procurava nas artes a mesma *manière universalle* que Galileu e Newton procuravam na ciência. Devemos a Desargues os fundamentos de geometria projetiva que embasariam a Geometria Descritiva de Monge e o Desenho Técnico moderno.

Segundo Artz (1966), coube a Gaspard Monge (1746-1818) definir a Geometria Descritiva como a ciência que permitia representar sobre um plano as formas do espaço, de modo a poder

resolver, com o auxílio da geometria plana, os problemas em que se consideram as três dimensões. As técnicas da G. D. foram organizadas por Monge no seu tratado *Geometrie Descriptive* de 1795, na sequência das aulas dadas na *Ecole Normale*.

“A geometria prática do canteiro, o homem que faz a obra de cantaria e que tira da pedra algo que nela já existia, mas só ele antevê, parece ter dado origem à geometria descritiva”. (ARTZ, 1966, p.131)

A partir do século XVIII, com a sistematização dos métodos de desenho mediante a formatação do desenho técnico, como disciplina científica surge o sustentáculo à industrialização da sociedade. Aliando o desenho geométrico (para fins de precisão e construção do traçado) com a geometria projetiva e a descritiva (para a exata localização e correlação de pontos), desenvolveu-se uma linguagem visual de caráter universal através da qual o idealizador fornece as informações que o fabricante necessita para a construção do objeto. Para isto, segue um complexo sistema de convenções que têm que ser respeitadas tanto pelo projetista, que o registra, como pelo fabricante, que o lê. Sua importância tornou-se tão grande para a expressão gráfica dos projetos que todos os países ao se industrializarem, regularam, através de normas técnicas oficiais e não apenas acadêmicas, a sua elaboração. A geometria descritiva tinha como principal aplicação a redução dos objetos tridimensionais em projeções de duas dimensões. Sendo muito útil à Revolução Industrial porque passaram a permitir o planejamento de produtos com maior precisão e controle de fabricação.

Vale ressaltar a importância histórica do desenho de base científica, que viabilizou a aplicação das técnicas de representação gráfica em todos os aspectos da sociedade ocidental. A legítima produção de conhecimentos precisa de saberes diversos como ocorreu no caso das técnicas de representação gráfica, onde homens como Euclides, Bruneleschi, Durer, Desargues e Monge entrelaçaram conhecimentos de óptica, geometria e fisiologia da visão para estabelecer uma das ferramentas mais importantes para a ciência e a tecnologia.

O desenho é algo que, para existir, necessita de concentração, de olhar atento e maior intervalo de tempo para sua execução. Antes de qualquer coisa, para se desenhar, é necessário aprender a ver. O mesmo, passou a ser utilizado de diferentes formas, primeiramente, como um dos meios de registro, o qual possibilita iniciar a leitura de elementos cognitivos, correspondentes a um determinado tipo de anotação, também pode ser utilizado como ferramenta para a compreensão

espacial e para além das informações de dados referentes ao dimensionamento possibilitando uma compreensão precisa do projeto, uma vez que se adote para sua execução, um grau acentuado de um rigor técnico. E não poderia ser diferente, pois para Lucio Costa, por exemplo, é pelo desenho que se desenvolve "o hábito da observação, o espírito de análise, o gosto pela precisão" e seria também pelo desenho que se reativaria a "pureza da imaginação" e se habilitaria o "dom da invenção" (Costa, 1995).

Lucio Costa ao elaborar o Programa para a reformulação do ensino de Desenho no curso secundário brasileiro, por solicitação do ministro Capanema, na década de 1940, abriu o documento com a definição de Clive Bell para a arte, que a classificava como *significant form*:

O rabisco não é nada, o risco – o traço – é tudo. O risco tem carga, é desenho com determinada intenção – é o “*design*”. É por isto que os antigos empregavam a palavra risco no sentido de “projeto”: o “risco para a capela de São Francisco”, por exemplo.

Trêmulo ou firme, esta carga é o que importa. Portinari costumava dar como exemplo a assinatura, feita com esforço, pelo analfabeto (risco), com o simples fingimento de uma assinatura (rabisco).

O arquiteto (pretendendo ser modesto) não deve jamais empregar a expressão “rabisco” e sim risco. (COSTA, 1940)

Ao longo do tempo o desenho tornou-se uma ferramenta de atribuição de confiabilidade ao trabalho do arquiteto, de tal maneira que o valor de um arquiteto passou a ser medido por sua virtude em produzir belos desenhos, os quais passaram a ter primazia em detrimento do pensamento espacial. (OTONDO, 2013)

Durante o processo criativo o desenho pode e deve ser usado como instrumento de reflexão e de registro de ideias. As sequências de croquis, assim como suas sobreposições, discussões e posterior aperfeiçoamento são exercícios fundamentais na busca da solução ideal para um problema arquitetônico.

BARKI, (2005) relata a definição de Schön (1983) sobre o processo de concepção, como sendo:

[...] um percurso de “reflexão-na-ação” e considera que cada problema de projeto é único e percebido também de forma única por cada projetista, e entende a concepção como uma espécie de “conversação reflexiva com uma situação”. (BARKI, 2005, p. 6)

Problema este, que não deve ser estanque em seu primeiro ímpeto e sim amadurecido na medida em que os riscos avançam em cima do papel ou até mesmo da tela de um computador. Não se deve desenhar por desenhar.

Embora outros meios de comunicação, tais como textos ou maquetes possam ser mobilizados na representação do projeto de arquitetura, a representação gráfica continua sendo a mais corriqueira. Nesse contexto, a representação gráfica pode assumir várias funções na vida profissional do arquiteto, principalmente no relacionamento deste com os seus interlocutores. Jean-Pierre Durand (2003) destaca pelo menos três: auxílio à concepção do projeto, auxílio à apresentação do projeto, auxílio à execução do projeto.

Por vezes um desenho pode não ficar claro mesmo para quem o elaborou. Ainda assim, o croqui à mão livre é um tipo de desenho fundamental, um estimulante criativo que abre caminhos para a descoberta formal. São desenhos que não podem revelar tudo o que está na mente do projetista porque, naquele momento, nem ele mesmo ainda tem completa noção do caminho que irá percorrer. No processo de trabalho dos arquitetos existirão momentos em que eles não estarão preocupados em apresentar desenhos que venham a ser compreendidos por outrem, a própria incerteza será o centro do processo criativo de concepção. (BARKI, 2005)

Decodificar todas as informações de uma edificação a partir de representações bidimensionais é uma tarefa que exige não só habilidade e clareza por parte do arquiteto, como conhecimento técnico e uma boa parcela de imaginação por parte de quem o interpreta.

O processo de criação pode ser considerado a parte mais importante do percurso de elaboração do projeto arquitetônico. A representação gráfica para comunicação do mesmo, sempre enfrentou as limitações do instrumental disponível, porém neste momento o autor deve transmitir as informações do projeto, suas ideias, sua imaginação, para os profissionais que o auxiliam e principalmente ao cliente. Reafirma-se, deste modo que, o correto e completo compartilhamento de ideias deva ser parte integrante e objetivo da etapa de concepção do projeto.

Segundo Argan (1993), se poderia definir projeto como sendo o método para a produção arquitetônica, entretanto, ele mesmo ressalta que esta afirmativa não esclarece completamente este conceito, uma vez que o projeto define uma imagem realizada, visando, desde de sempre, sua execução técnica, o que o conota como uma relação direta entre o intelecto e o gesto:

Os primeiros esboços e desenhos em arquitetura e em outros ofícios que envolvem a concepção de formas, são o ponto de partida da descrição e conseqüente representação de ideias ou desejos, costumeiramente feitos à mão livre. Os esboços nascem de gestos, que desenvolvidos com o

lápiz sobre o papel vão traçando as linhas da representação daquilo que antes era apenas uma imagem mental.

Adotando o croqui como um meio de materializar uma ideia, é necessário compreender o repertório e a contextualização em que ele é desenvolvido e inclusive por quem, pois trata-se de um momento de grande envolvimento entre criador e obra, como hipótese lançada por Amaral (2009):

O primeiro desenho é o Croqui (rabisco), resultado do ato perceptivo entre corpos, ou seja, resultado de um campo perceptivo. Os corpos são: o do projetista e o do espaço físico no qual se dará a intervenção arquitetônica. Diferente da percepção cartesiana que considera um fora e um dentro, no qual o fora transmite informações para o que está dentro, aqui a percepção é uma construção entre interpenetração de corpos. (AMARAL, 2009, p. 19)

A pré-visualização é um processo flexível, nessa etapa do design o artista manipula o elemento visual ao longo de uma série de tentativas, uma série de esboços rápidos e ostensivamente indisciplinados certamente não sugerem nenhum rigor intelectual.

Há um primeiro uso, pelo qual a imagem da obra ainda não se encontra precisamente formada na cabeça do autor e o rabisco gráfico coloca-se a serviço desta busca. Sem qualquer obrigação realista, neste momento desenhar é tatear no silêncio, é a procura do lado espiritual da obra, é o diálogo do artista com o seu próprio gênio, trata-se, portanto, de procurar através do desenho. Neste caso prevalecem os croquis, as anotações os retratos de viagem. O desenho aqui não é apenas um recurso de expressão, mas também de informação. (CHING, 1998, p.36)

De forma geral, os primeiros esboços podem ser livres e indisciplinados, buscando formas espaciais durante o processo de pré-visualização, que caracteriza o período de exploração preliminar: quando se busca uma solução e se elege a linha como elemento fundamental do planejamento da expressão arquitetônica.

O “risco” é um modo claro de "pensar-fazer" em que participam a mão, o olho e a mente. Na concepção do projeto, pensar é desenhar e desenhar é pensar. O projetista intui, desenhando, a solução onde presume ou “adivinha” que vai achá-la, pois não sabe se estará na direção em que seu raciocínio o dirige. (BARKI, 2005, p. 8)

A linha é o meio indispensável para tornar visível o que ainda não pode ser visualizado, por existir apenas na imaginação, reflete a intenção de quem desenha seus sentimentos e emoções pessoais, sua visão particular. Também nas fases finais de produção o caráter linear da preparação visual domina todos os procedimentos. As técnicas são os agentes no processo de comunicação visual e o meio de conceder-lhe forma, que se torna mais clara e completa através das habilidades e competências desenvolvidas pela incorporação das informações e experiências vivenciadas.

“Es importante hacer notar aqui que la comunicación gráfica requiere una pericia tanto mental como manual. Tenemos que reconocer que el grafismo, el producto físico acabado que nos ocupa, es, él mismo, el resultado de un proceso de diseño, tanto un análisis cuidadoso del porqué, cuándo y donde se utiliza una técnica de representación cuanto la ejecución de esta técnica.” (CHING, 1998, p.8)

Um simples croqui feito à mão [...] contém os conhecimentos adquiridos ao longo de toda sua vida e, o arquiteto não faz um croqui de uma casa como um profissional de outra área do saber. Cada croqui, cada projeto, cada ideia carrega em si toda a informação acumulada e multiplicada pelas experiências arquitetônicas e urbanísticas do arquiteto. (PISANI; GIL, 2012, p. 11-12)

Esboços, desenhos, modelos e maquetes físicas e digitais, objetos oriundos da produção do arquiteto, trazem em si, registros preciosos para a compreensão do processo de concepção do projeto, através deles é possível identificar uma parte do pensamento desenvolvido ou remontar o caminho percorrido no processo de decisões projetuais adotado. Entretanto, são pouquíssimos os arquitetos que expõem seus percursos e procedimentos para a elaboração de seus projetos. Raríssimo ainda, são aqueles que escreveram sobre suas obras, produzindo material extremamente importantes para auxiliar na recuperação e interpretação do processo de criação em arquitetura. (FLORIO; TAGLIARI, 2009)

As ferramentas de apoio a concepção e de representação do projeto, tais como: diagramas, esboços, desenhos, mapas, gráficos, modelos e até as anotações escritas, já relacionadas, são

consideradas representações externas ao pensamento do projetista. Essas representações externas são utilizadas, não apenas como auxiliares da memória, mas também como facilitadores de tarefas de projeto, utilizadas na verificação do atendimento a condicionantes, na compreensão do problema e até mesmo, na busca de soluções através da geração e registro de alternativas para posterior avaliação, confrontação e aprimoramento das soluções propostas. O registro de ideias colocadas no papel permite ao arquiteto realizar, a partir da interpretação de seus próprios esboços, uma análise de sua produção, conseguindo visualizar relações espaciais e formais não previstas anteriormente, além de outros fatores relacionados ao projeto. Esse procedimento sugere caminhos para o refinamento e a revisão das ideias iniciais e pode ser representado por meio de um ciclo contínuo (figura 03), onde ocorre prioritariamente a interação entre as ideias na mente do projetista, depois se dá o seu registro em um meio qualquer de representação, que possibilite sua interpretação concluindo a etapa inicial de ideação, onde se objetiva, não só a criação e geração de alternativas (propostas), mas também a estruturação e compreensão do problema (programa).

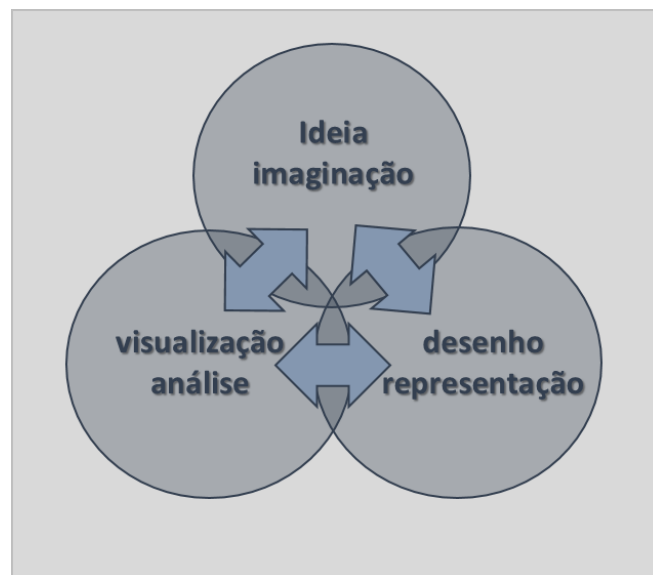


Figura 03: Ciclo Inicial da Ideação
Fonte: Diagrama do autor, Jul,2016.

Na atualidade, é inegável a importância da criatividade como um meio de enfrentar novos problemas em prazos menores, assim como as dificuldades cada vez maiores e mais complexas. A mediação da intencionalidade e da realidade é desenvolvida no projeto de arquitetura através do instrumental e dos sistemas de representação, utilizados pelo arquiteto para enfrentar um

conjunto de problemas ou antecedentes, tais como a topografia, a inserção na cidade, as normativas urbanísticas, a matéria e a técnica construtiva. Deve-se atender a esse conjunto de determinantes reais e propor, por meio de uma materialidade representada, um espaço ou sistema de conexões espaciais qualificadas (uma topologia). A partir do projeto, que é o sistema de linguagem para representar a realidade e propor espaço, é possível fundamentar um domínio ou campo categorial para a ação científica em Arquitetura. (ABASCAL; ABASCAL BILBAO, 2010)

A atividade de criação e representação do espaço arquitetônico dentro do estabelecimento de limites e características metodológicas garante a determinação da Arquitetura como ciência. Essa especialidade do processo de projetar é fundamental então, para embasar a construção de um campo de saber arquitetônico, como sugere a “arquiteturologia” (BOUDON, 2004), que se interessa pelo processo de elaboração do projeto se utilizando da análise da evolução dos croquis de estudo, sugerindo também métodos de leitura, compreensão e fundamentação de modelos, na busca do estabelecimento de teorias que ela infere de diferentes arquitetos.

A partir desse estudo foram descritos critérios que exploram o processo de concepção do projeto e para Paula Katakura (1997), este, pode ser sintetizado em dez itens básicos a percorrer: ideia, percepção, discurso, modelização da concepção, dimensionamento, proporção, espaço de referência, desconstrução, modelos e escalas entre outros e descreve que a operação da qual deriva a forma arquitetônica não é apenas dedutiva e analítica, as decisões formais relacionam-se às diferentes demandas, preferências de gosto e peculiaridades psicológicas, determinações sociológicas, relacionadas às experiências pessoais do arquiteto. A concepção se distancia tanto do procedimento racional dedutivo como da composição acadêmica.

A razão envolvida não é de natureza ou sistema universal, como na dedução ou na composição clássica. A determinação da forma inclui dados do programa, restrições funcionais, econômicas e técnicas, e de categorias visuais e elementos formais básicos assumidos pelo arquiteto além de implicações físicas do sítio e seu entorno, fusão do intelectual e do sensitivo. (KATAKURA, 1997, p. 62)

A arquitetura, definida genericamente como a arte de organizar e construir espaços envolve três instâncias de apropriação pelo homem: a sua concepção, a sua produção e a sua prática ou uso. A concepção revelada no instante de ação imaginativa, do projeto mental e do discurso prévio sobre o espaço tem embutida, em si, uma percepção da realidade e uma intenção construtiva

indutiva da qualificação do futuro objeto arquitetônico. A produção como ação contínua de transformação da imaginação de uma construção mental em construção material, cria o suporte físico da arquitetura. A prática do espaço, realizada pela vivência, é o fim último e a efetivação do projeto e da produção do objeto arquitetônico como suporte para as relações sociais humanas. (BOUDON, 2004).

É preciso levar-se em conta que a produção do objeto arquitetônico, enquanto produto de processo investigativo e conceitual, pressupõe a existência de um conhecimento constituído por elementos residuais da organização e sistematização de memórias conscientes da experiência projetual, que envolvem diferentes gêneros, como os elencados por Elvan Silva (2005):

A fruição prático-sensível do objeto arquitetônico;
 A fruição puramente estética do objeto arquitetônico;
 A produção (concepção e/ou materialização) do objeto arquitetônico;
 A reflexão sobre o objeto arquitetônico, que envolve a aquisição cognitiva, a teorização, a crítica, etc. (SILVA, 2005, p. 302-03)

As relações existentes entre os ambientes edificados e os atores que usufruem destes espaços originam variadas modalidades de experiência, suscitando diferentes gêneros de juízos sobre a qualidade arquitetônica, construídos a partir das sensações oriundas das características espaciais dos ambientes, definidas pelos elementos elencados acima, e das impressões naturalmente incorporadas aos indivíduos, decorrentes do arcabouço referencial pessoal de cada um.

Com papel fundamental na concepção de projetos, as imagens mentais, utilizadas por meio de analogias e no caso específico dos arquitetos, são muito frequentes apelos a recursos imagéticos, bem como a utilização de modelos como fontes (ou substratos) e modelos a reproduzir. Philippe Boudon (2004) demonstra que é possível desvendar as operações mentais do arquiteto no momento da concepção, a partir da análise dos desenhos e dos discursos do autor do projeto.

A partir do jogo de tensão entre “escalas e modelos”, o arquiteto faz operações de recortes, referenciação e dimensionamento, segundo determinadas pertinências, a fim de buscar inspirações que fomentam processos criativos. Estas são operações intelectuais intencionais e passíveis de serem compreendidas e compartilháveis.

É certo que todo arquiteto defende seu projeto como um produto da aplicação da lógica face aos dados fornecidos para sua elaboração. Mas, em arquitetura parece que temos uma lógica para cada projetista, pois se dependêssemos meramente da lógica, o processo seria universal e

já não caberia qualquer preocupação sobre o assunto. Talvez, neste caso, a ação de projetar e construir já teriam sido integralmente resolvidos pela informática e pela indústria, através de seus computadores e maquinário apropriado.

Entretanto, a realidade se faz contrária a essa possibilidade e há um claro incômodo a respeito – *“Esa incómoda situación del partido”*, como afirma Corona Martínez (2000), sempre surgem novas explicações e teorias, como se sempre mais estivéssemos interessados em desvendar um mistério, perscrutar as mentes criadoras para pôr às claras algo nebuloso, abrir uma “caixa preta”.

Um conceito usualmente utilizado pelos arquitetos para significar o momento em que a subjetividade psicológica do arquiteto define, por meio de um croqui, o partido do projeto. Apesar de, os arquitetos conhecerem esse processo, não houve nenhum, até hoje, que explicasse o que acontece dentro dessa caixa preta efetivamente, dizem ser “inexplicável”.

O desenho a mão livre possui características e peculiaridades fortemente ligadas às questões de percepção, repertório e processo, configurando, portanto, para muitos arquitetos, instrumento indispensável que garante a qualidade no desenvolvimento de seus projetos.

O croqui do projeto arquitetônico traduz e registra a linha de pensamento do sujeito que o concebe, tornando-a material no papel por meio da criação de traços, utilização de palavras, organização de esquemas e outros símbolos e recursos. Por se tratar de algo ligado ao pensamento, o croqui possui características particulares, que o tornam único, tais como a não linearidade e a organicidade que evidenciam os percursos e as escolhas decorrentes dos processos percorridos pelos arquitetos, ilustrando e explicitando suas ideias. Para Paulo Mendes da Rocha, por exemplo, a ideia inicial de um projeto se dá de forma simultânea à invenção de possibilidades espaciais e construtivas e se apresenta na mente antes mesmo de se expressar no desenho e, ao assumir, paulatinamente consistência, acaba por se tornar uma imposição do próprio projeto. Ao se materializar no desenho e também na maquete física, esses recursos se tornam instrumentos de reflexão e de experimentação.

O processo criativo em arquitetura obedece a uma série de fatores intervenientes que agem como “estímulos”, como agentes catalisadores de acontecimentos científico-artísticos chamados de “ideias”. Estas, por sua vez, são representações mentais de um objeto o qual se materializa por meio das imagens projetadas. Todo esse processo é dependente da bagagem de conhecimento acumulado e previamente assimilado, enfim, da cultura geral do projetista, tendo ligação direta com o processo histórico em que este se insere.

À medida que aumenta a complexidade das relações e referências, cresce o número de decisões a serem tomadas. Os recursos disponíveis para as análises referem-se a conhecimentos

específicos a intervirem cada qual com um determinado peso e são dependentes de arbítrio do arquiteto. Esse fato confere um caráter subjetivo às decisões, justificando o fato de não existirem dois projetos iguais. Por mais idênticos que sejam os métodos e os parâmetros adotados, as soluções ou sínteses operadas pelos projetistas são atos pessoais a refletirem sua leitura, sua valorização de algumas premissas em detrimento de outras.

Nesse sentido, o processo de concepção em arquitetura depende fundamentalmente da opção por parâmetros que nortearão o projeto. O estudo de precedentes através da determinação das origens e fontes de ideias para a concepção do Projeto de Arquitetura define o inventário inicial que embasa a proposição de espaços específicos, dotados de qualidades intrínsecas, atividade característica do exercício do projeto de arquitetura são definidas por seu desenho ou por qualquer outra mediação de linguagem, modelos digitais ou físicos. Todo projeto parte de uma precedência, uma base ontológica que precede as operações propositivas, as quais lhe conferem forma e atributos de qualidade. O arquiteto propõe o espaço arquitetônico, a partir da representação de uma matéria precedente, que qualifica e materializa um complexo de intenções e atributos, modificando o conjunto de suas precedências. (COLLINS, 1971)

A partir da base ou ponto de partida topográfico, urbanístico e dos demais condicionantes da arquitetura, deve o arquiteto, propor espaços cuja concepção é guiada por categorias ou intenções, expressas em formas, cores, texturas, geometrias e conexões espaciais. Tal espaço qualificado é também quantitativo, definindo-se como um conjunto métrico, que irá configurar um todo articulado.

Os referenciais históricos e culturais são mediados e representados no espaço pelo projeto que depende de uma consciência ativa do sujeito do conhecimento arquitetural – o Arquiteto.

Assim como na atualidade os apartamentos têm suas dimensões reduzidas, também se reduziram seus compartimentos, entretanto observa-se a tendência de aumento do número de determinadas áreas, como o aparecimento de lavabos e suítes, por exemplo. Essas mudanças são explicáveis em função da existência histórica de necessidades, evidenciando as transformações de usos a partir da mudança dos costumes. Corroborando com essa ideia, Foucault afirma que a natureza complexa desse campo científico, que utiliza diversas linguagens operando como meios de produção do saber arquitetônico, seja sinônimo de precariedade ou fragilidade da área de conhecimento.

Conforme o grau de aprofundamento do problema, como definido por Philippe Boudon (2004), divide-se normalmente um projeto arquitetônico em etapas, o que implica um percurso que se inicia em associações criativas e livres e se direciona para definições com maior precisão material-dimensional da ideia matriz. Um projeto pode ser entendido como um conjunto de

simulações que mapeiam respostas para problemas colocados, noção que pede a maior aproximação possível do problema através do uso de ferramentas existentes que vislumbrem o ambiente de ação do objeto a criar. Entende-se, ainda, por “ideia diretriz” aquele conceito do qual se vale o arquiteto para determinar ou conformar um projeto. Essas ideias oferecem caminhos para organizar as decisões, para ordenar e gerar, de modo consciente, formas, espaços e elementos construídos. Com a eleição de uma ideia diretriz em vez de outra, o projetista começa a prefixar o resultado formal, espacial e o modo como o diferenciará de outras configurações. A utilização de ideias distintas de ordenação cria resultados diversos. (CLARK, PAUSE, 1987)

1.2 Transformação do papel do arquiteto na sociedade

Características pessoais e subjetivas, associadas à curiosidade e a incansável procura por repostas às demandas da sociedade é que possibilitam e resultam em projetos arquitetônicos que rompem com os paradigmas consolidados.

A inovação em arquitetura é fruto de um processo criativo que é pessoal; trata-se de uma expressão particular, inserida e resultante de uma condição cultural social e econômica características de um determinado local e momento histórico. Não se trata de um processo misterioso ou místico, mas sim de um processo que envolve formação humanística e técnica, envolvendo acumulação de conhecimento por meio do próprio exercício profissional.

As formas e técnicas de elaboração do projeto vivenciaram mudanças desde o Renascimento, momento histórico que marca o nascimento da concepção moderna da profissão. Na Idade Média, a classificação tradicional entre artes liberais e artes mecânicas não permitia diferenciar os artistas, arquitetos, pintores ou escultores do mundo dos artesãos, ou seja, trabalhadores manuais. (JAQUES, 1986 apud SEGNINI Jr., 2009)

Anterior a atividade profissional do arquiteto, como reconhecemos na atualidade, a construção de uma edificação cabia ao artesão (*craftsman*) e a atuação na obra, que lhe cabia, era comunicar oralmente aos seus aprendizes o modo de fazer as coisas, caracterizando-se como um processo empírico, no qual os avanços se davam pela tentativa e pelo erro ou acerto. Não se tratava de um processo apartado dos desenhos, eles aconteciam nos canteiros, entretanto restringiam-se a

estabelecer meios para a viabilização de moldes referentes as partes ornamentais de alguns componentes dos edifícios, tais como: capiteis, frontispícios e cornijas.

Apenas no Renascimento, com as enormes transformações ocorridas em todos os campos do conhecimento, a tradição oral perde espaço e surgem as academias. A arquitetura se especializa e cria sua própria base epistemológica. Durante este período, percebe-se que o arquiteto supera o *magister operis* medieval, criando as relações entre estética e ciências naturais para a produção arquitetônica. Surge assim, o ofício arquitetônico propriamente dito, como meio de transformação da sociedade. Antigos tratados arquitetônicos romanos são redescobertos pelos novos arquitetos, influenciando profundamente a nova arquitetura. A relativa liberdade de pesquisa científica que se obteve permitiu algum avanço nas técnicas construtivas, permitindo novas experiências e a concepção de novos espaços.

O espírito renascentista evoca as qualidades intrínsecas existentes no ser humano. O progresso do Homem, tanto do ponto de vista científico, como espiritual e social tornou-se um objetivo importante para o período. O Classicismo, redescoberto, e o Humanismo surgiram, como guias, para a nova visão de mundo que manifestou-se nos artistas do período.

Vale ressaltar o caso clássico de Filippo Brunelleschi cujo reconhecimento de compromisso com a inovação foi registrado por Milanesi no livro *Vida de Filippo Brunelleschi* (ARGAN, 1999) no qual reconhece no artista uma personalidade histórica, cuja obra abre novos horizontes ao conhecimento humano, num momento onde a arte passa a ser definida como invenção e o artista como grande inventor, conduzindo a arte à uma nova dimensão do espaço, a perspectiva e à uma nova dimensão do tempo, a história. Buscando na visão *Vitruviana* de que haviam princípios racionais que deveriam basear o pensamento arquitetônico, os mesmos que levaram Alberti a considerar a matemática e a geometria como as bases dos “princípios do desenho” na arquitetura. Surgiu, a partir desse período, a diferenciação entre o artesão da construção na obra e o profissional da arquitetura no gabinete, colaborando para a concretização e conceituação de uma complexa teorização sobre o ofício.

O desenho tornou-se o principal meio de projeção, assim como surgiu a figura do arquiteto projetando solitário, diferente da concepção coletiva praticada nos edifícios medievais. Os novos meios de concepção do projeto influenciaram a concepção espacial dos edifícios no sentido em que as visuais passaram a ser controladas, direcionadas para um ponto de vista específico. Entre os principais arquitetos da Renascença se incluem Vignola, Alberti, Brunelleschi e Michelângelo.

No início de sua atuação profissional, quando Brunelleschi ainda praticava a ourivesaria, começou a se interessar pelas questões pertinentes ao campo visual, ou mais particularmente

sobre as relações entre forma artística e visão ou conhecimento da realidade. Sua intenção não era definir uma lei geral da visão, mas sim determinar uma lei específica para a visão dos edifícios, que sendo “correta”, de certa forma definisse e salientasse as qualidades construtivas mais coerentes e autênticas da arquitetura.

Já nos últimos anos do século XIV, a técnica torna-se um dos fatores que determinariam a transformação da sociedade Italiana do século XV e Brunelleschi se ocupou com estudos sobre a relação entre forma artística e visão ou conhecimento da realidade, como relatado por Argan (1999), acabando por criar uma nova técnica. Traçou para si uma linha de conduta que vislumbrava um fim, sabendo onde queria chegar se utilizou da racionalidade de seu juízo e atingiu seu ideal, a técnica, não apenas como uma atividade manual, mas como um processo racional, que se aplicava tanto a resolução de problemas construtivos como à pesquisa histórica e ao conhecimento da realidade, pois para atingir seu objetivo, imergiu no passado e buscou redescobrir a técnica dos excelentes e virtuosos construtores antigos, a fim de reencontrar suas proporções.

As obras de Brunelleschi refletem em suas formas perfeitas, não somente uma concepção inovadora e grandiosa, mas uma nova condição da mente humana, um novo valor do sujeito diante da realidade. Definiu uma regra de visão, que valoriza a simetria e a proporção das partes, o que implicitamente depositou, não na elegância e na variedade dos elementos, mas na clareza distributiva da estrutura, o verdadeiro valor da arquitetura.

A perspectiva, que é em essência uma regra de visão, deve ser considerada uma aplicação a posteriori da pesquisa de Brunelleschi, que tinha por meta e fim, não a pintura, mas sim a Arquitetura. Tal fato acabou consolidando a nova técnica como resposta às demandas da sociedade Renascentista, que clamava por uma redefinição radical da cultura humanista, tanto do ponto de vista formal por determinar a adoção de um princípio de visão único, válido para todas as artes, a perspectiva central, como também do ponto de vista social. (ARGAN, 1999)

Com o fim da Idade Média a estrutura de poder europeia modifica-se radicalmente. Começam a surgir os estados-nacionais e, apesar da ainda forte influência da Igreja Católica, o poder secular volta a subjugar-lá, especialmente com as crises decorrentes da Reforma Protestante.

No desenrolar do Renascimento, com o constante estudo e a partir do domínio da aplicação dos ideais clássicos teve início, entre os artistas do período, o afloramento de um posicionamento anticlássico, ainda que suas obras continuassem, em essência, predominantemente clássicas.

Depois de decorrido um período, onde o classicismo permaneceu estabelecido com grande homogeneidade, no início do século XVI, sua revisão foi introduzida pelos maneiristas, acabando por afetar, também, a produção dos construtivistas. A arquitetura maneirista, que

nasceu da tradição estabelecida por arquitetos renascentistas como Alberti, Brunelleschi e Bramante, no século XV e início do XVI, os quais retiravam sua inspiração, mormente de tratadistas antigos como Vitruvius e das ruínas romanas, que permaneceram visíveis desde a antiguidade, não resistiu e a tradição do tratadismo declinou, dando espaço para o surgimento de uma nova geração de arquitetos fortemente individualistas, que se permitiram grandes liberdades formais e realizaram a transição do Renascimento para o Barroco.

Os séculos seguintes ao Renascimento assistiram a um processo cíclico de constante afastamento e reaproximação do ideário clássico. O barroco, em um primeiro momento, potencializou o descontentamento do maneirismo pelas normas clássicas e propiciou a gênese de um tipo de arquitetura inédita, até então, ainda que frequentemente possuísse ligações formais com o passado. De maneira análoga, o barroco representou uma reação ao Renascimento, o neoclassicismo, mais tarde, constituiria uma reação ao barroco e uma forte tendência ao passadismo e à recuperação do clássico.

Este período de dois séculos, portanto, foi marcado por um ciclo de dúvidas e certezas a respeito da validade das ideias clássicas.

No fim do século XVIII e início do XIX, a Europa assistiu a um grande avanço tecnológico, resultado direto dos primeiros momentos da Revolução Industrial e da cultura iluminista. Descobertas de novas possibilidades construtivas e estruturais, os antigos materiais como a pedra e a madeira passaram a ser substituídos, gradativamente pelo concreto e mais tarde pelo concreto armado e pelo metal.

Os arquitetos do século XVIII passaram a rejeitar a religiosidade intensa da estética anterior e os exageros do Barroco. Buscavam uma síntese espacial e formal mais racional e objetiva, mas, ainda, não se tinha um ideário claro de como seriam aplicadas as novas tecnologias em uma nova arquitetura.

As cidades passaram a crescer de modo inédito e novas demandas sociais relativas ao controle do espaço urbano, surgiram e precisavam ser respondidas pelo Estado, fato que acabou levando ao surgimento do urbanismo como disciplina acadêmica.

O papel da arquitetura e do arquiteto passou a ser constantemente questionado e novos paradigmas surgiram. Alguns críticos alegaram que surgiu uma crise na produção arquitetônica que permeou todo o século XIX, a qual somente foi resolvida com o advento da Arquitetura Moderna.

Um dos princípios básicos do modernismo era renovar a arquitetura de modo a rejeitar toda a arquitetura anterior ao movimento – fato posteriormente questionado pelos pós-modernistas. Considera-se genericamente que tenham existido duas grandes vertentes do movimento

moderno: o *International Style*, de origem europeia; e a Arquitetura Orgânica de origem americana. (BENEVOLO, 1976).

Apesar de ser um momento multifacetado da produção arquitetônica internacional, o Modernismo manifestou alguns princípios que foram seguidos por vários arquitetos, das mais variadas escolas e tendências. A primeira e mais clara característica é a rejeição por parte dos modernos do repertório formal do passado e a aversão deles à ideia de estilo.

Os modernos viam no ornamento, um elemento típico dos estilos históricos, um inimigo a ser combatido: produzir uma arquitetura sem ornamentos tornou-se um desafio constante. Outra característica importante eram as ideias de industrialização, economia e a recém-descoberta noção do design. Acreditava-se que o arquiteto era um profissional responsável pela correta e socialmente justa construção do ambiente habitado pelo homem, carregando um fardo pesado. Os edifícios deveriam ser econômicos, limpos, úteis. Neste sentido, duas máximas permearam o período do moderno: “Menos é Mais” frase cunhada pelo arquiteto Mies Van der Rohe e “A Forma Segue a Função”, do arquiteto Louis Sullivan. Estas sentenças sintetizam bem o ideário moderno, ainda que em vários momentos tenham sido confrontadas. (BENEVOLO, 1976).

O movimento moderno ousou democratizar a habitação, ultrapassando barreiras seculares em prol de uma sociedade mais igualitária. A ideologia do movimento moderno na arquitetura teve, pelo menos no seu início, a audácia de suplantando as estruturas do sistema político da época, apresentando soluções que visavam responder às demandas sociais.

A consequência indelével da conjunção de todos esses fatores foi a perda da influência de que a arquitetura gozava até meados do século XX como centro ideológico do modernismo, e sua consequente desvalorização como profissão relevante aos olhos da sociedade.

Críticos mais ferrenhos da condição do arquiteto brasileiro no século XXI, consideram que de um profissional respeitado, sempre ouvido quando da tomada de decisões importantes em grandes e médios empreendimentos, usando como exemplo os períodos de projeto e construção dos conjuntos habitacionais populares para os Institutos de Aposentadoria e Pensões – IAPs e para a Fundação da Casa Popular – FCP, na década de 1940 e posteriormente o projeto e construção das escolas da Fundação para o Desenvolvimento da Educação – FDE nas décadas de 1950e 1960, passando a simples executores de decisões tomadas por outros, em outras esferas, inclusive relativas a assuntos sobre os quais deveriam ter o domínio, tais como o planejamento do desenvolvimento das cidades.

Some-se a isso o aumento exponencial do número de arquitetos disponíveis no mercado e a insegurança cultural da clientela, quase sempre convencida de que qualquer coisa estrangeira é

melhor, e que vê na arquitetura um meio de ostentação, e temos uma situação realmente muito complicada para a prática da arquitetura com autenticidade e relevância.

As implicações no plano das dimensões construtivas e sociais da arquitetura contemporânea são profundas: a arquitetura rentista abdicou de certos conteúdos em benefício de usos “improdutivos”, isto é, aquele que não gera diretamente mais-valia e que se apoia justamente em sua distribuição e partição, próprios à esfera da circulação e do consumo (terminais de transporte, shopping centers, hotéis, estádios, museus, salas de concerto, parques temáticos etc.). Seu desejo não é mais de seriação e massificação, mas de diferenciação e exclusividade, de produzir objetos únicos e marcantes que “pousam” nas cidades, potencializando a renda diferencial e o capital simbólico. (ARANTES, 2010)

Além das causas já mencionadas acima, somam-se mais duas. Uma delas é o novo papel propagandístico que a arquitetura internacional assumiu no mundo mercantil, sem controle ético no âmbito de um liberalismo político e econômico que utiliza uma pretensa liberdade para anular as reais possibilidades. Assim, nas últimas décadas houve uma escalada vertiginosa em direção à exaltação da originalidade e da excepcionalidade caracterizada por ritmos difíceis de incluir em um processo cultural estável.

Outra possível causa para a perda de qualidade da arquitetura atual é o rompimento da cadeia que, até há poucas décadas, relacionava a autoridade dos grandes modelos com os projetos menores, que os respeitavam, utilizavam e, inclusive, adaptavam a novas circunstâncias. Esse é um método que provém da modéstia e da excelência de um ofício desempenhado sob a hierarquia dos modelos.

No processo do projeto arquitetônico são manipulados vários tipos de materiais controláveis, tais como: tijolos, concretos, vidros, etc.; mas há também as condicionantes externas, incontroláveis, que são a luz, o som, a temperatura, os odores entre outros, os quais interferem na percepção das texturas, cores, tamanhos e efeitos variáveis com o passar do tempo. As configurações possíveis, utilizando esses materiais, são infinitas, como definiu Unwin (2003):

O interior de um ambiente pode ser escuro ou iluminado, pode amortecer o som ou difundi-lo, pode ser quente ou fresco, úmido ou seco, emitir um suave perfume ou cheirar a mofo, abafado ou ventilado, suas superfícies podem ser agradáveis ao tato ou ásperas e repulsivas. (UNWIN, 2003, p. 25)

Embora esses elementos “instáveis” sejam os de mais difícil domínio, quando pensados como “matéria” podem ser controlados conforme a intenção do arquiteto.

Além disso, é importante entender que os arquitetos, enquanto profissionais, não representam um bloco homogêneo na medida em que, existe no interior da profissão diferenças de valores, de interesses, de identidades, de formação, além de diferentes clientes e associações profissionais. Tais diversidades geram interações e conflitos de interesse que redefinem posições e relações, criando competição entre profissionais de mesmo grupo.

É também preciso entender a competição que hoje se coloca aos arquitetos com a intrusão da “lógica comercial”, antecedendo qualquer estágio da produção no processo de globalização, com a ampliação do mercado de trabalho.

Na competição entre profissionais, os arquitetos apontam diferentes estratégias na procura (e, ou disputa) pela oportunidade de trabalho; projetar todos os trabalhos considerando-os de forma singular (obra única), participar de concursos, criar e desenvolver projetos atentos a qualidade de todas as etapas, são ações concretas consideradas necessárias na busca de novos trabalhos, com a introdução de instrumentos mercadológicos como o marketing, com a intensificação da participação do cliente e com as diferentes doutrinas arquitetônicas que se apresentam após os anos 1970, quando o movimento moderno passa a ser criticado e são criadas novas perspectivas estéticas tais como o historicismo, o monumentalismo, o desconstrutivismo e outras correntes como a tectônica ou o pluralismo sem escrúpulos (MONTLIBERT,1995 apud SEGNINI Jr., 2009).

Essa procura do projeto único é responsável pela busca incessante de novas perspectivas estéticas podendo criar anomalias onde cada um pretende definir uma obra particular no sentido de impor um estilo e ganhar a notoriedade, aspectos que corroboram a resistência às regras e procedimentos, assim como a participação do cliente no processo criativo. Como afirma Cuff:

[...] na “criação de qualquer trabalho arquitetônico, não existem atores mais importantes que o arquiteto e o cliente”. (CUFF,1991, p.171)

A relação estabelecida entre cliente e arquiteto é multifacetada; se, por um lado é a partir do cliente que a arquitetura adquire condições de realização, por outro lado, a relação entre ambos é potencialmente marcada por tensões. Considerando a responsabilidade social e cultural do arquiteto quanto ao desenvolvimento da sociedade, muitas vezes a relação mostra-se

conflituosa, principalmente quando o arquiteto passa a ser ou a se compreender como uma peça a mais na engrenagem da produção do espaço para consumo. (SEGNINI Jr, 2009)

Nesse sentido, o arquiteto e professor Jon Maitrejean salienta que:

[...], a partir da segunda Guerra houve terríveis transformações sociais, um exagerado consumismo e nós, como arquitetos, não percebemos o que estava acontecendo. O cliente passa a ter razão como em qualquer loja. A arquitetura perdeu o cunho ideológico para se tornar arquitetura de “grife”, destinada a certas pessoas (MAITREJEAN, AU n°7, p.44 apud SEGNINI Jr, 2009, p.5).

A temática da produção massificada e o planejamento das cidades, que constituíram foco recorrente na arquitetura moderna deixam, na atualidade, de ocupar a pauta ou se restringem as questões de gestão comercial do espaço em centros urbanos. Numa sociedade dita contemporânea e neoliberal, o capital se coloca em posição de destaque, sem encontrar, no entanto, adversários à sua altura e a ideologia moderna, cujo plano, conceitual, pressupunha a comunhão entre capital e trabalho, cedeu espaço à uma produção de efeitos espetaculares em edifícios isolados, os quais devem ser capazes, por si só, de recuperar economias fragilizadas, atrair turistas e investidores, desencadear processos de valorização imobiliária e redefinir a identidade de sociedades inteiras. A fim de cumprir esse propósito, os arquitetos europeus e americanos renomados da atualidade, se concentram em alcançar a diferença a qualquer custo, propondo obras únicas de grande poder simbólico, nas quais se exprimem a um só tempo o novo poder da economia política da cultura e a crise dos programas de bem-estar social. (ARANTES, 2010)

1.3 Transformação do instrumental de elaboração de projetos

É inegável o fato de que os meios tecnológicos embasaram algumas das mais importantes mudanças nos processos criativos da Arquitetura. O computador, por seu caráter híbrido e de multimídia, pela capacidade de reunir em si som e imagem, e, especialmente, se ligar a outros computadores compartilhados, encontrou uma grande aceitação na sociedade e tem proposto novos hábitos, assim como se deu com a introdução, por exemplo, da energia elétrica e do

telefone na vida social. Com o uso público da Internet, mais algumas barreiras espaço-temporais foram vencidas.

Especialmente no caso da Arquitetura contemporânea, muitas das inovações propostas não se restringem a referenciar iconografias científicas e tecnológicas, mas à constituição de modos específicos de transmissão, registro e produção do conhecimento. Desse modo, muitos valores atribuídos a essa Arquitetura, sejam oriundos de conceitos filosóficos ou de interfaces científicas, se realizam não somente sobre, mas, a partir da tecnologia digital, quer dizer: inovações que ocorrem em estreita relação com os novos mecanismos disponibilizados ao projetista. As inovações na Arquitetura contemporânea não apenas se dão no discurso ou em uma expressão almejada, mas nos próprios modos de operação do arquiteto.

As tecnologias digitais possibilitam a construção, divulgação e experiencição de ambientes em redes de informações. O computador potencializou e foi potencializado pelas linhas telefônicas, e essa mobilidade incessante e multidirecional de informações tornou-se a fonte e força motriz das sociedades contemporâneas⁵. Ligado e construído em redes digitais, os universos virtuais potencializam uma vivencia social e interativa de ambientes, para além das restrições espaciais newtonianas.

As máquinas de produção de informação e, principalmente, as máquinas de captura de imagens, projeção e impressão merecem destaque no contexto do desenvolvimento e aperfeiçoamento das tecnologias no século passado. Sem dúvida, os avanços tecnológicos associados ao uso do computador interferiram de forma profunda no cotidiano humano, sendo que a partir dos anos 1990, quando os computadores pessoais se interligaram em rede, via Internet, passamos a presenciar a mais uma revolução, descrita por Silveira (2003) nos seguintes termos:

[...] a nova revolução tecnológica tem recebido muitas denominações: Castells a chamou Revolução das Novas Tecnologias de Informação, Negroponte preferiu denominá-la Revolução Digital, Jean Lojkin nomeou-a Revolução Informacional e Jeremy Rifkin a apontou como a Era do Acesso, entre tantas outras classificações. (SILVEIRA, 2003, p. 8)

Por seu caráter híbrido e de multimídia, pela capacidade de reunir em si som e imagem, e, especialmente, se ligar a outros equipamentos compartilhados, o computador encontrou uma

⁵ RONZENBACHER, H.; STOCKER, G. "Nodes". In: ADRIAN X, Robert e STOCKER, Gerfried (Projektleitung), Zero - The Art of Being Everywhere. Stirisch Kulturinitiative, Graz, Austria: 1993.

grande aceitação na sociedade e tem proposto novos hábitos e rotinas para enfrentamento de situações e elaboração de soluções mais complexas para as problemáticas contemporâneas, inclusive no que diz respeito a prática projetual em arquitetura, como revelado por Charles Jencks em sua proposta para um novo Paradigma na Arquitetura Contemporânea.

Jencks é teórico, paisagista e designer, com mestrado pela *Harvard Graduate School of Design* (1965) e doutorado pela *University College* de Londres, ambos em arquitetura e apresentou na sétima edição de seu livro: O novo paradigma na arquitetura (*"The new paradigm in architecture"*), que consiste numa revisão da abordagem da sua obra publicada nos anos 1970 e doze anos depois recebeu um subtítulo: A linguagem do pós-modernismo (*"The language of post-modernism"*), decorrente do fato de que além de ter sido atualizado em sua contextualização, foi inteiramente reescrito e complementado com mais dois capítulos. Interessante neste caso, é observar-se que o novo paradigma na arquitetura parte da revisão e complementação de uma abordagem iniciada no terceiro quarto do século XX.

O tema central da abordagem, nesta nova edição, permanece sendo a complexidade, assunto que será abordado nesse estudo, em detalhes, posteriormente.

A complexidade, que impulsionou o movimento pós-moderno desde a contracultura dos anos 1960 e vem sendo discutida na arquitetura, a partir do trabalho de Robert Venturi, neste caso, foi analisada em seu status de novo paradigma científico e Jencks apresentou um paralelo entre os paradigmas: científico inspirado por Newton e o arquitetônico modernista (mecanização do mundo, formas simples), sugerindo que seguindo o paradigma das ciências da complexidade logicamente um novo paradigma da arquitetura seria estabelecido, assumindo que se realmente existe um novo paradigma, ele vem de outros campos fora da arquitetura. (BALTAZAR, 2002) Corroborando essa afirmativa, o próprio teórico declara que já, naquele momento, se podia perceber o início de uma mudança na arquitetura, a qual se referia a uma profunda transformação em curso nas ciências e em tempo, ele acredita: esse movimento deverá permear todas as outras áreas da vida contemporânea.

As novas ciências da complexidade: *fractals*, dinâmica não-linear, a nova cosmologia e sistemas auto organizados, têm trazido uma mudança de perspectiva.

O novo paradigma é na verdade o paradigma científico da complexidade, que segundo Jencks é indubitavelmente um novo paradigma, e que vem sendo apropriado pela arquitetura de maneiras diferentes. O autor não apresentou uma arquitetura do novo paradigma nem determinou o novo paradigma para uma nova arquitetura, mas trabalhou entre arquitetura e ciência, na margem do levantamento histórico e da previsão, onde se identificaram, claramente, a existência de, no mínimo, duas tendências de arquitetos contemporâneos que associam seus

trabalhos às TIC's – Tecnologias de Comunicação e Informação, aqueles que utilizam o computador como ferramenta de representação de arquiteturas desenvolvidas para o espaço físico (concreto), podendo estar divididos em dois subgrupos: arquitetos que utilizam e implementam tais ferramentas em seu processo de projeção e arquitetos que utilizam e implementam tais ferramentas no resultado formal de suas construções e os que projetam arquiteturas virtuais, ou seja, paisagens digitais, também chamados de arquitetos do ciberespaço.

Fazem parte do primeiro grupo os arquitetos contemporâneos que estão introduzindo mudanças nos modos de pensar, de planejar e de construir a arquitetura. A atuação profissional destes arquitetos está intimamente vinculada ao desenvolvimento das TIC's e aos programas gráficos informatizados, voltados para o projeto arquitetônico e foram classificados por Jencks (2002) em sete tendências ou conceitos de arquiteturas contemporâneas ou sete arquiteturas atuais que se apoiam nas ciências e se apropriam das TIC, sendo eles: *Fractal; Organitech, Ecotech ou Green architecture; Computer Science; Blob; Landforms, waves; New cosmogenic e New form monumental building*. O trabalho do arquiteto é preciso ao levantar as diversas manifestações atuais das inovações do que ele chama de complexidade na arquitetura ajudada pelo computador, e ele mesmo admite a ênfase formal de tais arquiteturas, mas considera esse momento como uma possível sobreposição de paradigmas.

O primeiro grupo Fractal, com suas complexidades, precisa ser subdividido em dois subgrupos. De um lado, os arquitetos que utilizam e implementam as ferramentas computacionais em seu processo de projeção, transportando para o meio digital atitudes até então desenvolvidas de forma tradicional, ou seja, nas pranchetas de desenho. De outro lado, estão os outros profissionais que têm utilizado o computador para compor uma “estética digital”, também dita “aparência high-tech”, para se chegar a uma solução formal contemporânea. Seus exemplos mais emblemáticos são projetos de Libeskind e Eisenman que se utilizam de fractais na geração de formas para definir plantas, fachadas, volumetrias e padronização de revestimentos.

Especialmente interessante, o segundo grupo *Organitech*, ou *Green architecture* é formado por arquitetos que compreendem que as mudanças no âmbito da disciplina arquitetônica devem estar fundamentadas em princípios e procedimentos projetuais que respeitem a natureza e protejam o meio ambiente, sem abrir mão da concepção de espaços arquitetônicos com alta tecnologia associada, não só nos processos construtivos, mas também na elaboração dos projetos arquitetônicos.

Jencks denominou este grupo de arquitetos como: *Organi-Tech*, exatamente por considerar que eles refletem as propostas de seus “pais” modernistas, os arquitetos de alta tecnologia que

costumavam dominar a Grã-Bretanha no início do século XX e também, de seus “avós”, arquitetos orgânicos, tais como Frank Lloyd Wright e Hugo Haring, que tentaram estabelecer um paralelo na arquitetura Moderna, norte americana, com formas inspiradas nos elementos naturais. Entretanto esta teoria não apresenta comprovação histórica, fato que suscita controvérsia entre os teóricos que concentram suas pesquisas na Arquitetura Moderna e em seus principais representantes.

Como precursor pode-se citar Ken Yeang e seus projetos de edifícios “*hightech*” (figura: 04) com preocupação ambiental, mas também, vale destacar o arquiteto Norman Foster (figura 05) e seu projeto polêmico para o edifício 30st Mary Axe, com formato de espiral, construído em Londres, que também se enquadra nessa categoria.



Figura 04 : EDITT Tower – Torre ecológica em Cingapura - Dr. Ken Yeang – 2013

Fonte: The EDITT Tower by Dr. Ken Yeang. Disponível em:

<http://www.plataformabim.com.br/2013/11/editt-tower-torre-ecologica-de-cingapura.html>

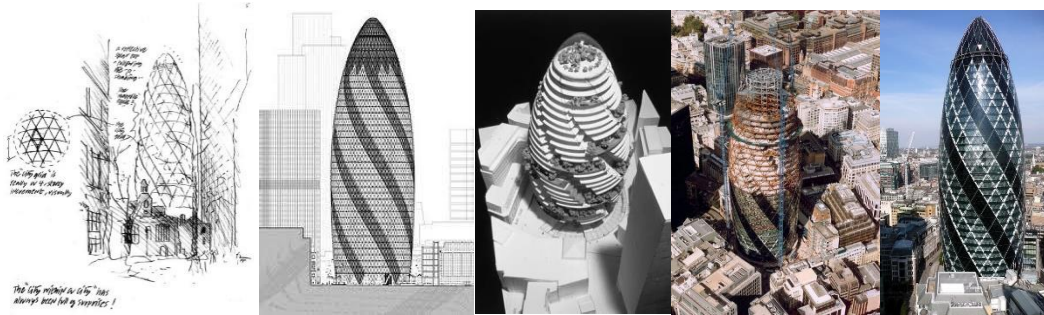


Figura 05: *30st Mary Axe*, Londres 1997-2004 – Norman Foster: croqui, elevação, maquete física, estrutura mista (concreto e metal) e prédio acabado.

Fonte: Foster + Partners. Disponível em: <http://www.fosterandpartners.com/projects/30-st-mary-axe/>
Acesso: Jun, 2016.

Outros designers Organi-Tech foram considerados autores de uma produção estruturalmente surpreendente, repleta de metáforas que celebram a natureza orgânica das estruturas, os ossos, músculos e até o ondulado sob a pele de um atleta em pleno torço. Tanto Nicholas Grimshaw como Santiago Calatrava têm projetado esqueletos expressivos ou como explica: exoesqueletos pulsantes que demonstram como as nossas relações físicas podem ser movidas para outros organismos, feitos para deslumbrar o olhar, especialmente quando observados sob a luz do Sol. Jencks ainda afirma que mesmo inter-relacionando as questões relativas à natureza e explorando o computador para desenvolverem a volumetria e plasticidade de seus projetos, estes arquitetos não aderiram na íntegra os preceitos da nova filosofia. Isto é evidente em vários sentidos, mas em particular na forma como concebem os sistemas para viabilizar suas estruturas, ação que desenvolvem, ainda, na forma de Mies van der Rohe, excessivamente repetitivos, concebendo elementos pré-fabricados que são idênticos, ou em linguagem matemática "auto mesmo", ao invés de "*selfsimilar*", *boringly* replicado em vez de fractal. (JENCKS, 2002)

Já o terceiro grupo Computer Science, cuja característica é o uso da computação para gerenciar dados no intuito de integrar maior diversidade de fatores, tem destacados por Jencks, Rem Koolhaas como grande exemplo da consideração e manipulação de dados para integração da cultura no espaço além do escritório MVRDV e Ben van Berkel. Jencks enfatiza, principalmente, os livros *S, M, L, XL* de Rem Koolhaas e *Metacity Datatown* de MVRDV, entretanto por ser um grupo que possui uma formação muito recente, ainda não foram sistematizadas categorias que possam agrupar arquiteturas segundo parâmetros, tendências ou conceitos predefinidos rígidos. Mas já é possível observar-se que há, no mínimo, dois objetivos a serem alcançados pelos arquitetos do ciberespaço: simulação do mundo físico e produção de uma arquitetura cujo resultado formal esteja totalmente desvinculado do mundo concreto e é

consenso que a arquitetura virtual deve explorar as possibilidades do ciberespaço, que são diferentes das possibilidades do mundo físico.

A quarta categoria *Blob*, outro grupo identificado por produzir fractais arredondados, que foram batizados de "*Blobmeisters*" em Nova York, traduz uma tendência adotada pelos seguidores das ideias difundidas por Deleuze. Seu maior expoente é Greg Lynn, mas se incluem aí, diversos escritórios, dentre eles o de Will Alsop. Esta tendência surge em contraponto à arquitetura de formas orgânicas da década de 1990 e sua produção é pautada nos meios digitais, atualmente, acentuando ênfase nos algoritmos e na parametria, como principais recursos de subsídio à concepção arquitetônica para atender ao desafio de materialização de formas orgânicas por meio da modelagem digital. Estes arquitetos estão buscando uma gramática que não são, necessariamente, dimensionadas e formuladas para a habitabilidade nem correlacionadas com a função.

Lynn utiliza o termo "blobs" para denominar as estruturas amorfas, em geral com superfícies curvas, criadas por softwares especiais, impossíveis de serem concebidas e detalhas sem o uso do computador (figura 06).

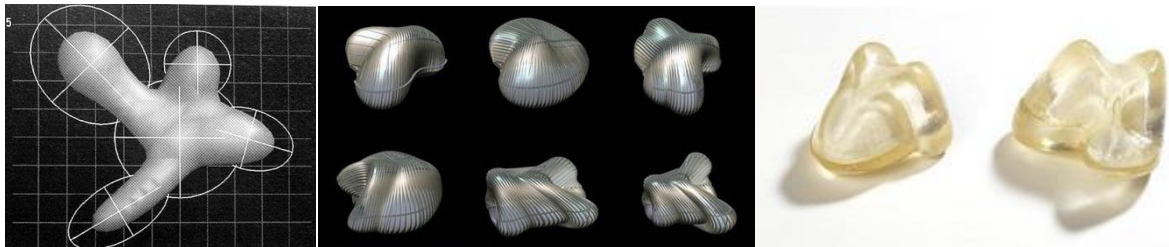


Figura 06: experiência em ambiente digital de variação da forma *belbs* ou *blobs*
Fonte: LYNN, 1998, p.30.

Outro exemplo na vertente da arquitetura que apropria-se da digitalização, não apenas na concepção das formas, mas também, no desenvolvimento de um novo conceito para a própria arquitetura, é o grupo holandês NoX. Esse conceito é denominado, pelo arquiteto Marcos Novak, como TRANSARQUITETURA ou ARQUITETURA LÍQUIDA.

Um exemplo dessa ramificação das blobs pode ser o projeto do escritório para a D-Tower (Figura 07) iniciado em 1998 e executado em 2005, na cidade de Doetinchem, Holanda, obra de arte que demonstraria a desmaterialização visual de uma forma a um tempo orgânico e digital reflete a efemeridade do humor de uma comunidade virtual. (RIBEIRO e SPITZ 2004)



Figura 07: Vistas - diurna e noturnas da D-Tower – Holanda – 2005.
Fonte: FIRMINO; DUARTE, 2008.

Vale ressaltar que as propostas apresentadas até a atualidade pelos integrantes ativistas desta categoria não constituem, propriamente, exemplares arquitetônicos, pois não atendem ao princípio básico de habitabilidade e consequentemente a *utilitas* Vitruviana, o que permitiria caracterizá-las, sem discussão, como tais.

Landforms, waves, constituem a quinta categoria definida por Jencks, que a descreve como sendo aquela cuja atenção é voltada para a complexidade de ondulação do piso, e aqui o autor cita a estratégia adotada por Enric Miralles criando uma série de seções consecutivas em vez de trabalhar com curvas de nível. Outros exemplos incluem o *Yokohama International Passenger Terminal* (1995) do FOA - *Foreign Office Architects* no qual a maior força conceitual do projeto é, sobretudo, sua relação sensível com a orla urbana, concebido principalmente na seção, com uma série incrivelmente complexa de superfícies arquitetônicas que suavemente curvam-se e dobram-se sobre uma topografia que se torna navegável e ao mesmo tempo habitável. Por fim, inclui-se, ainda nessa categoria, um projeto de paisagismo do próprio Charles Jencks.

A penúltima categoria, *New Cosmogenic* refere-se a aplicação dos modelos atuais de investigação do universo na arquitetura, diversos exemplos incluindo jardins do próprio Jencks e a obra de Neil Denari, cuja forma identifica-se com o modelo dobrável do universo (*manifold universe*) proposto por Stephen Hawking no livro *The universe in a nutshell*; e finalmente, para concluir esta classificação, aparece a *New Form monumental building*, cujo exemplo mais popular é o Museu Guggenheim em Bilbao, onde mais uma vez, o destaque é para o arquiteto Frank Gehry. Esta categoria conta com a presença de edifícios âncora de viés culturalista, como os museus, centros de conferências, aquários, marinas, etc., mas também, e, especialmente, com

uma arquitetura caracterizada pela monumentalidade, conseguida com a forma de implantação do edifício no espaço urbano, a escala, a tecnologia e os materiais utilizados na edificação.

Poucas vezes nos deparamos com a realidade de que o comportamento da sociedade tem se transformado com a incorporação dos novos recursos oferecidos pela tecnologia digital, confirmando, desta maneira, alguns dos prognósticos mais arrojados estabelecidos pelos mais renomados pesquisadores nas décadas finais do século XX, ao tentarem decifrar os novos paradigmas que a utilização intensiva das Tecnologias da Informação e Comunicação, na realização das tarefas do cotidiano, começavam a determinar.

Em uma segunda possibilidade de classificação da produção arquitetônica atual podemos encontrar os arquitetos do ciberespaço, ou seja, aqueles que acreditam que as mudanças no âmbito da disciplina arquitetônica devem estar fundamentadas em princípios e procedimentos projetuais que entendam a arquitetura como um espaço animado e interativo. Com o advento da computação gráfica, eles começaram a utilizar as técnicas de animação infográfica digital, proporcionando mudanças nos procedimentos de representação e de criação do espaço arquitetônico.

Exemplo de destaque nessa área é Marcos Novak, diretor fundador do *Laboratory for Immersive Environments and the Advanced Design Research Program at the School of Architecture*, na Universidade do Texas em Austin, desenvolve suas pesquisas a partir de uma perspectiva fluida do ciberespaço, em geometrias de constantes estados transformativos e acredita na existência de uma arquitetura construtiva para esse ciberespaço, cujas características principais são a imaterialidade, a liquidez, a mutabilidade e a interatividade. É considerado um dos arquitetos contemporâneos que mais investiga a arquitetura virtual e os ambientes inteligentes, utilizando-se de técnicas apoiadas em algoritmos para compor mundos virtuais, híbridos ou atuais, uma base para o projeto de mundos virtuais, espaços virtuais e, finalmente, edifícios virtuais que ultrapassam as simulações dos projetos a serem construídos no mundo físico.

Defende, ainda, que os projetos de arquitetura virtual devem ser desenvolvidos para os ambientes virtuais que constituem um espaço autônomo e essencialmente arquitetônico, para tanto, Novak introduziu uma série de novos conceitos, dentre eles: *liquid architecture* em 1985, que propõe para esses modelos, onde o poder evocativo é fundamentalmente abstrato, criar-se o que ele define como: “arquitetura líquida” (NOVAK, 1991), que passa pela reinvenção da linguagem em procedimentos poéticos. O espaço do suporte digital não está submetido às leis da geometria euclidiana nem às coordenadas do espaço cartesiano. Os objetos nesse espaço são afetados por campos de influências que variam no decorrer do tempo. Uma posição no espaço

só pode ser calculada como fluxo vetorial, de modo provisório, com a propriedade de desdobrar continuamente multiplicidades, por estas razões, Novak se autodenomina um “*trans-architect*”. Praticando a *transarchitecture* busca superar a distinção entre o físico e o virtual através da transmutação do projeto de arquitetura em informação, isso já em 1993 e determinou, ainda, que o Algoritmo é uma das ferramentas indutoras para se criar “*TransArchitectures*”, as quais podem ser consideradas como sendo frutos de processos de desenho paramétrico para produções tectônicas. O conceito de *invisible architecture*, desenvolvido em 1999, definiu a existência de uma arquitetura construtiva para o ciberespaço, cujas características principais são a imaterialidade, a liquidez, a mutabilidade e a interatividade.

Novak trabalha, também, o conceito de espaço virtual, buscando alcançar o subjetivo, o intersubjetivo e o social através deste espaço e, para tanto, o termo *TransArchitecture*, passou a propor um novo olhar sobre a fronteira entre os mundos: concreto e virtual. Por este prisma, pode-se entender que: concebe-se por meio de algoritmos, como síntese morfológica, modela-se numericamente por meio da prototipagem rápida, constrói-se roboticamente novas formas tectônicas, habita-se interativamente os espaços inteligentes, telecomunica-se instantaneamente de maneira panóptica, informa-se através de imersão como proposta na *Liquid Architecture* (figura 08); socializa-se globalmente através dos conteúdos de domínio público globalizado. Trabalhando também com o *cyberspace*, local onde a relação espaço-corpo é negada e não há leis apenas sensações, como ele próprio definiu:

“Cyberspace is a habitat of the imagination, a habitat for the imagination. Cyberspace is the place where conscious dreaming meets subconscious dreaming, a landscape of rational magic, of mystical reason, the locus and triumph of poetry over poverty, of “it-can-be-so” over “it-should-be-so.” (NOVAK, 1991, p.274)

Pode-se observar que há, no mínimo, dois objetivos a serem alcançados pelos arquitetos do ciberespaço: a simulação do mundo físico e a produção de uma arquitetura cujo resultado formal esteja totalmente desvinculado do mundo concreto.

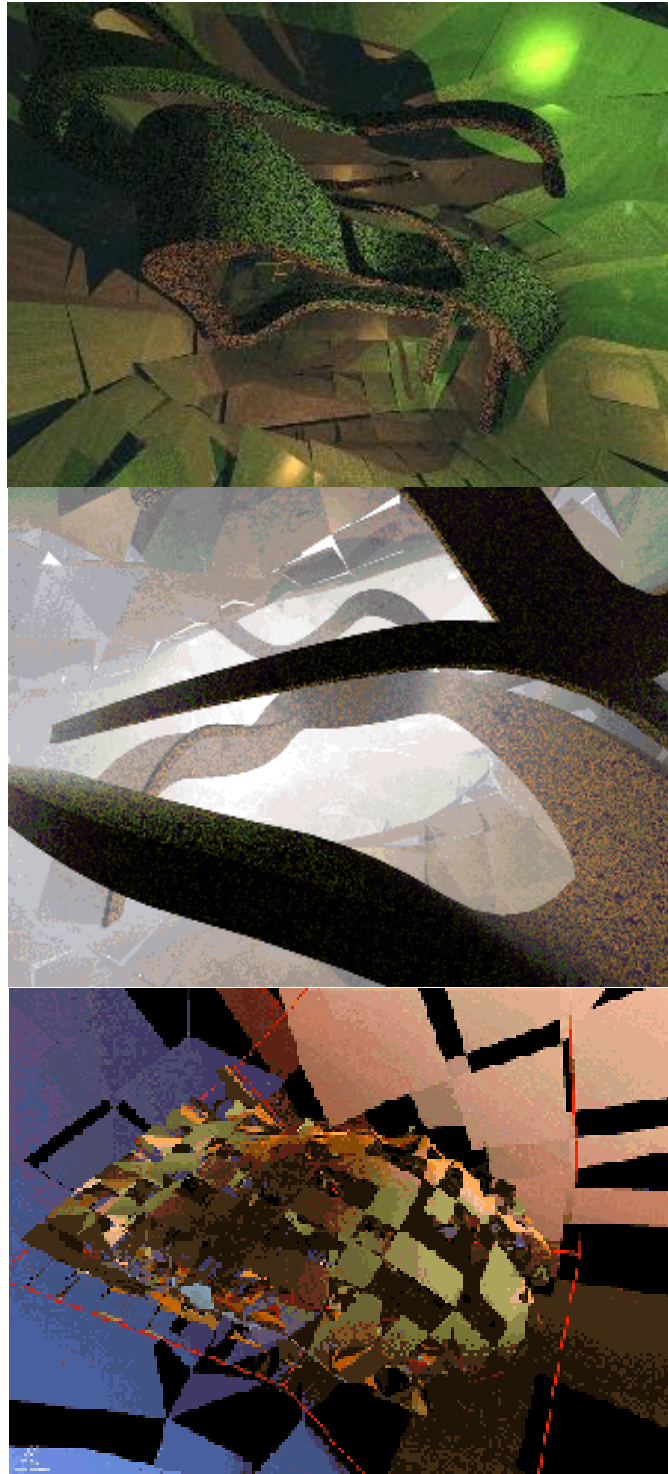


Figura 08: “*In-shell*”, *Close-up* e “*Ext-shell*” vistas do modelo de “*liquid architectures*.”
 Fonte: © Novak, at *CENTRIFUGE website*. In: SILVA, 2005, p. 23.

Novak usa nanotecnologia para a sua *TransArchitecture*, ele insiste que ela está prestes a alterar completamente a arquitetura. Em sua opinião, será possível projetar edifícios que se alteram para ajustar-se as diferentes necessidades dos usuários em tempo real. Esta nova “*neuroarchitecture*” irá substituir tijolos e argamassa, por plástico inteligente e nano materiais,

mantendo o sistema nervoso central interno do edifício informado sobre influências exteriores, podendo ser pensado como uma réplica de um neuro-sistema orgânico, a réplica do corpo humano. (MARKUSSEN, 2005)

É mesmo impressionante como em pouco mais de dez anos um não lugar, formado pelos computadores interligados em redes e estas, por sua vez, interligadas pela Internet, ao que Mitchell (2005) denominou de *cyberspace*, foi capaz de ocupar um espaço tão significativo em nosso cotidiano, concretizando a instigante analogia proposta por este pesquisador que imaginou um paralelo entre o cenário urbano real e uma possível “Ágora Digital”, onde as funções urbanas seriam exercidas virtualmente, embora com resultados concretos no mundo real, a ponto de, hoje em dia, centralizar determinadas atividades fundamentais para o funcionamento da economia global sem que ninguém mais se dê conta disso.

Ganha-se, então, uma nova dimensão em nossas vidas, acrescentando ao cotidiano um tempo paralelo, que quebrou a linearidade de nossas referências cronológicas: enquanto a vida segue, em tempo real, a Internet nos mantém ligados a um fluxo de informações que continuam interagindo em processos assíncronos, dando continuidade a processos concomitantes, que realimentam outros processos na vida real.

Segundo Mitchell (2005), as possibilidades formais que um arquiteto pode explorar se estabelecem por meio da escolha do instrumental de trabalho e dos princípios do que ele próprio denominou “mundo projetual”. “Esse espaço de possibilidades deve ser definido de maneira apropriada à tarefa a ser desenvolvida. As especificações formais de um mundo projetual são implementadas por meio da introdução de mídias apropriadas, como instrumentos de desenho técnico, materiais e ferramentas para construção de maquetes, ou ainda bancos de dados e procedimentos a ele aplicáveis em um sistema CAD. Essas mídias auxiliam o arquiteto em seu processo de exploração de soluções” (Mitchell, 2005, p. 69).

Tradicionalmente o arquiteto se valia de seu gesto, com o auxílio de técnicas e ferramentas, para produzir as representações de projeto. Em quase todos os sistemas de representação (croqui, desenho técnico, perspectiva, maquete, etc.) os elementos externos ao homem estiveram submetidos à sua manipulação. Quer dizer, tais instrumentos eram dependentes das diversas ações, percepções e pensamentos do arquiteto, situando-o no centro do processo produtivo.

Com o modelo digital, esse sistema de produção criativa sofre um abrupto deslocamento. Em contraponto às representações tradicionais, cujo centro é o arquiteto, com os modelos digitais o computador toma para si diversos aspectos técnicos dessa produção. A máquina automatiza grande parte dos procedimentos necessários para a produção da representação. Ainda que essa

asserção possa parecer radical, vale ressaltar que os computadores não são ferramentas comuns, que simplesmente ampliam a capacidade técnica de realizar uma tarefa, assim como um compasso o faz na produção de círculos. Eles fazem bem mais que isso.

A construção dos modelos digitais se vale, necessariamente, dessas máquinas “de pensar”. Trata-se, portanto, de um processo que não se utiliza apenas de técnicas e ações dominadas pelo arquiteto. Tanto quanto o desenho de um círculo aceitável seria improvável sem o auxílio do compasso (ou de um gabarito de círculos) um modelo digital também o seria sem o computador. Apesar dessa asserção evidenciar a necessidade de ambos artifícios para a produção das respectivas representações de projeto, há aqui uma importante ruptura. Enquanto no primeiro caso, os procedimentos e as propriedades da figura desenhada são dominados pelo arquiteto, no segundo o aparelho incorpora e inclusive oculta grande parte da técnica necessária. Por esse motivo, Flusser (1985) considerou o aparelho como sendo uma caixa preta:

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, 1985, p. 34)

A relação dos arquitetos com os novos modos de representação disponíveis vem ganhando bastante notoriedade nas últimas décadas, acompanhando o processo de informatização da disciplina, isto é, em paralelo à inserção do computador e de novos softwares nos processos de produção da Arquitetura. Esses aparatos vieram a complementar, alterar ou, até mesmo, substituir os recursos até então disponíveis ao projetista. Vale retomar o fato de esses recursos digitais acompanharem o surgimento de formas, expressões e espaços arquitetônicos distintos ou, pelo menos, até então relegados à obscuridade e inviabilidade técnica. Tal vem sendo o fascínio pautado nessa intensa disponibilidade tecnológica, que a própria contribuição teórica encontra-se em defasagem perante as inúmeras especulações arquitetônicas produzidas.

Se o computador consegue automatizar operações lógicas, o faz graças à utilização de símbolos específicos em sua memória: a linguagem binária. A partir do controle da transmissão de uma corrente elétrica (como em um interruptor) permite-se que se converta energia em dois estados distintos.

Nesse contexto, o modelo produzido por um computador que se valha da linguagem binária, remete, necessariamente, à redução de praticamente qualquer informação ao código binário

comum - daí seu adjetivo “digital”. E se os modelos digitais baseiam-se na submissão à sintaxe dos dígitos binários e às operações sobre esse código, o número de possibilidades de qualquer informação em pauta está restrito aos modos de manipulação e às possibilidades de combinação dos bits. Essas são operações informáticas, estritamente quantitativas e lógicas, que necessariamente decompõem os fenômenos aos quais se referem. Portanto, quando Flusser (1985) cita o cálculo e a computação, ele não apenas referência a fragmentação dos conceitos em dados binários, mas, principalmente, a possibilidade de processamento desses conceitos por meio de cálculos. Assim, o único vínculo necessário entre os modelos digitais e qualquer fenômeno referente, são os dígitos binários e o cálculo. Sob tal ótica, com a inserção dos modelos digitais no processo de criação e produção da Arquitetura, estabelecem-se novas relações entre o arquiteto e seu instrumento, pautadas na manipulação da informação pura como matéria prima. Consequentemente, ocorre um distanciamento da matéria e da manipulação de objetos concretos, enfatizando-se a operação de conceitos, que pode ou não gerar objetos materiais. Há um predomínio da perspectiva teórica sobre o suporte material.

O sistema de representação tornar-se um mecanismo poderoso de orquestração de dados fragmentados, assegurando o predomínio dos procedimentos fundamentados em informação sobre a aparência dos modelos. Como consequência, a forma resultante de qualquer representação não possui uma configuração estável, pois está atrelada aos próprios modos de articulação de dados propostos.

Vale notar que Flusser diagnosticou, no âmbito dos códigos, “não apenas a progressiva digitalização da mídia visual, mas também a matematização do mundo técnico-científico”. Dessa forma, o autor sintetiza, com o gesto do cálculo e da computação, uma condição epistemológica muito específica, na qual os códigos artificiais, neste caso, a informação digital, que possibilitam tanto matematizar os fenômenos percebidos no mundo concreto quanto, principalmente, a modelagem e simulação numérica de fenômenos inexistentes e improváveis. Existem softwares capazes de modelar objetos, ou espaços, impossíveis de serem sequer pensados, muito menos desenhados, por seres humanos, a partir de equações matemáticas ou scripts paramétricos. Dos “antigos” *paracube* de Marcos Novak, cuboide paramétrico que foi manipulado para criar duas formas: a estrutura do esqueleto e uma pele lisa e cuja parametrização permitiu a suavidade de cada elemento a ser definido e manipulado através de fórmulas computacionais (figura: 09) apresentados em 1999 ou os *belbs ou blobs* de Greg Lynn, no ano de 2001, até aspectos meramente tecnológicos relacionados com os formatos BIM (*Building Information Modeling*) que a indústria da construção está impondo à arquitetura, a

única ação humana que talvez contribua para este novo cenário produtivo seja a de “lançar os dados” pressionando a tecla “*enter*”.



Figura 09: Paracube (1997-1998)
Fonte: Novak, 2006 apud YARDIM, 2007, p. 35.

A utilização e evolução dos meios infográficos ampliaram a possibilidade de aplicação do novo discurso arquitetônico que estava se formando a partir das ideias oriundas de um paradigma digital. O desenvolvimento do processo projetual a partir da computação gráfica é amplamente difundido por Greg Lynn na contemporaneidade e acaba por dar origem, então, ao conceito da *blob architecture*: entidades fluidas ou quase sólidas cujas formas não são estáticas, mas sim imersas em fluxos dinâmicos.

O arquiteto norte americano Greg Lynn, titular do escritório G. L. Form não utiliza prancheta em seu escritório há mais de dez anos, substituindo-a pelo computador em todas as etapas de projeto, utilizando o sofisticado software de modelação 3D MAYA 7.0 para conceber suas obras.

O Autodesk Maya ou Maya é um software de animação computadorizada 3D com ferramentas potentes de modelagem, renderização, simulação, texturização e animação sendo um dos principais aplicativos de criação de gráficos tridimensionais complexos. O Maya é utilizado por estúdios de cinema, canais de TV e desenvolvedores de jogos na criação de seus materiais utilizando seu ambiente de criação adaptado à composição em HDR (*High Dynamic Range* – alta extensão dinâmica), facilitando a aplicação de efeitos de iluminação, profundidade de campo e correção de cores. Também é possível controlar nos objetos modelados, chaveamento (*keying*), perseguições (*tracking*), pintura e diversos outros efeitos essenciais para cenários tridimensionais convincentes.

A utilização do Maya para projetos arquitetônicos pode ser observada na proposta para o concurso da *Triple Bridge Gateway to 9th Avenue*, realizada em parceria por Greg Lynn e

Edward Keller em 1995 (figura 10). A geração da forma arquitetônica foi desenvolvida no software de animação Maya utilizando a ferramenta específica de animação: *keyframing*, na qual são estabelecidos forças e vetores sobre um modelo tridimensional do entorno (fluxos, pessoas, etc.) e as partículas digitais são lançadas. A partir desse procedimento estabelecem-se trajetórias que são, posteriormente, convertidas nos elementos estruturais da ponte.

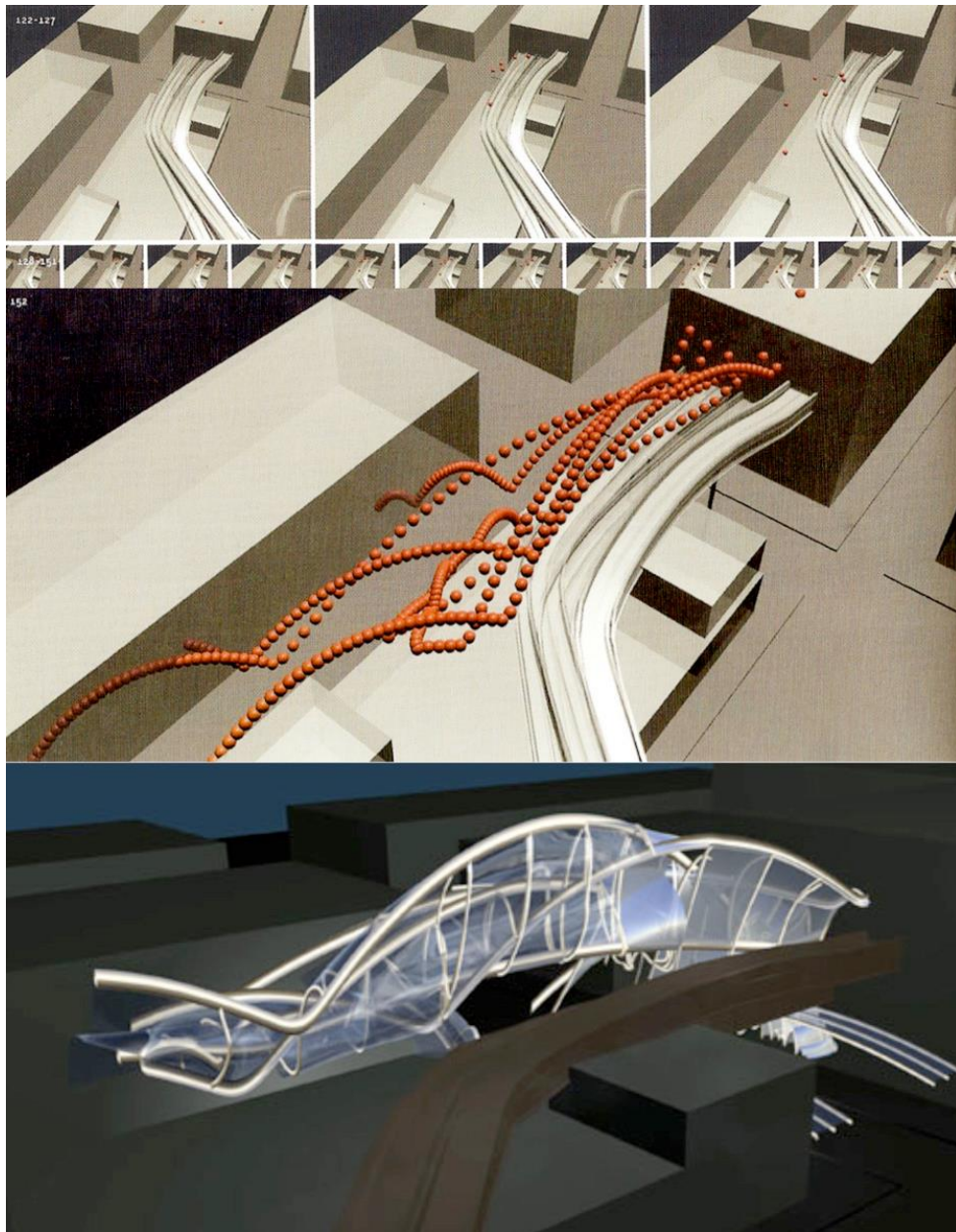


Figura 10: Proposta para o concurso da *Triple Bridge Gateway to 9th Avenue*
Greg Lynn & Edward Keller, 1995.

Fonte: LYNN, 1999 apud VELOSO, 2009, p. 20.

Posteriormente à maquete virtual, o arquiteto produz a maquete física, a partir de uma máquina de prototipagem rápida que possui em seu escritório, trazendo para o espaço concreto aquelas formas produzidas no virtual, podendo conferir a volumetria e os detalhes da obra.

Lynn confia também às novas tecnologias a produção informatizada de sofisticadas peças construtivas e a execução do projeto. Nesse sentido, um de seus projetos mais conhecidos é a *Embriologic House*, de 1999 (figura 11), no qual o arquiteto buscou reinventar a moradia baseando-se na forma genética como um início da animação interativa, concebendo-a inteiramente a partir do computador, depois de produzir as mais diversas simulações.

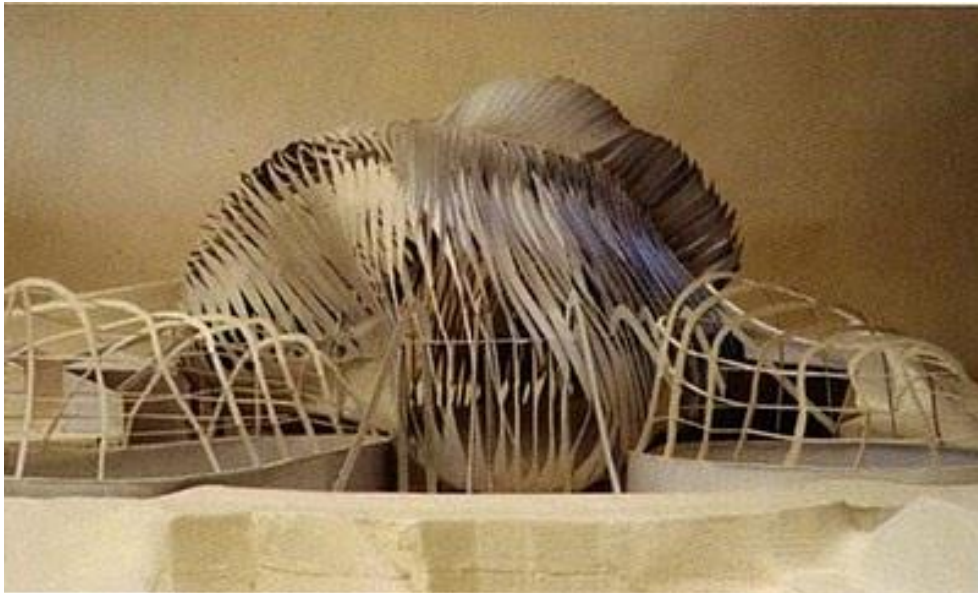


Figura 11: Maquete da casa: *Embryological House* - Greg Lynn - EUA, 1998-1999.
Fonte: <http://www.docam.ca/conservation/embryological-house/modellg02SMALL.jpg>
Acesso em: 11, 2015.

Neste projeto, ainda não construído no espaço concreto, sobre produção controlada por computador, produziram-se cerca de 2048 painéis, dos quais, cada um é único em forma e tamanho. Painéis individuais foram interligados uns aos outros, de modo que uma mudança em um dos painéis pode ser transmitida para todos os outros do conjunto. As variações dessas superfícies são virtualmente infinitas, ainda que em cada variação há sempre um número constante de painéis com uma relação firmada com os painéis próximos. O volume é definido por um contorno suave e flexível de curvas, e não um conjunto fixo de pontos rígidos, e ao invés de aberturas convencionais de portas e janelas, uma alternativa foi criada pelo arquiteto: graças ao sistema de vedação flexível, composto por lâminas sobrepostas, as aberturas nos

painéis seguem as curvas e a geometria, e cada abertura ou concavidade pode ser feita discretamente integrada na superfície, em qualquer lugar que o morador desejar. As partes das curvaturas do invólucro são feitas de madeira, polímeros e aço, todos fabricados através de computadores robóticos e de uma máquina cortante a jato de água de alta pressão.

Apesar de não construído, é interessante relacionar a *Embriologic House* como exemplo sobre as evoluções técnico-construtivas em relação ao desenho de arquitetura, comparando-o ao Renascimento. O arquiteto Greg Lynn mostra nesse exemplo, o uso de uma nova instância nesse contexto, que seria a instância tempo. Ele concebe suas obras adicionando o tempo como parte constitutiva fundamental, fazendo-se necessário, portanto, o uso de vídeos e animações para a simulação, sendo impossível se idealizar a obra apenas com as tradicionais perspectivas. Ao mesmo tempo, o uso da maquete, virtual ou concreta, se faz também fundamental para o entendimento e concepção do projeto, da mesma forma como fora um dia para alguns arquitetos do renascimento, como Alberti.

Nota-se que as novas formas de concepção arquitetônica, através de sistemas digitais, fluidificam a maneira de trabalhar da mente do arquiteto, porque ao contrário dos desenhos, as imagens de computador não são intuitiva e convencionalmente “similares” à realidade. Sua virtualidade lhes permite exprimir a realidade numa abstração que, ao não depender de sua materialização, amplia as possibilidades de experimentação. Mas, é justamente esta virtualidade abstrata a que as equipara com as imagens mentais que deram origem às representações analógicas no passado. Com a vantagem, porém, de poder-se chegar, ainda além, do que nossas mentes ou nossa imaginação poderiam chegar, por meio da utilização de processos de cálculo impossíveis de realizar para nosso cérebro.

É necessário um pensamento que reúna o que está separado e compartimentado, que respeite o diverso sem deixar de reconhecer o uno, que tente discernir as interdependências. O pensamento do complexo planetário remete-nos incessantemente da parte para o todo e do todo para a parte e por este motivo é que uma ética complexa é tão atraente para a contemporaneidade estabelecendo um novo paradigma de conhecimento e postura, que une ao invés de separar, assim como ocorria no Modernismo, entre forma e função. O princípio do Internacionalismo e o Projeto da Modernidade fundamentou-se em Novas Tecnologias, através das quais se podiam aperfeiçoar noções de Funcionalismo. O Funcionalismo se instalou sob o ponto de vista da interpretação prática e estética da Forma, onde todos os pormenores, construção e projeto obedeciam a um propósito, sendo proibidos “embelezamentos” por mero gosto pela ornamentação. Daí função e estilo estarem intimamente associados, numa atitude para com o

design que, em si mesma, associava modernismo e o uso da produção em massa, assim como a pré-fabricação.

A tecnologia esteve subjacente a grandes mudanças: as diferentes partes do Mundo estavam, então, ligadas pelo automóvel e por caminhos-de-ferro, movimentando-se as pessoas e os bens muito mais depressa entre as sociedades. A realidade concreta de que as mercadorias estavam amplamente disponíveis significava que diferentes países podiam se beneficiar delas com maior facilidade. A tecnologia manifestou-se na consciência do povo assim como o fascínio pela máquina e o seu impacto social, exatamente como o impacto das novas tecnologias de informação e comunicação, que embasam o novo paradigma proposto para abarcar e tentar compreender, inter-relacionando (aproximando as partes) o arcabouço de produção arquitetônica contemporânea, entre si e no contexto da globalização da atualidade.

Capítulo 02

Reestruturação do espaço por meio da Arquitetura

2.1 Concepção do espaço Moderno

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 ideia 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.

Durante o século XX houve o agravamento de uma crise disciplinar que vinha desestruturando a arquitetura e o urbanismo. Esta crise se apresentava multifacetada e parecia acontecer em decorrência, principalmente, de causas externas, determinando consequências irreparáveis na produção dos espaços edificados. Sendo derivada de múltiplas origens, parecia ser agravada pela realidade da globalização e pela crescente e inevitável influência do predomínio dos valores definidos pelo mercado para a quase totalidade das atividades humanas e para os ambientes nos quais eram desenvolvidas.

Diferente da prática modernista, pautada na cultura de massa onde se padronizava a produção, a fim de atender, indiscriminadamente, a todos os homens, na atualidade o consumo se encontra alimentado pela oportunidade da segmentação, respeitando as individualidades e buscando atender a esses mercados diversificados como relatado por Jenks (1987):

Com a aldeia global e a revitalização de tantos neo-estilos competitivos, a reivindicação de cada olhar torna-se cada vez mais a fé naquilo que desejaria ser a verdade. Atingimos um ponto paradoxal com a quebra do consenso, com o fim dos estilos nacionais ou da ideologia modernista, onde qualquer estilo pode ser e é revivido. Variedade de humor e conveniência da escolha são valores novos que substituem a ortodoxia do estilo e da consistência. (JENKS, 1987, p.52)

Apesar de parecer contraditório, o dilatado interesse presente pelo tema da arquitetura moderna teve origem, em grande parte, na prática conservadora de acumular referências – ou precedentes exemplares – como ponto de partida para o enfrentamento de novos problemas. Este expediente atingiu de forma extensa e profunda o ensino acadêmico de projeto, nos anos oitenta, e a produção brasileira como consequência.

Tanto na arquitetura como na arte moderna ocorreu um processo de extrema valorização do processo de concepção e construção da obra, que assumiram um caráter quase tão importante quanto o da imagem ou ambientes produzidos, seus respectivos produtos finais. (TASSINARI, 2001)

A partir destas constatações é possível destacar que a industrialização da arquitetura constituiu uma das grandes propostas das vanguardas construtivas, podendo-se atribuir a ela, o curso formal tomado pela arquitetura moderna. A standardização passou a ser perseguida como processo capaz de viabilizar uma construção industrializada e versátil, a partir de uma indústria pensada como instrumento da produção de moradias em larga escala e como indutora da redução dos custos de produção. Na prática, porém, parece ter ocorrido um contágio da produção arquitetônica pelo espírito da industrialização, com a predominância de formas cartesianas e elementares, despojamento, modulações e sistematizações típicas de doutrinas oriundas dos processos adotados pelo *taylorismo* e pelo *fordismo*. Não se pode negar que a eliminação parcial de processos artesanais contribuiu para se chegar aos resultados práticos morfológicos propostos, para além das formas modernas, resultaram muito mais de uma vontade de produzir imagens análogas à produção serial, à estética do tempo, que da efetiva aplicação de processos mecânicos industrializados de construção.

O equívoco do "estilo internacional" tornou-se perceptível à medida que se ampliava o formato inicial restritivo da arquitetura moderna. Le Corbusier introduzia um "primitivismo" a partir dos projetos para as casas Errázuriz (1929) e Mandrot (1931). Aalto dava início à manifestação de traços culturais regionais através da introdução de materiais tradicionais e formas vernáculas

depuradas, o que incluiu *free-forms* dissonantes dos ideais construtivos. A vertente teve prosseguimento através de importantes experiências como o nativismo carioca e as obras de Barragán. A diversidade acentuava-se paulatinamente, persistindo a arquitetura moderna como um conjunto, a partir de fatores mais profundos que a aparência geral dos edifícios. (LUCCAS, 2008)

Concentrado na década de 1980, o período marcado pelo ideário pós-modernista no Brasil apresentou um amplo espectro de atitudes retroativas: de frivolidades desmedidas a revisões de tom grave sobre temas primordiais como cidade, contexto e edifício. Foi uma década de reinvenção da arquitetura, de recomeçar a soletrar algumas palavras com o vocabulário e a sintaxe de linguagens que se encontravam em desuso, adotando composições com volumes primários e elementos de arquitetura tradicionais. Evitavam-se, em contrapartida, o uso de pilotis, janelas abertas em toda a extensão da empena edificada e outras conquistas valiosas do período anterior. A atitude regressiva foi gradualmente abandonada após cumprir sua incumbência. Hoje a arquitetura volta a compor algumas frases e até parágrafos inteiros articulados corretamente, porém às vezes o texto soa como plágio, outras vezes apresenta estórias novas ou, pelo menos, novas versões de velhas e boas estórias. Como mais um legado, o período também estancou um pouco da sede pela novidade permanente, resultante daquele meio século modernista de busca incansável de ineditismo e superação.

De acordo com Portoghesi (1980), o declínio da ortodoxia modernista na arquitetura expressa recusa aos sistemas de composição da cultura intelectual da ciência urbana moderna, sustentada por axiomas jamais confrontados com as necessidades impostas pela materialidade da vida de pessoas de carne e osso. Nesse sentido, Charles Jencks, em seu livro *The New Paradigm in Architecture: The Language of Post-Modernism* (2002) definiu como marco simbólico da morte do modernismo e passagem para o pós-modernismo, o dia 15 de julho de 1972, às 15h32min, ocasião em que foi dinamitado, por ser considerado um ambiente degradado e inabitável, o edifício modernista *Pruitt-Igoe* situado em St. Louis, EUA (figura 12), uma versão premiada, de autoria de Minoru Yamasaki da “máquina para a vida moderna” de Le Corbusier.



Figura 12: Imagens da Destruição do Conjunto *Pruitt-Igoe* - St. Louis, EUA, 15/07/1992
 Fonte: <http://arquiteturadocaos.blogspot.com.br/2009/10/minoru-yamasaki-o-arquiteto-do-po.html>

O modernismo em arquitetura realmente via o passado sob o signo da suspeição. À força de buscar a expressividade dos novos materiais, tolhia a imaginação, aberta apenas para um futuro nem sempre promissor. Herdeiro da modernidade, ele se construía e se refazia incessantemente, acelerando muitas vezes no vazio, na direção de sua própria superação. Ao recuperar a tradição, os pós-modernos reinvestem de sentido formas que, diante da proeminência e da sofreguidão do ângulo reto, haviam sido relegadas a um segundo plano. Pirâmides, colunas gregas, frontispícios neoclássicos adquirem assim direito de cidadania nas sociedades industrializadas. Além do interesse inicial pela aparência pura e simples das formas da arquitetura moderna, gradualmente também foram valorizadas outras questões bastante fustigadas por uma revisão crítica, nem sempre fundadas, como a própria concepção do projeto nos moldes modernos, as tipologias sintéticas identificadas com o período, como as “barras” e “placas”, e até mesmo a ética perseguida nas relações entre forma e função, técnicas construtivas e materiais aplicados. A retomada de instrumentos modernos de enfrentamento do projeto, mais que mera adoção de imagens superficiais, colocou-se como alternativa ao formato conservador que passou a prevalecer nos anos 1980, excessivamente apoiado no desdobramento de casos precedentes e limitado por consequência. O tom conservador, entretanto, não diminui o mérito daquelas “vanguardas retroativas”, como assim podemos chamá-las: seu papel foi fundamental na

retomada do "fio condutor" da arquitetura, que hoje procura novamente estar alinhada com seu tempo, porém tornando-se menos dogmática e sentenciosa.

Existe um sentimento coletivo intrínseco de que a produção de projetos de arquitetura contemporânea apresenta referências pautadas no passado recente, mais particularmente no estilo moderno. Identifica-se o ressurgimento, na década de 1990, de uma arquitetura progressiva alinhada com ideais construtivos, que busca a síntese e o rigor das formas, bem como a retomada da adoção das soluções apoiadas nos recursos da tecnologia, não só do ponto de vista da produção do espaço, mas também do processo de concepção e elaboração do projeto arquitetônico.

Vale lembrar o caminho inverso percorrido pela produção pós-modernista, negando conquistas tecnológicas importantes, como os grandes vãos, e transmitindo aparência plástica linear a seus edifícios, ou seja, utilizando vedações com o aspecto de paredes autoportantes, em detrimento da suspensão própria das estruturas independentes. Essa prática buscou amparo em argumentos sólidos como a crise do petróleo desencadeada em 1973, que questionou a viabilidade das cortinas de vidro e abriu passagem para retorno de fachadas com predomínio de paredes sobre aberturas, como forma de conservar energia; um modelo que atingiu sua provocação máxima em edifícios como o Portland (1980), de Michael Graves, contando com as obras de Aldo Rossi e Mario Botta entre seus melhores exemplos.

O exame superficial da questão conduz a um equívoco semelhante ao cometido nos primórdios do Movimento Moderno, quando se tentava definir o fator de unidade da arquitetura produzida. A ilusória definição de um "estilo internacional", durante o período entre guerras, foi o modo que se tentou explicar a unidade de uma produção heterogênea e até mesmo disparatada. Mais que um vocabulário de formas sintéticas e despojadas, nem sempre compartilhadas pelas diferentes vertentes e autores, o grau acentuado de abstração presente no processo de projeto foi o fator responsável pela unidade da arquitetura moderna.

O principal ponto de contato entre a arquitetura moderna e a contemporânea parece não consistir na utilização de formas ou repertórios semelhantes, mas no retorno de uma acentuada abstração presente no processo de projeto, após um período no qual prevaleceram modelos tipomorfológicos e imagens referenciais tomadas de forma mais literal. Também é oportuno mencionar fatores menores, mas igualmente importantes, que contribuem para transmitir esta semelhança entre os dois períodos, como a presente revalorização do design moderno produzido ao longo de mais de meio século: móveis, luminárias e outros acessórios criados por Mies van der Rohe, Le Corbusier e Charlotte Perriand, Arne Jacobsen, Achille Castiglione, Harry Bertoia e os Eames, entre muitos outros, estão mais presentes que nunca nos interiores despojados das

numerosas publicações sobre a arquitetura atual, estimulando a ilação entre moderno e contemporâneo.

É natural que a arquitetura presente siga plural como a sociedade de seu tempo, abarcando desde os adeptos do deconstrutivismo a “neomodernos”, passando por tonalidades historicistas e permissões comerciais pitorescas ou dos intelectualizados que valorizam o kitsch.

Não resta dúvida, entretanto, que merece ser definida contemporânea a arquitetura representativa do momento atual, retratando o patamar tecnológico e a sensibilidade estética de nosso tempo, entre outros aspectos.

Apesar do visível anseio de modernidade da arquitetura atual, o que seria mais adequado tratar como uma essência progressiva, ainda persiste a ideia de referência na ação projetual. Aliás, a adoção de precedentes exemplares na concepção da arquitetura manteve-se mesmo durante a hegemonia das ideias modernas: contrariando a falácia que associava arquitetura moderna a ato criativo genuíno, soluções paradigmáticas se tornaram multiplicáveis. A geração da arquitetura nos moldes atuais segue equilibrando-se entre um determinado conhecimento prévio do tema – os modelos e soluções exemplares – e a capacidade de abstrair propondo soluções específicas para cada caso. Ou seja, uma combinação que Quatremère de Quincy qualificou como "invenção versus convenção": dois ingredientes sempre presentes em proporções específicas na arquitetura, dependendo do contexto e da capacidade dos autores do projeto de dosá-los. Também é notório que o caminho para uma arquitetura atual, como parte da prática profissional vem demonstrando, passa pelo retorno da abstração ocupando lugar destacado no projeto, como forma de transpor o existente, prosseguir. Conceituar uma arquitetura como “abstrata”, todavia, é força de expressão: na arquitetura sempre houve e haverá abstração; o que pode variar é seu grau de participação no processo.

A adjetivação da arquitetura contemporânea como moderna também abarca o espírito progressivo daquela espécie de endorfina que sana o comportamento depressivo das últimas décadas do contrastado século passado.

2.1.1 Concepção brasileira do espaço Moderno

O ponto de partida do movimento da Arquitetura Moderna no Brasil foi basicamente a tradição de bom senso, equilíbrio e de constante mudança para se adaptar às condições sempre novas de um país ainda em fase de formação. Essa tradição, ou talvez a atitude espiritual que ela refletia,

levava a uma autoconsciência das ideias lançadas por Le Corbusier. As ideias de Corbusier, de Gropius, de Van der Rohe e de Wright produziram um impacto estimulante, que lhe deram vigor e direção. O caráter próprio que a Arquitetura Moderna brasileira rapidamente assumiu, e que a distingue dos movimentos similares na Europa e nos Estados Unidos da América do Norte, também estava ligado a essa mesma tradição.

No âmbito da arquitetura, o modernismo utilizou um sistema projetual onde a transformação do ambiente construído ocorreria, positivamente, através do método, da razão, dos novos meios tecnológicos e do valor social da arquitetura e do urbanismo. Foi uma utopia baseada no rompimento do uso histórico do simbolismo, na ordem racional da cultura e na ideia de progresso tecnológico, relacionados com a liberdade individual e a paz social.

No Brasil, revelou-se uma nova produção, repleta de charme e novidade, a primeira aplicação em larga escala dos princípios de Le Corbusier, Gropius e Van der Rohe, uma arquitetura que se havia materializado mais cedo em outras partes do mundo, na primeira fase da Arquitetura Internacional, mas que no Brasil tinha agora encontrado sua expressão artística.

Vale destacar que a Arquitetura Moderna foi introduzida no Brasil, como já relatado, por meio da atuação e influência de arquitetos estrangeiros, europeus e americanos, adeptos do movimento, entretanto foram arquitetos brasileiros, como Oscar Niemeyer e Lúcio Costa, que mais tarde tornaram esta Arquitetura aceita e reconhecida internacionalmente. Também merece destaque, o fato de ter sido o arquiteto russo Gregori Warchavchik quem projetou (1927) a “Casa Modernista”, primeiro exemplar edificado da Arquitetura Moderna, construída em São Paulo no bairro da Vila Mariana entre os anos de 1929 e 1930.

Da experimentação à consolidação da Arquitetura Moderna brasileira, o movimento se afirmou como linguagem a partir dos anos 1930 e se consagrou ao longo das décadas de 1940 e 1960, inclusive internacionalmente. Porém, o primeiro grande marco da arquitetura moderna foi uma obra monumental: o Ministério da Educação e Saúde (hoje Palácio Gustavo Capanema), construído entre 1937 e 1943, no Rio de Janeiro, edifício que teria forte impacto internacional. O projeto contou com a consultoria de Le Corbusier (que o inclui na lista de suas obras completas), e teve a participação de Affonso Eduardo Reidy, Jorge Moreira, Carlos Leão e Ernani Vasconcellos, sob a liderança de Lucio Costa e de Oscar Niemeyer. (CAVALCANTI; LAGO, 2005)

O pavilhão do Brasil para a Exposição Universal de 1938-1940 realizada em Nova York, cujo projeto é fruto da parceria de Oscar Niemeyer e Lucio Costa, seguido da exposição e publicação do catálogo *Brazil Builds*, organizados pelo Museu de Arte Moderna (MoMA) de *New York* em 1943, e do número especial dedicado ao Brasil da revista *The Studio* (1943), podem ser

considerados o segundo momento a despertar o interesse estrangeiro pela produção arquitetônica brasileira, até então entendida pelas tramas historiográficas internacionais como marginal ou periférica, desinteressante de um modo geral e, portanto, não característica daquilo que se entende àquele tempo por universo arquitetônico moderno.

O terceiro momento decisivo para a arquitetura brasileira foi a repercussão internacional que obteve o conjunto da Pampulha, em 1943, (igreja, iate clube, casa de baile, cassino), complexo que definiu Oscar Niemeyer como o grande nome de sua geração com reconhecimento público registrado em várias edições das principais revistas europeias entre as décadas de 1940 e 1960, tais como: *L'Architecture d'Aujourd'hui* (1947, 1952, 1960, 1964), *Architectural Forum* (1947), *The Architectural Review* (1954), *Nuestra Arquitectura* (1960) e *Zodiac* (1960).

O reconhecimento mundial de Lucio Costa se consolidou com o projeto do Plano Piloto de Brasília, o arquiteto frequentou o curso de Arquitetura da Escola Nacional de Belas Artes e apesar de praticar uma arquitetura neoclássica durante seus primeiros anos de atuação profissional e ter defendido, em certos momentos, uma arquitetura neocolonial, acabou por romper com essa formação historicista da escola e passou a receber influências da obra do arquiteto franco-suíço Le Corbusier. São inúmeras as obras que Lucio Costa desenvolveu em sua carreira como arquiteto. A de maior importância é sem dúvida o Ministério da Educação e Saúde no Rio de Janeiro.

A revolução artística, que aconteceu na Europa nas primeiras décadas do século XX, exerceu grande influência sobre o trabalho de Lúcio Costa, que largou o Neocolonial no final da década de 1920, e passou a projetar casas em concordância com os conceitos preconizados pela arquitetura moderna. Pela falta de clientes reais, desenhava diversas “casas sem dono”, esboços, muitos dos quais nunca chegaram a ser construídos. Estudou as diferentes correntes que se desenvolviam pelo mundo naquele momento, buscou compreender, principalmente, os fundamentos conceituais do trabalho do arquiteto francês, Le Corbusier e decidiu-se por trazer o modernismo para o país.

A primeira articulação no sentido da modernização do pensamento brasileiro em relação às artes foi a realização da Semana de Arte Moderna, em São Paulo no ano de 1922, com reflexo reconhecido muito mais na literatura e nas artes plásticas, com Mário e Oswald de Andrade e Anita Malfatti, do que na arquitetura.

A produção paulista tinha como proposta resgatar as raízes brasileiras e sua cultura livre da influência dos países desenvolvidos, como havia ocorrido nas décadas anteriores ao manifesto. Lucio Costa lia e escrevia muito, conseguiu, desta maneira, aliar os elementos necessários para que o movimento de fato acontecesse e foi um dos principais responsáveis por formular

conceitualmente a existência de um movimento de arquitetura moderna brasileira, ainda que não houvesse participado da Semana de 1922.

Assim como suas experiências ao longo da década de 1920, também sua aproximação com a arquitetura de Le Corbusier foi importante para os rumos da produção de Lucio Costa e da arquitetura brasileira que se estabelecia a partir daquele momento. Para tornar coerente sua formulação para a arquitetura moderna brasileira e atrelar a arquitetura a um projeto de identidade nacional, Lucio Costa precisou desqualificar determinadas tendências arquitetônicas que não cabiam em seu discurso. Assim, estabeleceu continuidade entre as arquiteturas antiga (colonial) e moderna, baseando-se principalmente nas técnicas construtivas e na austeridade formal de ambas.

A mão hábil aliada àquilo que Goldschmidt (1994) define como “pensamento visual de projeto” de Lucio Costa possibilita-lhe empregar o desenho para a descoberta do projeto de maneira exemplar. Há registros de que o provável “primeiro” estudo para o projeto de Brasília (figura 13), que não possui nenhum registro de data ou de escala e foi realizado a lápis sobre papel tamanho ofício (22 cm x 34 cm), guarda as marcas de dobra ao meio, documenta possivelmente o primeiro momento de uma sequência de raciocínio, porque apresenta as proposições mais rudimentares em relação ao desenho final.

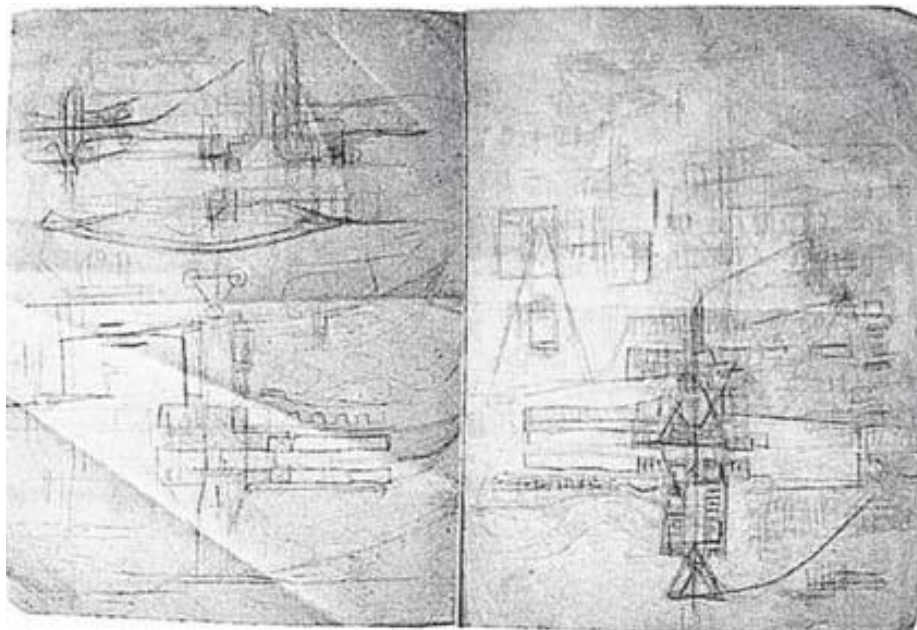


Figura 13: Provável “primeiro” estudo para o projeto de Brasília
Fonte: BARKI, 2005, p. 10.

Foi com Lucio Costa que Niemeyer começou seu aprendizado. Estagiou com ele e participou das discussões com Le Corbusier acerca da construção do Palácio Capanema, juntamente com outros arquitetos que chamou para dividir o projeto: Carlos Leão, Ernani Vasconcellos, Jorge Moreira e Affonso Eduardo Reidy. Foi com o Plano Piloto, projeto de urbanização para Brasília, já com o movimento consolidado, em fins da década de 1950, que Lucio Costa ganhou projeção com a implantação do Plano Piloto e Niemeyer pelos projetos dos prédios da capital nacional. Olhados juntos, Costa e Niemeyer, pode-se referir que o trabalho de um com certeza não teria o mesmo valor sem o trabalho do outro. Afinal, a arquitetura moderna brasileira ganhou notoriedade internacional graças às ideias trazidas por Lucio Costa e executadas por Niemeyer, que foi quem lhe deu visibilidade. Enquanto Niemeyer foi e é o projetista de renome, Lucio Costa foi o pensador, produtor dos diversos textos que trouxeram e consolidaram a arquitetura moderna no Brasil.

Já o reconhecimento de Oscar Niemeyer como um dos nomes mais influentes na Arquitetura Moderna internacional, teve início a partir de seu pioneirismo na exploração das possibilidades construtivas e plásticas do concreto armado. A influência de Le Corbusier é notável nas primeiras obras de Niemeyer. Porém, pouco a pouco o arquiteto adquire sua marca: leveza nas formas curvas criando espaços que transformam o programa arquitetural em ambientes inusitados. As adaptações que o arquiteto produziu conectando o vocabulário barroco ao modernismo arquitetônico possibilitaram experiências formais com volumes espetaculares. A arquitetura de Brasília, prevista nos esboços com que Lucio Costa concorreu ao concurso internacional de projetos para a nova capital do Brasil, foi o impulso definitivo de Niemeyer na cena da história internacional da arquitetura. Assim como vários arquitetos brasileiros, Oscar Niemeyer também recebeu forte influência de Le Corbusier, vindo a adotar a Arquitetura Moderna como forma de expressar sua arte.

Oscar Niemeyer é tido como um dos mais importantes arquitetos não apenas em território nacional, mas, também, em escala mundial. Sua arquitetura está presente em diversos continentes e conforma mais de oito décadas de produção ativa. É reconhecido como um dos precursores da modernidade arquitetônica brasileira, especialmente ao lado de outros nomes de peso, como Lucio Costa, Jorge Moreira, Affonso Eduardo Reidy e os irmãos Marcelo, Milton e Maurício Roberto. O conjunto das obras desses profissionais é o responsável, no entender de Zein (2005), pelo surgimento de uma dita escola moderna brasileira (especialmente ao longo das décadas de 1930 a 1950) que conquista espaço no Brasil e fora dele, sobretudo em função, por um lado, do alto padrão dos projetos propostos e, por outro, da ampla capacidade de fornecer

respostas de cunho legitimamente brasileiro a questões relativas aos ideais modernos, como destacam Cavalcanti e Lago em seu artigo:

Apesar das restrições à forma brasileira de interpretar a linguagem moderna, manifestadas por arquitetos e críticos defensores de uma arquitetura essencialmente funcionalista, já se sabia que, como afirma Dennis Sharp em *A visual history of twentieth century architecture*⁶ “uma nova geração (...) liderada por Lucio Costa e Oscar Niemeyer (...) estendeu as fronteiras da expressão da arquitetura do século XX muito além do que (conseguiu) a maioria dos arquitetos europeus (na década de 1940)”. (CAVALCANTI; LAGO, 2005)

A ação e o prestígio, inclusive internacional, da Arquitetura Moderna Brasileira repercutiu internamente no plano da legitimação e do reconhecimento social da profissão de arquitetura, entendida até então como derivação da engenharia ou atividade artística na construção, que a partir de 1933 foi regulamentada, juntamente com a de engenheiros, com a criação do Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura - CONFEA.

A arquitetura de Oscar Niemeyer, que despertou interesse internacional, a partir de sua divulgação, nos anos 1940, no livro *Brazil builds*, de Philip Goodwin, também obteve o reconhecimento de sua atuação profissional manifestado por seus companheiros de profissão e em 1988 foi agraciado com o prêmio Pritzker.

O prêmio foi idealizado pelo empresário americano Jay Pritzker (1922-1999) para incentivar e estimular, não só, uma maior consciência pública sobre os edifícios, mas também a inspiração e maior criatividade na profissão de arquitetura. Criado com o propósito de "homenagear em vida arquitetos cujo trabalho demonstre uma combinação de talento, visão e compromisso que produzam consistentes e significativas contribuições para a humanidade e para o ambiente construído por meio da arte da arquitetura", o Prêmio Pritzker é considerado o Nobel da profissão. De fato, os procedimentos para nomeação e eleição dos premiados foram baseados

⁶ Traço singular do campo arquitetônico brasileiro é o de terem sido os mesmos arquitetos a revolucionar as formas de vanguarda e fundar um instituto para preservação das formas pretéritas. Deve-se a Lucio Costa o estabelecimento de uma relação estrutural e dialética entre a arquitetura do presente e do passado. Tal postura inspirou, desde os anos 1940, a utilização de construções antigas ou ruínas para novas funções. As importantes igrejas barrocas, por exemplo, são restauradas preservando-se o aspecto original da obra; nas construções de menor importância arquitetônica, como fábricas ou casas em centros históricos, passam a ser objeto de restaurações que fazem questão de não esconder as intervenções modernas. Com esse espírito, vários centros urbanos de cidades brasileiras, têm sido restaurados nas últimas duas décadas. Ao mesmo tempo, edifícios emblemáticos são preservados graças a sua utilização para novas funções, como centros culturais ou comerciais. (Cavalcanti; lago, 2005)

nos utilizados pelo Nobel. Dos trinta ganhadores do Pritzker desde 1979, apenas oito são norte-americanos, quinze são europeus e dois são brasileiros.

Grandes arquitetos contemporâneos já foram premiados, entre eles: Johnson, Stirling, Tange, Niemeyer, Ando, Foster, Piano, Rogers, Moneo, Siza, Rossi, Portzamparc e tantos outros. O prêmio também tem demonstrado uma salutar alternância entre arquitetos inovadores e com grande presença na mídia, como Rem Koolhaas, Herzog & De Meuron e Zaha Hadid, com arquitetos de inserção regional, caso de Hollein, Mendes da Rocha e Glenn Murcutt, cuja premiação os lançou à categoria de estrelas internacionais. (GUERRA, 2009)⁷.

Considera-se o croqui, como sendo um instrumento individual e particular de trabalho do arquiteto ou de sua equipe, o qual cumpre, em circunstâncias normais, seu papel de mediador no ato inicial de concepção de uma proposta para mais além, ser descartado ou, arquivado como documentação de registro de um processo de criação. Na apresentação do projeto a um cliente ou ao grande público, normalmente se utilizam desenhos mais elaborados: as plantas, elevações ou perspectivas recebem tratamento artístico ou realístico, cujo intuito, mais que facilitar o entendimento, seria fascinar o expectador e assim abrir caminho para o convencimento. Para Oscar Niemeyer, no entanto, o croqui não serve apenas como o esboço de uma ideia por vir, pelo contrário, ele o torna instrumento público e abrangente de comunicação do projeto, ativando, inusitadamente, o seu papel retórico. Juntamente com outras ferramentas da retórica, como o texto e a fala, o croqui figura em quase todas as situações profissionais onde o arquiteto esteja envolvido: apresentação de projetos, exposições, entrevistas, documentários – em alguns casos, se transforma na própria logomarca do cliente ou da instituição que solicitou o projeto. O croqui de Niemeyer tornou-se uma marca pessoal e consolidada do seu trabalho, fez mesmo parte da imagem divulgada pelo próprio arquiteto, a facilidade com que projetava em “momentos de prazer” e como era capaz, também, de responder ao imediatismo dos objetivos administrativos e políticos que deram origem a alguns de seus projetos, como o Cassino da Pampulha, 1940, concebido em uma noite, ou o Teatro Nacional de Brasília, 1958, desenvolvido em três dias. Suas obras nasciam de esboços a mão livre de pequena escala, trabalho que realiza individualmente, passando para outros escritórios, arquitetos ou calculistas, a tarefa de viabilizar construtivamente a forma proposta.

O método de trabalho do arquiteto, que privilegiava a concepção e delegava a elaboração dos projetos executivos e detalhamentos, chegou, até mesmo, a ser utilizado como justificativa para

⁷ Abílio Guerra em entrevista à revista AU: **O Pritzker é mesmo um Nobel da arquitetura?** - Edição 180 - Março/2009, disponível em: <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/180/artigo128114-1.aspx>

atrasos e aumento dos custos originais de suas obras, por parte de empreiteiras. A construtora da sede do Superior Tribunal de Justiça/STJ, Brasília, acusada de superfaturá-la, diria ao Ministério Público Federal que o orçamento inicial fora elaborado "a partir de um esboço (...), pois é assim que o renomado artista trabalha, detalhando o projeto ao longo da execução", de acordo com a Folha de S. Paulo, em 13/02/2006.

Alguns desses esboços, provavelmente realizados sem contratação formal, deram origem a uma série de obras que lhe foram imputadas, ainda que não reconhecidas na sua biografia oficial. (DURAND; SALVATORI, 2011)

O arquiteto Edson Mahfuz (MAHFUZ, 2001), após submeter a obra de Niemeyer a uma análise tipológica, morfológica e compositiva, concluiu que ele teria transformado o esquema corbusiano “*Dom-ino*”⁸ em recurso adaptável a programas arquitetônicos de diferentes escalas. Ou seja, primeiro concebia um “sistema estrutural regular, racional e homogêneo” ao qual, a seguir, contrapunha um “sistema de espaços caracterizados como volumes independentes dentro desta grelha estrutural”. Sendo este, um recurso que, por sua vez, permitia inserir formas não ortogonais, linhas fluidas e/ou paredes curvas, definindo uma relação hierárquica entre estas e os espaços ou elementos secundários e repetitivos, como descreve Mahfuz (2001):

[...] Niemeyer emprega um método que consiste na aplicação de um número limitado de estratégias compositivas e elementos de composição a todos os tipos de programa, escolhendo dentro do universo finito do seu repertório as estratégias e elementos que lhe pareçam mais apropriados a cada caso. Este método implica a desvinculação entre forma e função, o que o afasta radicalmente do funcionalismo ortodoxo – que preconiza a função como geradora da forma – e nos permite estabelecer uma inesperada conexão entre seu método de trabalho e o método compositivo de um arquiteto aparentemente tão distante de Niemeyer como Aldo Rossi”. (MAHFUZ, 2001, p. 130)

Estas estratégias definem três partidos básicos. O primeiro, que o autor citado chama de ‘monolítico’ ou ‘compacto’, “determina que todos os elementos sejam abrigados por um volume elementar, ou que tenda, na sua forma geral, à forma de um sólido regular tal qual um

⁸ O esquema *Dom-ino* é um dos mais potentes ícones da arquitetura moderna. Apresentado por Le Corbusier (1887-1965) em 14, foi um dos conceitos fundamentais para o desenvolvimento de sua própria produção arquitetônica e propostas urbanísticas, bem como de toda a arquitetura construída a partir dos princípios do esqueleto estrutural em concreto armado nas últimas oito décadas. CANÇADO, W. LUGARES-COMUNS CLASSIFICADOS: arquitetura e consumo. Dissertação apresentada ao Curso de mestrado da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura. Escola de Arquitetura da UFMG. Belo Horizonte, 2002.

cubo, um cilindro, etc.” Os outros dois estão baseados na mesma estratégia compositiva elementar, na qual a cada função corresponde um volume separado e perfeitamente definido. O segundo, que seria o “instrumental projetual predominante na obra de Oscar Niemeyer”, conforme declarado pelo arquiteto, relaciona estes volumes por interpenetração ou proximidade, caracterizando um único objeto final composto. O terceiro, utilizado em programas de grande escala, define volumes prismáticos regulares para as funções hierarquicamente menos importantes e formas mais complexas para as funções especiais, “em geral envolvendo o uso de curvas em planta e corte”, em composições em que as distâncias entre os elementos, ou partes do projeto, também são maiores.

As consequências urbanísticas inadequadas de alguns dos projetos de Niemeyer, decorrentes de decisões equivocadas e que teriam por base uma modernidade “anacrônica”, foram também questões colocadas por Comas, em 1986. Para este, as dificuldades de Niemeyer já estavam claras na concepção arquitetônica dos edifícios de Brasília, nos quais a abstração crescente o levava a:

“[...] confundir arquitetura com escultura, sacrificando a lógica interna à plástica exterior – compreensível talvez no Palácio do Congresso, mas não justificável de todo; tendência a descurar a caracterização e a formalização do espaço aberto em torno ao edifício [...]. E daí resulta um espaço aberto de maquete, perceptivamente desolador, conceitualmente passivo, experiencialmente inóspito”. (COMAS, 1986, p.91-92)

O arquiteto aí reincidira injustificadamente no paradigma modernista de 1933, quando foram esboçados os princípios do zoneamento/segregação funcionais e padronização tipológica dos edifícios da Carta de Atenas, ignorando as evidências de sua inadequação à dinâmica urbana contemporânea.

Holston (1993) talvez concordasse com a constatação deste apego do arquiteto ao passado: ao estudar Brasília, atribui ao mesmo paradigma a responsabilidade por subverter a ordem urbana tradicional. O papel ordenador do espaço aberto, com suas ruas, praças, pontos de encontro e mercados, dilui-se num espaço sem limites e sem outra função que a de emoldurar edifícios isolados e esculturais, que se realiza plenamente na nova Capital.

Outros autores demonstrariam a vigência de uma “metodologia de projeto baseada na manipulação de um restrito vocabulário formal”. Ou evidenciariam o valor icônico das formas geométricas simples utilizadas pelo arquiteto, cujo caráter autorreferente e escultural vem se

aprofundando a partir de Brasília, como referido por Borda (2003), procurando analisar a relação entre as formas e o espaço, constata que os volumes de Niemeyer revelam, especialmente na fase pós-Brasília, o mesmo caráter autorreferente e espacialmente autônomo da escultura a que se remetem”. Reconhecendo seu potencial comunicativo que perpetua, por outro lado, a “arquitetura-espetáculo” ali inaugurada é analisada sob o seguinte ponto de vista:

Niemeyer selecionou, especialmente, a representação dos símbolos de poder e a liberdade plástica, em detrimento dos “pequenos detalhes”, conforme enfatizou em seu texto de apresentação do Memorial da América Latina. [...] A boa gestalt de sua arquitetura é bastante apreciada nos meios de comunicação visual: a catedral de Brasília tornou-se o ícone da Capital Federal, a Fiat lançou mão das colunas do Alvorada para identificar um de seus produtos [...]. A pregnância das formas puras de Niemeyer conquistou um caráter histórico semelhante aos templos gregos ou à arte de Piet Mondrian. (CARRANZA, R.; CARRANZA, E. G. R., 2005, p. 1-2)

Pode-se, portanto, examinar a obra de Niemeyer por meio de categorias analíticas instrumentais próprias da arquitetura, não se deixando seduzir pelo caráter intuitivo com que o arquiteto pretende justificar seus desenhos. Rompe-se assim com um enfoque que, retirando o processo criativo do campo das metodologias controláveis, deixa de oferecer lições úteis ao desenvolvimento do campo da arquitetura e abre mão da prerrogativa de fazer discípulos, bem como a de produzir exemplares verdadeiramente paradigmáticos. Evita-se, assim, uma circularidade de raciocínio que levará sempre à reafirmação da originalidade de sua obra, justificando indefinidamente, ao que tudo indica, a condição de “notório saber” que lhe é atribuída e que, no limite, bloqueia a ascensão de novos valores.

Niemeyer sempre se recusou a discutir sua arquitetura de outro ponto de vista que não o da expressão plástica. Mas não se tem conseguido evitar o crivo de uma análise mais completa, que leve em conta condicionantes técnico-ambientais, aspectos tectônicos e padrões desejáveis de habitabilidade e sustentabilidade. Fazendo isso, os pares concorrentes não estarão cobrando nada de espúrio, mas apenas empregando os critérios elementares do modernismo arquitetônico. Reafirmando essa posição, quando perguntado sobre a possível ênfase plástica de seus trabalhos, respondeu: “Na falta de outro assunto, o problema da funcionalidade surge sempre por aí”⁹.

⁹ In **Revista Caros Amigos**, edição 74, 2003. Apud GRUNOW, Evelise. “Caminhos revisitados”, Boletim eletrônico Arcoweb, ed. 22/05/2007.

O processo de concepção em arquitetura é muito complexo, haja vista os múltiplos fatores intervenientes e as inúmeras opções possíveis. Por exemplo, mesmo partindo de diretrizes semelhantes, ligadas à luminosidade dramática que o tema religioso exige, arquitetos podem chegar a projetos diversos. É o caso da igreja do Monastério de *Sainte Marie de La Tourette* (1952-1959), perto da Vila *Eveux-sur-l'Arbresle*, a oeste de Lyon, na França, de Le Corbusier, e a Catedral Metropolitana de Brasília (1958), de Oscar Niemeyer.

Em *La Tourette*, Le Corbusier mostrou uma atitude oposta ao pragmatismo moderno de sua fase purista. Referenciou sua arquitetura ao programa de uma comunidade que não mudou muito desde a época de sua fundação. Uma comunidade que requeria uma obra na qual a *arché*, a autoridade, decorresse de sua permanência, de seus princípios, de seus rituais do dia-a-dia. A partir disso, o arquiteto descobriu novamente a importância em reler, adaptar, interpretar uma tipologia por meio de uma linguagem atual. Certamente, a chave norteadora do projeto foi a luz, e esta iluminava as formas, as quais possuíam “[...] um poder emocional”¹⁰

No projeto da Catedral Metropolitana de Brasília, Niemeyer também usou a luz e a sombra como diretrizes projetuais. Nela encontram-se diferenças e semelhanças em relação à *La Tourette*. O partido geral se definiu pela contraposição entre a intensa luminosidade externa tropical e uma luminosidade interna resultante da transposição da luz natural através das peles duplas do envoltório da cúpula da catedral; ambas intermediadas por um túnel de acesso em plena escuridão. A partir de um retângulo negro no piso branco da praça, a entrada “[...] em rampa leva, deliberadamente, os fiéis a percorrerem um espaço de sombra antes de atingir a nave, o que acentua pelo contraste os efeitos de luz procurados”¹¹. Além disso, marca o primeiro ato de submissão das pessoas, assim como foi verificado recorrente na rampa descendente da igreja de *La Tourette*.

Esse projeto (figura 14), certamente, considerou o fato que as passagens escuras desorientam, espantam, preparam para vivenciar outras luzes, mas, antes de tudo, fazem emergir uma faculdade desconhecida: da alternância de luz e sombra percebe-se um tempo espacial sem ligação com aquele do relógio.

¹⁰ Le Corbusier apud MILLET, M. S. Light revealing architecture. Nova York: Nostrand Reinhold, 1996, p. 76

¹¹ NIEMEYER, Oscar. A catedral. Módulo, n. 11, p. 7, 1958.

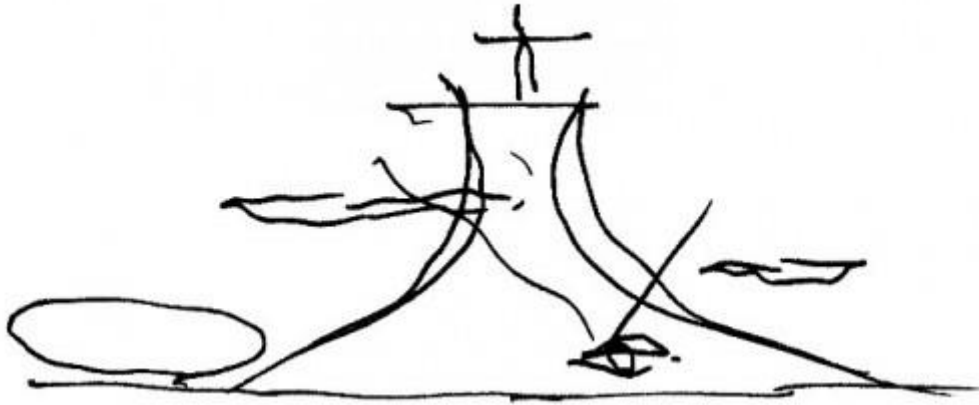


Figura 14: Croqui de Oscar Niemeyer para o projeto da Catedral de Brasília

Fonte: Igor Fracalossi. "Clássicos da Arquitetura: Catedral de Brasília / Oscar Niemeyer" 15 May 2013. **ArchDaily Brasil**. Acessado 22 Mar 2015. <<http://www.archdaily.com.br/14553/classicos-da-arquitetura-catedral-de-brasilia-oscar-niemeyer>>

A Catedral requereria uma proposta estética diversa. Em primeiro lugar, deveria se contrapor à linguagem clássica de volumes regulares, sistema de composição axial e modulação dos apoios, o que definiu o conjunto dos prédios governamentais. Em segundo, reconhecer a tradição das catedrais medievais, densas de valores místicos e simbólicos.

Outra teoria, considera como genial a síntese de Niemeyer transformando a curva plástica da coluna da Alvorada nos 16 elementos estruturais que definem o espaço da catedral. Ao mesmo tempo, integrar a imagem dos apoios primitivos de Stonehenge, com a leveza dos arcobotantes góticos, e converter a estrutura na essência da forma arquitetônica, conforme proposto graficamente por José Barki no artigo escrito com Roberto Segre em 2012 e publicado pela Revista AU, onde discutem as soluções e metodologias projetuais de Niemeyer para a Catedral de Brasília, com o auxílio do instrumental do desenho digital (figura 15), no caso, utilizando a modelagem volumétrica do software 3D Max para demonstrarem suas teses com maior definição e qualidade de imagens virtuais ilustrativas.

O desenho tradicional, analógico ou tecnológico, eletrônico deve estar cercado da saudável inquietação projetual. (NIEMEYER, 1999)



Figura 15: Modelos virtuais (3D Max) de José Barki relacionando as colunas do Alvorada com a estrutura da Catedral de Brasília – DF, 1958 a 1967.

Fonte: SEGRE; BARKI, 2012. Disponível em: <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/226/misticismo-telurico-o-circulo-em-busca-do-equilibrio-e-275969-1.aspx>. Acesso em: Dez/2014.

Usualmente, Niemeyer optava por subverter o corriqueiro, o óbvio. Nos vários edifícios religiosos que projetou ficava evidente sua liberdade, sem angústias e inquietudes éticas, fatores limitantes aos europeus. Lendo o memorial do projeto, percebem-se as referências históricas que inspiraram o arquiteto e demonstraram que ele também se rendia a tipologias: Panteão Romano, Catedral de Chartres, Templo Redondo de Bramante. (BARNABÉ, 2008)

A escolha da planta central poderia ter várias justificativas. A primeira seria a de criar um ponto de atração inequívoco, na extensão do Eixo Monumental, que identificasse o culto religioso. Um círculo vazio, virtual, ou espiritual, que se opusesse à materialidade das cúpulas do Congresso. A segunda derivaria tanto do humanismo renascentista, que buscava um diálogo equilibrado entre o homem e a divindade, quanto das tradições religiosas orientais que, segundo Carl Jung, identificavam na mandala (círculo mágico) o equilíbrio espiritual interior. Esse

círculo mítico é a primeira representação religiosa e telúrica do homem: desde Stonehenge, perdura ao longo da história da Humanidade.

O processo de simplificação das formas arquitetônicas nos projetos para Brasília tem suas primeiras manifestações nos projetos para os edifícios que compunham o conjunto localizado em um terreno hipotético, à margem do lago Paranoá.

O projeto desse conjunto foi concebido por Niemeyer antes mesmo do concurso para o Plano Piloto. O conjunto é composto pelo Palácio Governamental, Residência Presidencial, Igreja e Hotel, e possui uma linguagem que ainda se relaciona com alguns de seus projetos do início dos anos 1950, principalmente com o conjunto do Parque Ibirapuera (1951), que se caracteriza pelo uso dos grandes paralelepípedos de proporção longilínea, suspensos por pilotis e com acessos abrigados por marquise sinuosa. Essas características são encontradas tanto no projeto do Hotel como no da Residência Presidencial.

Esse primeiro conjunto de projetos, assim como todos os projetos definitivos que se concretizaram em Brasília sintetizam a experiência de Niemeyer através de sua relação com as linguagens do plano e do volume, do bidimensional e do tridimensional, tendo como referência as obras de Mies Van der Rohe e Le Corbusier, respectivamente.

Quando Niemeyer projetou para além dos limites dos fechamentos verticais, tanto na laje de piso como na laje de cobertura eram enfatizadas as qualidades de leitura do espaço pela composição de planos autônomos, o que não ocorre na residência de Mies van der Rohe, que se configura como uma caixa de vidro suspensa com a existência do beiral em apenas um de seus lados, caracterizando um partido formal mais contido que o do Pavilhão de Barcelona.

Com essas comparações percebe-se que Niemeyer não executava apenas uma leitura criteriosa da obra de Mies Van der Rohe nos projetos de alguns dos palácios de Brasília, mas revigorou e potencializou as qualidades da espacialidade determinada por *Mies* como imaterialidade, multidirecionalidade espacial e um rigor estético que retrata apenas o essencial, caracterizado pelo mínimo de utilidade num máximo de espaço. Se Mies articulava o vazio com o plano, Le Corbusier concebia volumes com aberturas contidas em suas faces suspensos parcialmente ou em sua totalidade por pilotis.

Em sua trajetória, de Pampulha a Brasília o arquiteto passou pelo universo da diversidade das formas livres como contraposição ao Estilo Internacional, e culminou em uma leitura do espaço baseada nos volumes puros de geometria simples, dispostos em gigantescas esplanadas que destacam a autonomia plástica de cada volume ao mesmo tempo em que nos permitem reconhecer o equilíbrio e a unidade entre os objetos.

O processo de alterações que os projetos de Niemeyer sofreram no período compreendido entre Pampulha e Brasília caminharam para uma concisão formal e uma metódica e consciente busca pelo simples, pela solução que agrega todo o programa do projeto em poucos volumes e, às vezes, em um só.

De Pampulha (1943) ao Conjunto do Parque Ibirapuera (1951), já se nota uma clara alteração na linguagem na obra de Niemeyer, no sentido de uma maior pureza formal. Enquanto na Pampulha os objetos são resolvidos através da manipulação da diversidade da forma (abóbada – igreja; cilindro e marquise sinuosa – Casa de Baile; cubo recortado e colunas em “V” – Cassino; telhado invertido – Iate Clube), no projeto para o Parque Ibirapuera o arquiteto resolveu todo o programa através da utilização de barras horizontais suspensas, interligadas por marquise de contorno mais distendido que aquela da Casa de Baile, utilizando-se de apenas dois objetos de volumetria mais complexa: uma cúpula construída através da sobreposição de uma calota esférica a um tronco de cone raso e um prisma invertido.

Quando analisamos os primeiros projetos de Niemeyer para os Palácios de Brasília, nota-se a clara semelhança com o projeto do Conjunto do Ibirapuera - SP, dada pela solução dos edifícios baseados em barras horizontais suspensas, mas a marquise curva já está ausente. As únicas marquises existentes não conectam os volumes, apenas funcionam como abrigo ao acesso, ou encontram-se sobre a laje de cobertura e o contorno sinuoso dá lugar a um perfil recortado e anguloso.

Essas análises servem para demonstrar o processo de simplificação da forma a partir do projeto do Conjunto da Pampulha, culminando no projeto dos palácios de Brasília que, juntamente com o projeto do Museu de Arte de Caracas, inauguraram uma nova fase na obra de Oscar Niemeyer, baseada na utilização de formas de volumetria simplificada, explorando a estreita relação entre os partidos estrutural e formal.

O método, o percurso e as escolhas feitas pelo arquiteto no período posterior a Pampulha, encontram-se concentrados nos estudos para o Congresso Nacional que, não apenas ilustram as alterações conceituais de um período de sua obra, como representam o processo de modificação de um ideário arquitetural que perdura com todo vigor até os dias atuais. A articulação de formas pertencentes a projetos anteriores a Brasília, dentro de uma concepção mais purista, fez com que Niemeyer descartasse soluções baseadas no arranjo de diferentes tipologias formais (cúpula, marquise, trapézio e piloti) em uma mesma proposta. O exercício de revisão de um repertório inspirado em um vocabulário formal baseado no Conjunto da Pampulha fez com que o arquiteto redesenhasse esse mesmo vocabulário formal, agora com um tratamento mais elementar e sintético.

O processo de desenvolvimento de um projeto, para Niemeyer, estava longe de ser um ato meramente ocasional ou displicente, ao contrário, apresentava-se como uma ação consciente e racional, baseada na articulação entre o plano, o volume e o vazio, onde o que deve ser considerado não é apenas a mera invenção, mas o aperfeiçoamento de um sistema de formas e princípios organizativos baseados em uma condição indissolúvel: a beleza. (QUEIROZ; IMBRONITO, 2005)

Enquanto a nova Capital prosperava, sob o reconhecimento indiscutível do talento plástico de Oscar Niemeyer, a carência de obras sociais de grande porte e de planejamento adequado ao crescimento populacional acelerado do país, restringia as demais cidades brasileiras a um cenário caótico, empobrecido do ponto de vista socioeconômico e da estética na arquitetura. Neste momento surgia em São Paulo uma produção que, assumindo uma posição crítica inédita, interrogava as contradições da modernidade face à realidade vigente do país. Constituindo-se como movimento coletivo, a ponto de formar verdadeira escola, a geração dos arquitetos paulistas, liderada pela personalidade catalizadora de Vilanova Artigas, teve caráter transformador na articulação dos elementos que resumem as questões de ordem social, tecnológica e econômicas, através de uma ideologia que relacionava politicamente arquitetura e cidade. Dentre os arquitetos formadores dessa produção, sobressaiu-se Paulo Mendes da Rocha, sobretudo pela habilidade em adicionar notória originalidade plástica as questões utilitárias.

Na concepção de alguns setores da crítica arquitetônica havia uma busca excessiva por soluções meramente “estéticas” e “leves” na arquitetura brasileira dos anos 1940, fato que determinou o aparecimento, na década de 1950, de um movimento brutalista brasileiro, movimento este, que defendia a ideia de que a forma era determinada pela solução estrutural e a mesma deveria explicitar uma certa “presença” expressiva. Esse caminho foi seguido por muitos arquitetos a partir dos anos 1960, transformando a materialidade do concreto aparente numa das mais evidentes características da arquitetura brasileira nas décadas de 1970 e 1980. (CAVALCANTI; LAGO, 2005)

Formado arquiteto e urbanista numa das primeiras turmas da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, de São Paulo em 1954, foi a convite de João Batista Vilanova Artigas, que encabeçou a chamada Escola Paulista da arquitetura brasileira, que Paulo Mendes da Rocha atuou como docentes na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) com seus pontos de vista sociais e humanistas, influenciando gerações e gerações de arquitetos e artistas, ainda que tivesse que enfrentar um período de afastamento de suas funções entre 1969 e 1980, por imposição do

regime militar instalado na época, onde seguiu lecionando com o mesmo entusiasmo de antes, até se aposentar em 1999 .

Sua obra é reconhecida internacionalmente desde meados do século XX, ocasião em que lhe foi conferido o Grande Prêmio ‘Presidência da República na VI Bienal de São Paulo’ em 1961, e na virada para o século XXI recebeu o prêmio Mies Van der Rohe de Arquitetura, em Barcelona no ano 2000 e finalmente em 2006 foi agraciado com o Prêmio Pritzker.

A justificativa apresentada pelo júri, que lhe concedeu o prêmio, realçou exatamente essa característica humanista de Mendes da Rocha: sua obra modifica a paisagem e o espaço, procurando atender tanto às necessidades sociais quanto estéticas do homem. Um grande senso de responsabilidade para com os usuários de seus projetos e com a sociedade em geral baliza suas realizações nas mais variadas frentes, da residência individual ao edifício de apartamento, da capela a estádios esportivos, parques infantis, museus de arte e praças públicas.

A tônica na obra de Mendes da Rocha é sua capacidade de enxergar no espaço urbano que a graça de uma cidade está justamente no fato de ela existir antes de ser construída. “Ela nasce do desejo dos homens de estarem juntos”, definiu o arquiteto.

Um grande número de autores concorda que a concepção se desenrola numa espécie de conduta que não é necessariamente uma progressão linear de raciocínio, mas que tem a característica de manter uma estrutura episódica de eventos comuns. Ao longo do desenvolvimento da concepção, o projetista tende a alternar sua percepção e abordagem do problema. Por vezes o apreende como uma questão nebulosa, porém em outras como uma questão específica e bem definida, alternando períodos de especulação livre com momentos em que fará uma abordagem mais contemplativa e conservadora. Haverá um constante movimento pendular entre especulação formal livre e avaliações restritas de programas e requisitos técnicos. A maneira pela qual os episódios irão se desenrolar parece estar intimamente ligada à maneira pela qual o projetista irá estruturar a “representação” da questão de projeto. À medida que a imagem do projeto começa a ganhar substância, essa progressão episódica é substituída por uma sequência linear e analítica. (BARKI, 2005)

A análise da produção de Paulo Mendes da Rocha nos permite compreender seu processo de elaboração de projetos. Por meio das próprias declarações testemunhais do arquiteto, identificou-se que a materialização formal de suas ideias se processa com a elaboração de croquis em papel manteiga e com a confecção de uma única maquete de papel, sobre a qual trabalha os ajustes que julgar necessários, da mesma forma, trabalha com os desenhos, modificando o registro inicial, geralmente um corte, no qual experimenta várias hipóteses, sobrepondo-as e apagando as anteriores, como num processo de lapidação.

Nota-se pela precisão sintética dos traços registrados no papel, que Paulo Mendes desenvolve detalhadamente sua proposta, na mente, antes de torna-la material. Seu pensamento é articulado inicialmente pela convocação dos conhecimentos acumulados sobre o tema a trabalhar, ou seja, sua memória referencial espacial. Tal pensamento é movido por uma ação intuitiva, como um saber em potencial, desconectado das questões práticas ou funcionais, demandadas por programas de necessidades. (OTONDO, 2013)

Durante o processo de concepção, projetistas e arquitetos realizam desenhos técnicos fazendo uso intensivo de instrumentos e papéis especiais e procuram preservar relações de escala e a ilusão espacial; quando elaboram as notações gráficas, usam somente a caneta ou lapiseira em qualquer superfície disponível e se concentram nas proporções e nas qualidades abstratas de um tema plástico-formal. Croquis, gráficos, diagramas, esboços, esquemas ou até mesmo anotações manuscritas servem, não só como auxílio à memória, mas, principalmente, para facilitar a inferência, solução e compreensão. A emergência da forma arquitetônica decorre da interação entre a ação de produzir a representação e os processos cognitivos da sua reinterpretação pelo próprio agente que a produziu. Arquitetos marcam o papel com os riscos que esboçam na busca de ideias e os inspecionam continuamente e nesse processo percebem relações, aspectos e qualidades que não haviam sido anteriormente identificadas e que, por passarem a ser, indicam possibilidades de desenvolvimento, revisão e refinamento. Esse ciclo que engloba a elaboração do esboço, posterior inspeção, interpretação e revisão, retornando finalmente ao esboço, se desdobra como um monólogo ou mesmo uma espécie de monólogo gráfico (BARKI, 2005 apud SCHÖN, 1983; GÖEL, 1995; GOLDSCHMIDT, 1991).

Paulo Mendes da Rocha nos apresenta seu entendimento sobre seu próprio processo de projeto, por meio de suas declarações na publicação: “Maquetes de papel”, onde nos oferece uma perspectiva privilegiada sobre a consciência do arquiteto criador, em meio aos meandros e ambiguidades das ideias vigentes entre nós quanto à criação arquitetônica, fazendo a seguinte reflexão sobre a concepção da arquitetura registrada no curso em Curitiba na Casa Artigas, que acabou por dar origem ao livro:

“A questão fundamental que navega entre nós arquitetos é imaginar as coisas que ainda não existem. Como esta casa, por exemplo, aqui em Curitiba, que antes saiu inteira na mente de um de nós, o arquiteto Vilanova Artigas”. (ROCHA, 2006 p. 19)

Em entrevista concedida à crítica de arquitetura Ruth Verde Zein, na *BOMB Magazine*, Paulo Mendes da Rocha afirma que arquitetura não apenas tem a ver com técnica, mas é a própria técnica:

“Não se trata de como usar este material ou aquela tecnologia, mas se trata de lidar com e organizar os recursos adequados. Arquitetura é isto: a disposição e aplicação de conhecimento técnico – em todas as ocasiões, de uma forma apropriada e distinta”. (ZEIN, 2005)

Os arquitetos Modernistas se apropriaram dos avanços técnicos, decorrentes da Revolução Industrial, no campo da edificação, aprimorando a utilização do concreto armado e no caso específico do Brasil, logo nas primeiras décadas do século XX desenvolveram processos que viabilizaram a aplicação desse material em projetos desenvolvidos com formas leves e delgadas, sem esquecer, entretanto, dos princípios básicos da geometria descritiva para garantir sua estabilidade. Buscavam racionalismo e funcionalismo em seus projetos, os quais resultaram em propostas com características comuns, tais como: formas geométricas definidas; ausência de ornamentos; separação entre estrutura e vedação; uso de pilotis a fim de liberar o espaço sob o edifício; panos de vidro contínuos nas fachadas ao invés de janelas tradicionais. Houve empenho, também, na integração da arquitetura com seu entorno por meio da definição de acessos, caminhos e áreas de estar e lazer distribuídos em lotes ou glebas com propostas paisagísticas detalhadas. Outra característica comum do período foi a inclusão das artes plásticas nos projetos arquitetônicos, por meio da inclusão de painéis de azulejo decorados, murais e esculturas nas áreas comuns dos prédios e residências construídos.

Não é por acaso que Paulo Mendes da Rocha figura entre os nomes mais importantes da produção arquitetônica brasileira. Sua obra, fortemente vinculada à produção que utiliza o concreto aparente em toda sua expressão, representa uma vertente marcante da arquitetura brasileira que fez escola, “refinou” a linguagem da arquitetura paulista e a integrou mais com o ambiente urbano à sua volta, criando espaços internos e externos que se relacionam em permanente continuidade e por isso mesmo proporcionam grande integração socioambiental, inspiração esta, que Mendes da Rocha julga fundamental para todos os arquitetos. Reafirma ainda, os valores do Movimento Moderno no que ele tem de humanista, ao propor uma sociedade fundamentada na justiça social, na qual todos devem se integrar e se comunicar de modo prazeroso e positivo em meio à diversidade cultural, com ética e estética ao mesmo tempo

e, ainda, expressando-se por meio de uma linguagem séria e austera, típica da arquitetura paulista, iniciada com Vilanova Artigas, seu mentor declaradamente. (ROCHA, 2007)

2.2 Concepção do espaço Contemporâneo

As experiências arquitetônicas recentes contemporâneas usam conceitos como o da fragmentação, do caos e da desordem que, mesmo dentro de uma ordem aparente, permanecem como temas centrais, de onde produzem uma flagrante ruptura nas nossas maneiras habituais de perceber a forma e o espaço.

O desgaste da arquitetura moderna, de um lado, e a superficialidade da arquitetura pós-moderna, de outro, para a qual já se podia preconizar um curto prazo de duração, que permaneceu como resíduo em propostas isoladas, despertaram a hipótese de tentar estruturar uma ideia de contemporaneidade na arquitetura. A vida cotidiana contemporânea está submetida à confrontação permanente entre a manutenção da tradição e a possibilidade de uma rápida renovação. Um dos fatores fundamentais da viabilidade da arquitetura contemporânea é sua capacidade de evoluir na direção da aceitação do passado, mesmo que apareçam novas formas e soluções, entretanto, os modos predominantes de abordagem do projeto arquitetônico nas últimas décadas como um reflexo das características mais notáveis da sociedade atual decorrem na sua subordinação aos valores do mercado associada a espetacularização da vida urbana e ao culto exagerado à personalidade individual.

Uma das atitudes predominantes é a que resulta no que muitos chamam de arquitetura cenográfica, caracterizada pela inspiração direta na arquitetura do passado e pelo uso literal dos seus elementos. Seu objetivo é criar associações reconfortantes por meio de imagens familiares. Seu resultado é criar ambientes em que tudo é falso e culturalmente irrelevante, além de não representar qualquer atitude positiva perante o entorno. Mas sua pior consequência como postura regressiva e antimoderna é infantilizar e corromper os usuários, pois não os educa e os mantém num estado primitivo de cultura visual.

Ao mesmo tempo, é possível perceber uma atração disseminada por uma arquitetura "interessante", cuja principal característica é a busca por apelo visual por meio de configurações inusitadas e manipulações caprichosas dos elementos de arquitetura. Seus produtos são geralmente edifícios cuja forma não tem qualquer lógica visual, além de ter pouco a ver com o

programa que abrigam ou os lugares onde se inserem. Infelizmente, a maioria da produção brasileira atual se encaixa nessa categoria.

Mudanças profundas ocorreram em escala mundial nas últimas décadas do século XX, entre elas o avanço das tecnologias de informação e comunicação, a globalização econômica e o fim da polarização ideológica entre capitalismo e comunismo nas relações internacionais, estimularam grandes mutações que permitiram e vem permitindo o suporte do desenvolvimento social.

A produção do espaço na arquitetura adere à lógica da produção cultural propriamente dita, convalidando e fazendo seus os esforços de enfrentamento dos antagonismos entre base e superestrutura, contribuindo para a plena realização do capitalismo, o qual, em tempos de hegemonia do mercado, segundo Jameson (1996), também opera sob a lógica da cultura.

As bases de explicação da realidade contemporânea não se encontram mais entre os meandros dos mecanismos de produção de valor, tal recurso explicativo que marcou a época do capitalismo industrial caracterizada pela hegemonia do capital produtivo, mas sim embrenhadas numa nova lógica, ainda obscura ou dificilmente tateável, porque atravessada pela naturalização ideológica perpetrada pela consubstanciação de valores culturais, aparentemente impalpáveis, subjetivos ou menos identificáveis em produtos objetivos, permite-nos supor que, neste caso, no epicentro dessa virada analítica, encontraríamos apenas abstratamente os sintomas da passagem do período precedente para um período de hegemonia do capital financeiro, nos termos da evolução para o neoliberal. Precisar que mudança foi essa é ainda a dificuldade com a qual nos encontramos envolvidos. O certo é que, mesmo diante de uma verdadeira enxurrada de teorias que davam por certo o fim da centralidade do capital produtivo, da validade da lei do valor de Marx, ou mesmo do próprio capitalismo.

De maneira genérica, não se tratava de uma sociedade pós-industrial ou pós-capitalista, nem tampouco de um novo momento positivo para o capital, em que este, agora livre das limitações impostas por um crescimento determinado pela lei do valor, podia desenvolver-se infinitamente, encontrando novas fontes de lucratividade em meios não ligados à exploração do trabalho vivo. Pelo contrário, tratava-se de um momento negativo para o capital, um momento de crise que já não era mais cíclica, mas sim estrutural, em que começavam a aparecer justamente os limites do desenvolvimento supostamente infinito deste modo de produção. Além disso, os investimentos em áreas “não produtivas” não representavam que elas eram agora inexplicavelmente lucrativas, mas sim que estava havendo um esgotamento das possibilidades de manutenção e retomada das taxas de lucro anteriores, e diante disso investir em áreas “não produtivas” era apenas um “mal menor”. (MANDEL, 1982)

A passagem do capital industrial ao capital financeiro, embora seja hoje, mais do que nunca, objeto de grandes preocupações teóricas, não é algo tão recente assim. Rudolf Hilferding (1985) marcou época com o seu *Capital Financeiro*, publicado pela primeira vez em 1910, e influenciou profundamente toda uma geração, por acaso a de Lenin (2011) que, em 1916, expressa a constatação desta transição de hegemonias de maneira bastante categórica em seu *O Imperialismo, etapa superior do capitalismo*. Lenin (2011), todavia, busca deixar bastante demarcado: o capital financeiro, que passava a assumir então a hegemonia ostentada anteriormente pelo capital industrial, nada mais era do que a fusão do próprio capital industrial com o capital bancário, ou seja, o capital industrial não estava simplesmente saindo de cena. O que se percebe é que, embora desde o primeiro quartel do século XX já existissem estas teorias – e, inclusive, fossem bastante disseminadas, afirmando a hegemonia do capital financeiro, poucos arriscavam-se a tirar de campo a constatação da centralidade do capital produtivo. A industrialização, no sentido amplo do processo, manteve-se crescente até pelo menos 1965, e é a partir desta época que começam a brotar por todos os cantos expressões de uma modificação significativa, “abissal”, para Harvey (2012, p.7) – no funcionamento do capitalismo.

Ao analisar a Condição pós-moderna à qual estamos sujeitos no capitalismo recente, David Harvey (2012), geógrafo e pensador britânico com grande destaque dentro da discussão marxista em diversos campos das ciências sociais, recorre de maneira bastante farta a exemplos de diversos campos da expressão cultural, como o cinema, as artes plásticas, a publicidade, além das questões ligadas a arquitetura. Este recurso utilizado por Harvey (2012) não se deve ao acaso: compreender os reflexos culturais de uma época é tão importante para a compreensão da totalidade das relações colocadas para esta mesma época como compreender a totalidade é importante para compreender um reflexo cultural específico.

Sob o ponto de vista da realidade contemporânea, pautada na lógica cultural, o arquiteto Pedro Fiori Arantes (2010) em *Arquitetura na era digital-financeira*, buscou esclarecer com empenho as questões que permeiam a produção da arquitetura praticada pelo chamado *star system* do mercado da construção e as movimentações econômicas, políticas e sociais influenciadas diretamente pelo novo estágio do capital globalizado, através da identificação do papel ideológico assumido pela arquitetura contemporânea, que pode ser identificado por sua pesquisa sobre as mudanças ocorridas no interior dos grandes escritórios de arquitetura e da proletarização do arquiteto. Também detectou com sua análise que a introdução do robô-pedreiro nos canteiros, ao invés de amenizar o trabalho nas obras, acabou por induzir

exatamente ao efeito contrário, para além da inserção de inovações tecnológicas justificada por este tipo de expressão arquitetônica.

Arantes (2010) segue uma linha de compreensão e análise que tem em Sérgio Ferro (2002, p.13) um dos seus principais expoentes, e que admite que: “[...] a arquitetura faz parte de um conjunto maior, o da construção em toda sua extensão, que por sua vez está incluído num maior ainda, o da economia política”.

Ou seja, enquanto expressão cultural, a arquitetura jamais deixará de possuir sempre uma ligação com um setor produtivo, que é o da construção, e que, portanto, se há algum nível de influência da economia sobre a arquitetura enquanto segmento cultural ou artístico, ela provavelmente é ainda mais forte do que nas outras artes que não possuem esta vinculação. Sendo a arquitetura uma expressão tão diretamente vinculada à movimentação do capital, é fundamental aos arquitetos manter um alto nível de atenção relacionado à compreensão desta movimentação, como forma de conseguir atingir nível igualmente alto de análise sobre a própria arquitetura.

Segundo Arantes, neste novo estágio do capitalismo, as “finanças globalizadas” passam historicamente a prevalecer em relação ao “capital industrial”. Ainda com relação ao próprio trabalho, Arantes (2010) menciona o “reino do capital fictício”, capaz de gerar “novas paisagens urbanas, figurações surpreendentes produzidas por uma arquitetura de ponta, aquela que explora os limites da técnica e dos materiais, quase sem restrições, inclusive orçamentárias”. (ARANTES, 2010, p. 1)

Arantes (2010) afirma ainda que a arquitetura moderna teria, no passado, “eleito” o capital industrial como “principal aliado”, pois esse capital seria mais progressista que o fundiário. Já na arquitetura contemporânea o aliado preferencial passaria a ser o novo capital dominante (mais dinâmico e próspero da economia), ou seja, o rentista e o da indústria de entretenimento. Se anteriormente, a arquitetura valorizava o capital como função antes do que como propriedade, agora passou a valorizar a propriedade do capital.

As crises econômicas têm se tornando cada vez mais constantes e avassaladoras, determinando o crescimento da irracionalidade, inclusive na arquitetura, além da intensificação da luta de classes, tudo isso indica que a constatação de uma crise estrutural do sistema do capital é muito correta. O início do século XXI parece marcado pela impossibilidade de oferecer alternativas que não considerem, como inevitável e premente, uma mudança profunda nas relações de produção.

Não se trata de negar a capacidade regenerativa do capital, sempre surpreendente, mas sim de compreender que nos termos do processo histórico de sociabilidade humana, o capitalismo já

mostra evidentes sinais de esgotamento, o que tem conduzido a verificação de sinais muito preocupantes de ameaças à própria sobrevivência da humanidade. Obviamente, que esta constatação pressupõe a possibilidade de o povo, enquanto sujeito histórico, construir um projeto societário distinto e impô-lo como alternativa. Não se trata de incentivar ou estabelecer a luta econômica dos trabalhadores, mas sim em buscar retomar o controle dos trabalhadores sobre seu próprio trabalho. Prática que desde Mandel (1982) já era considerada fundamental neste novo momento:

O capitalismo tardio é uma ótima escola para o proletariado, ensinando-o a não se preocupar unicamente com a partida imediata do valor recém-criado entre salários e lucros, mas com todas as questões do desenvolvimento e da política econômica, e particularmente com todas as questões que envolvem a organização do trabalho, o processo de produção e o exercício do poder político. (MANDEL, 1982, p. 128)

O capitalismo contemporâneo da sociedade da informação, viaja volátil, beira a ubiquidade, considerando-se a possibilidade de se estar ou existir, concomitantemente, em todos os lugares, com todas as pessoas e em todas coisas. Uma organização inteira se movimenta de um lado a outro do globo por meio de um computador de bolso e um celular. O trabalho, por seu turno, ao que parece, continua fixo, mas essa fixidez se dá numa dimensão até então não vista, na medida em que de um momento para o outro o capital “evapora”, transfere-se para um outro lugar, que certamente será apenas mais um. Assim, aquele lugar que fixava o trabalho passa à condição de “não lugar”, sem que esse mesmo trabalho tenha se movimentado no espaço.

No momento em que a sociedade passa por uma transformação emblemática em seus processos de comunicação, parece-nos de importância capital buscar compreender como essa mudança está acontecendo nos centros urbanos das megalópoles e mais particularmente, como vem sendo enfrentada pelos arquitetos e urbanistas, principalmente se considerarmos que os novos modelos de sociabilidade contemplam com ênfase a informalidade nos processos comunicacionais.

Se o capitalismo está realmente se aproximando de uma situação limítrofe, cabe aos arquitetos pensarem nas resoluções dos grandes problemas que uma outra sociedade irá exigir, cabe a estes profissionais pensarem em como assumir as rédeas de uma nova arquitetura, que não brotará apenas de uma vontade subjetiva, mas também como exigência objetiva do tempo histórico.

A busca por novos instrumentos de análise do projeto arquitetônico em função da atual complexidade da cidade contemporânea é uma tarefa que a crítica arquitetônica não pode dispensar. Se a cidade não é mais um organismo coeso, e se a arquitetura já não obedece a uma doutrina unívoca, é certo que sem muito esforço encontramos semelhanças mais que aparentes entre alguns centros e periferias de cidades separadas entre si por um oceano. Ou quando um exitoso modelo arquitetônico projetado para uma determinada realidade acaba muitas vezes se repetindo num contexto radicalmente distinto, seja pela demanda dos empreendedores, seja pela conveniência do arquiteto. (BAHIA, 2004)

Se a globalização é a justificativa, a consequência é a desterritorialização de uma arquitetura sem lugar. Não se trata tanto da recusa por construir lugares significativos, mas de ignorar o caráter do espaço pré-existente.

Para corroborar com as afirmações acima, pode-se utilizar a listagem dos vários edifícios registrados pela mídia especializada em todo o mundo, realizada por Ibelings (1998), que afirma ser a neutralidade de quem não quer competir com diferentes contextos onde se implantam tais construções, uma das características mais marcantes destas obras, que encontram-se espalhadas por várias cidades em distintos continentes. E para Bahia (2004) esta neutralidade revela mais que uma conveniência da globalização da arquitetura:

Traduzido segundo a reflexão de superfícies polidas e brilhantes que definem o contorno das formas puras e prismáticas destes edifícios, tal neutralidade denota, porém, não apenas a conveniência de uma arquitetura globalizada, mas também uma convicta renúncia a uma destacada presença urbana. (BAHIA, 2004, p. 1)

Torna-se assim algo penoso de admitir, mas o fato é que alguns dos mais notáveis edifícios da atualidade têm como critério a negação do próprio lugar onde se assentam, refletindo uma verdadeira indisposição em dialogar com o ambiente local. Entretanto, o superlativo qualificativo que se aplica a tais obras, leva em consideração aspectos morfológicos e tipológicos, estabelecidos no século XIX e consolidados durante o modernismo, mas em detrimento de análises que lidam com as mutações da cidade contemporânea.

Um dos argumentos dos arquitetos que assumem tal postura, isto é, a introspecção perante o espaço urbano, é a desqualificação e a desordem principalmente das periferias das cidades atuais. Contrapondo-se a anterior hegemonia de uma ação arquitetônica catalisadora, ambição parcialmente fracassada, esta arquitetura “ausente” aceita sem esforço as limitações do seu

poder de influência sobre o meio social e urbano. Se a cidade é cada vez mais complexa e heterogênea, os arquitetos acabam admitindo sua impotência em lidar com todos os níveis da vida social urbana. Recuando aos limites de satisfação dos privilegiados usuários diretos dos edifícios, esta arquitetura apresenta-se ao exterior como um objeto de contemplação e se fecha para um mundo interno totalmente protegido e condicionado.

Enquanto uma arquitetura mais regrada é em parte uma resposta crítica à cidade contemporânea, não faltam aqueles que nas mesmas condições fazem o oposto e partem para o ataque. Estes, aliás, são bastantes mais aceitos pela opinião pública em geral e idolatrados pelos jovens estudantes de arquitetura que sonham em um dia se tornarem famosos. Frank Gehry, Santiago Calatrava ou Peter Eisenman são nomes que fazem parte desta categoria. Baseando-se em conceitos intelectuais diversos, justificam suas obras através do impacto proporcionado pelos novos ícones urbanos que mudam a imagem das cidades.

A disparidade estilística é que dificulta a aceitação de um caminho excludente; mais do que globalizada a sociedade atual é complexa e heterogênea. Os arquitetos, tal como os músicos e cineastas, sabem que qualquer que seja seu perfil ou tendência encontrarão alguém que será seduzido pelas imagens oferecidas por cada novo projeto. Em paralelo à austeridade de determinadas arquiteturas, encontram-se formas dinâmicas e explosivas, cenários de hecatombes que se destacam ante a passividade de uma urbanidade monótona e anônima. É a forma que seduz mais do que o conteúdo, a aparência contra a essência, a beleza contra a utilidade.

Capítulo 03

Tecnologias da comunicação e da informática aplicadas ao Projeto de Arquitetura

3.1 Representação gráfica digital

A sociedade escrita, permanece presa ao tempo e ao espaço por intermédio da utilização de ferramentas baseadas em conceitos concretos, usou, inicialmente, como hardware a pedra, sólida. Em seguida, esse hardware perde peso, se pensarmos nas tábuas de argila, que darão lugar ao pergaminho, até chegarmos ao papel, que faz parte de uma sociedade muito “mais leve”, com níveis menores de concretude e com hardwares mais compactos, a que correspondem conceitos de tempo e espaço muito mais abstratos e voláteis. Assim, quando se fala em comunicação gráfica, olhando-se para a primeira metade do século XX, vemos papéis, contratos, livros de registro, cartórios, documentos que desenham um espaço tão distante de nosso cotidiano que chegam, metaforicamente, a fundir-se com os originais dos copistas, guardados em mosteiros.

Tornou-se inerente, o fato do computador ter incorporado os diversos instrumentos tradicionais de produção de projeto utilizados pelo arquiteto, como o desenho técnico e a perspectiva, além de suas respectivas ferramentas e regras de suporte, digitalizando-as.

Por este motivo é que o teórico do projeto, Christian Gänschert (2007), considera o computador como sendo um “meta-instrumento” que propicia, entre outras coisas, a digitalização de praticamente todos os instrumentos de projeto. É notável também o fato dos principais programas de informática aplicados a Arquitetura terem se desenvolvido, inicialmente, replicando o comportamento das ferramentas tradicionais, e daí sua denominação inicial de prancheta eletrônica.

As técnicas de representação influenciam o processo de projeto, no entanto, o projeto, enquanto representação, não é mais do que um conjunto de intenções e propostas. O valor intrínseco desta representação é, evidentemente, independente do valor do edifício que dela poderá decorrer. Ou seja, a qualidade de uma representação não implica na qualidade arquitetônica do edifício representado e da mesma maneira, uma edificação de qualidade arquitetônica não precisa

necessariamente ter sido gerada a partir de uma representação gráfica sofisticada, ainda que esta, aumente a probabilidade deste fato ocorrer.

Por meio da atual tecnologia de softwares e com o grande avanço atingido na área de inteligência artificial, já é possível produzir aplicativos que simulam técnicas operativas e com a capacidade e velocidade dos equipamentos atuais, também já é possível lidar com grandes e complexas bases de dados.

Em termos de hardware, considerando o avanço da tecnologia dos scanners tridimensionais, não está longe o dia em que os arquitetos poderão esboçar ideias tridimensionais em pleno ar. A tentativa de Picasso de fixar com luz desenhos livres de um suporte bidimensional, está próximo da realidade, e arquitetos substituirão mouses por canetas 3D. (BARKI, 2000)

Não se pode negar a importância das teorias metodológicas para o desenvolvimento da arquitetura no final do século XX, principalmente em aspectos do espaço construído que são passíveis de serem mensurados, mesmo porque, o processo criativo não prescinde do treinamento ou capacitação e nesse processo, as experimentações metodológica e processual são as bases que criam as condições de produção do objeto original.

A metodologia adotada no processo de desenvolvimento e representação do projeto, assume características distintas da tradicional, que se apoiava basicamente em perspectivas, plantas, cortes e elevações, o que acabou possibilitando o desenvolvimento de um novo paradigma contemporâneo, a partir da utilização das tecnologias digitais.

Pode-se considerar que a incorporação dos recursos da informática, aplicados ao processo de elaboração do Projeto Arquitetônico possibilitam a criação de novos e melhores espaços habitáveis pela inserção da tecnologia no processo de concepção e produção do espaço arquitetônico. Também se pode afirmar que disseminam as opções de materiais, estéticas, técnicas de execução, além de poder ensaiar a sua inserção num dado ambiental socioeconômico e cultural.

Hoje, já é grande o número de ferramentas para modelagem tridimensional e que permitem a criação de imagens realísticas, de perspectivas e recursos de animação; possibilitando aos futuros usuários da edificação uma íntima visualização e análise da mesma como se a estivessem visitando. Os equipamentos utilizados para qualquer destas soluções, são estações comuns à maioria dos escritórios e sua configuração é perfeitamente tangível, no que diz respeito ao seu custo e a facilidade de aquisição, não exigindo particularidades excessivas na especificação das mesmas.

O emprego destas tecnologias impõe uma série de mudanças nas formas e relações de trabalho. A mão de obra exigida é extremamente qualificada. A ideia de grandes espaços físicos para

comportar os escritórios perde totalmente seu significado, tornando o universo de trabalho do arquiteto uma *workstation*, onde ele tem o monitor como janela para um universo virtual.

Pode-se considerar que uma nova arquitetura está emergindo da revolução digital, ao encontrar sua expressão em formas curvilíneas de alta complexidade que, pouco a pouco, vão se incorporando às principais tendências (KOLAREVIC, 2003). Em especial, a possibilidade de integração dos sistemas CAD com os sistemas CAM têm permitindo a fabricação e construção de formas altamente complexas que até pouco tempo atrás eram praticamente inviáveis, em termos de custo e produção. Um ponto de vista que dá sentido à afirmação de Mitchell (2005), proferida dez anos depois de *City of Bits*: enquanto a arquitetura tradicional era a materialização de desenhos realizados sobre o papel, a arquitetura contemporânea é a materialização das técnicas digitais que permitem a concepção de objetos com alto nível de complexidade.

Contudo, podemos pensar que a principal contribuição do século passado ao processo de projetar e também de desenhar, foi o desenvolvimento tecnológico que trouxe a informática para a arquitetura. Segundo Sainz & Valderrama (1992) em 1962, o conhecido e muito utilizado hoje, programa CAD (*Computer Aided Design*), já havia sido desenvolvido pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Logo nesse início, todo programa voltado para o desenho era bastante genérico, servindo para diferentes áreas, mas com implicações diretas para a arquitetura também.

Depois de superada a fase inicial, apenas com a simples substituição dos recursos tradicionais de desenvolvimento dos projetos de arquitetura por recursos computacionais: da prancheta analógica à prancheta digital e acrescida a contínua evolução das TICs, as quais têm colocado à disposição dos arquitetos inúmeras ferramentas e inéditas possibilidades que vão muito além do gesto criador, estaríamos, então, diante de uma nova tendência que nos permitiria falar, em “Arquitetura Digital”, no sentido de uma metodologia inédita, baseada num corpo teórico exclusivo, cultural e prático, apoiado em novas tecnologias e capaz de produzir uma categoria inédita de objetos. (NARDELLI, 2007)

Pertinente a uma arquitetura informatizada, tecnológica e complexa, as Tecnologias da Informação e Comunicação surgiram com uma promessa deduzida naturalmente pela própria nomenclatura. Maior velocidade de processamento, racionalização e desenvolvimento de processos por gerenciamento de dados são pontos focais da sua pauta de atuação.

Com o aprimoramento e popularização dos sistemas digitais que se desenvolveram a partir do uso maciço das Tecnologias de Informação e Comunicação - TICs e de novos softwares de projeção e desenho que trabalham em espaços não-euclidianos o processo de concepção e

elaboração de projetos arquitetônicos tem ultrapassado o mundo intuitivo e convencional da representação analógica.

A aplicação intensiva das Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs à prática do Atelier de Projeto tem resultado em profundas mudanças no âmbito da produção arquitetônica, desde a fase de conceituação dos projetos até a fase final de produção dos edifícios. (NARDELLI, et al, 2009, p. 1)

Uma mudança, todavia, nem sempre perceptível para todos aqueles envolvidos na concepção e produção da arquitetura contemporânea, ainda que usuários contumazes da tecnologia digital, porque, para além do instrumental esta mudança corresponde a um grande salto paradigmático, produzido a partir de uma alteração epistemológica, que impõe uma revisão conceitual, mais do que o adestramento em novas técnicas de representação.

O produto final de um modelo digital pode ter diversas características e depende, seguramente, de outros tantos fatores, que não só o “*software*” escolhido ou o “*hardware*”. Dentre estes fatores, o domínio do ferramental possui um impacto decisivo no resultado, desta maneira torna-se possível estabelecer um modelo teórico que permita uma classificação de tendências, no sentido de facilitar a compreensão da emergente “Arquitetura Digital”. Para tanto, Oxman (2006) idealizou uma proposta de classificação, seguindo os seguintes modelos paradigmáticos:

- Sistemas CAD, um primeiro passo para o rompimento com desenho convencional sobre papel, porém com pouco efeito inicial sobre o processo de projeto;
- “*Formation*”, um conceito estabelecido a partir da teoria emergente de projeto que transformou o conceito de forma em conceito de composição associado à topologia (que explora conceitos formais topológicos e a geometria não-Euclidiana), parametrização e animação (transformações morfológicas e de outra natureza, que se multiplicam descontinuamente num contínuo dinâmico);
- Geração: caracterizados pela provisão de mecanismos computacionais por processos gerativos, onde as formas se definem a partir de fórmulas gerativas pré-definidas. Aqui podem ser definidos dois subgrupos, *shape grammars* (gramática formal) e modelos evolutivos;
- Performance: determinado pelo desempenho e potencialidade integrados com processos “*formation*” e de geração a partir de determinantes externas, como questões ambientais, características do sítio, programa, etc. (OXMAN, 2006, p. 244)

Um modelo teórico, portanto, composto por quatro categorias, definidas de acordo com a técnica e/ou processo digital utilizado na concepção do produto arquitetônico.

Ainda, segundo a proposta de Oxman, a primeira categoria, Sistemas CAD é definida como sendo, na verdade um mero registro da migração do fazer tradicional da arquitetura para o ambiente digital, quando a nova tecnologia praticamente mimetizou a prática das pranchetas, automatizando pouco a pouco determinadas rotinas contribuindo, desse modo, é claro, para mudanças no processo de desenvolvimento, mas com rebatimento quase nulo no resultado formal; Em seguida, a categoria “*Formation*” (conforme o original, em inglês), um passo além, utilizando ferramentas heterodoxas de composição formal, embutidas nos sistemas CAD ou acrescentadas a eles, como *plug-ins*¹², sempre vinculadas ao processamento visual da forma.

A categoria seguinte, Geração, conquanto seja um processo de composição formal, trata-se de um método intrínseco, não visualizável apoiado na capacidade de processamento da tecnologia digital. Propõe-se um algoritmo e, a partir dele, o computador gera a forma. Algoritmo que pode ser aleatório ou baseado numa regra definida a partir de características culturais, sociológicas, ou de outra natureza. Neste caso, definida como “*shape-grammar*”, isto é, uma gramática (regra) formal.

E, finalmente, a categoria Performance, que se apoia decisivamente em modelos digitais de simulação que orientam a definição do projeto e podem atestar a sua adequação a determinadas pré-condições derivadas de questões externas à composição formal propriamente dita. (NARDELLI, 2007)

As categorias determinadas por Oxman, são reconhecidas e utilizadas em alguns estudos relativos a área de informatização do Projeto Arquitetônico, realizados por vários pesquisadores, dentre eles, destaca-se Eduardo Sampaio Nardelli, que corrobora a classificação, entretanto outros teóricos, discordam de sua efetividade.

Entretanto, é inegável que esta tecnologia, ainda que dominada e bem utilizada, em si, não garante a produção de uma Arquitetura de qualidade, por este motivo é que esta tese teve início com a análise da base conceitual que envolve o processo de concepção e elaboração do projeto arquitetônico, desenvolvida por arquitetos brasileiros, cujo reconhecimento internacional possibilitou o registro da produção arquitetônica brasileira na história da arquitetura mundial.

¹² Na informática, um *plugin* ou módulo de extensão (também conhecido por *plug-in*, *add-in*, *add-on*) é um programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores, provendo alguma funcionalidade especial ou muito específica.

3.2 Informatização do Projeto e modelagem computadorizada

Com o rápido avanço tecnológico de softwares específicos e o surgimento de equipamentos capazes de receber e interpretar dados e imagens, ao mesmo tempo em que possibilitam a migração de um ambiente digital de desenvolvimento bidimensional para o tridimensional, as possibilidades no ato de projetar foram ampliadas. Permitindo que o arquiteto interfira em um desenho e visualize o resultado alcançado de imediato. Tais procedimentos assemelham-se ao ato de modelar, ou seja, simultaneamente ao processo de concepção já é possível visualizar o produto virtualmente materializado com garantia de veracidade em relação a escala de dimensão e proporcionalidade entre as partes, atingindo um realismo extremo.

Escrevendo sobre o tema, Pentilla (2006) confirma e amplia essa hipótese ao fazer uma reflexão sobre a evolução da profissão nos últimos vinte anos, dividindo o período em etapas relacionadas às características da tecnologia digital disponível em cada período.

A complexidade dos projetos é dada por fatores expressivos, pela exigência de interpretação das informações de forma e conceito, pelas tecnologias empregadas, pela variedade de produtos de manufaturados e da articulação necessária entre eles, dos processos sociais, econômicos e políticos que influenciam uma sensibilidade específica do arquiteto, de um partido em relação à paisagem que insere e em que está contida, dentre outros.

Todo esse quadro modelador de uma arquitetura que vem se desenrolando desde a década de 1970, considera o período compreendido entre anos 1980 a 1985 como sendo os últimos momentos de elaboração, exclusivamente, do projeto arquitetônico tradicional e se refere aos anos 1990 como a era do florescimento e expansão dos sistemas CAD, para os quais migraram os desenhos feitos à mão. Identifica, ainda, nessa época, a emergência da Internet, mencionando algumas tentativas de troca de informação por esse meio, entre as equipes de projeto.

De 2000 a 2005 Pentilla identifica o crescimento e difusão do uso da Internet como instrumento de trabalho, viabilizando atividades de projeto baseadas na Web como, por exemplo, o trabalho colaborativo à distância e destaca o aparecimento da tecnologia BIM – *Building Information Modeling*, que permite vincular atributo aos objetos representados no projeto, viabilizando desse modo o seu gerenciamento em diversos níveis de informação o que permite desde a extração automática de cortes e elevações, até a emissão de relatórios com tabelas quantitativas, tudo atualizado automaticamente a partir de qualquer mudança que se produza em qualquer nível de informação dos objetos que compõem o projeto.

Impressionado, então, com a intensidade do fluxo de informações digitais que transitam ao longo da elaboração de um projeto, sob a responsabilidade do arquiteto, Pentilla conclui que o

profissional contemporâneo precisa ser, antes de tudo, um excelente comunicador e coordenador, capaz de lidar com desenvoltura com a infinidade de equipamentos e aplicativos de comunicação digital de que dispomos atualmente e, ao mesmo tempo, capaz de coordenar o fluxo de toda essa informação que, muitas vezes, acontece de forma assíncrona e à distância.

A produção desenvolvida no ambiente CAD, em sua maioria, determina representações bidimensionais, ou seja, projetadas em apenas um plano. Ainda que se chegue a uma vista tridimensional, sua representação é bidimensional, definida por meio de uma cena em um plano, conformada no monitor de um computador. A otimização da utilização das ferramentas informacionais, que estão à disposição do arquiteto contemporâneo, é fundamental. A tecnologia atual oferece inúmeras soluções de criação, representação e apresentação, necessitando apenas de qualificação de pessoal para disseminar e democratizar estas possibilidades.

A complexidade imposta pelas TICs partiu de um incremento de algumas limitações de ferramentas do tipo CAD, que de certo modo surgiram como promessas de ganho de tempo útil, ideia essa que já muito controvertida. Superam o conceito básico das ferramentas 2D primitivas e 3D com o 4D (3D somado com o parâmetro TEMPO), e ainda com o 5D (além do tempo abrange também CUSTO). Esses dois conceitos são recorrentes quando a temática é o capital financeiro, um dos gestores e determinantes do nosso tempo.

Identificando o crescimento e difusão do uso da Internet como instrumento de trabalho localizado principalmente nos primeiros cinco anos do século XXI, Penttila destaca que tal fato possibilitou atividades de projeto baseadas na Web como, por exemplo, o trabalho colaborativo à distância que foi viabilizado e otimizado com o aparecimento da tecnologia BIM.

A parte da Computação Gráfica, dentro da etapa de modelagem, que descreve a forma e as propriedades geométricas do modelo é a Modelagem Geométrica (MG), a qual se utiliza de diferentes disciplinas da Matemática, tais como a Geometria Diferencial, Álgebra Linear e Álgebra Booleana, a Topologia, os métodos numéricos, vetores, matrizes e Teoria dos Conjuntos, para essa função, mas, principalmente, a Geometria. (MORTENSON, 1997)

A MG é parte integrante dos programas CAD tridimensionais e é responsável pelas ferramentas de manipulação das formas do modelo.

Os modelos digitais não devem ser compreendidos como algo indiferente aos processos de criação da Arquitetura, mas sim como instrumento que possibilita distintas estruturas cognitivas dentro do próprio processo de concepção arquitetônica. Ao estabelecer novos modos de acesso e articulação do conhecimento, o modelo digital reivindica uma série de novos desafios e possibilidades antes ignoradas, além de estabelecer novos limites epistemológicos, que devem

ser enfrentados pelo projetista. Trata-se de reconhecer (mas não de se limitar) às regras do instrumento utilizado, uma vez que as necessidades da Arquitetura tendem a extrapolar tais limites. Afinal, a modelagem digital só pode produzir aquilo que o arquiteto deseja e, no entanto, o arquiteto arrisca-se a conceber somente o que o modelo digital possibilita.

Embora modelos geométricos digitais facilitem a investigação e visualização dos espaços projetados, modelos físicos podem ser manuseados e desmontados para revelar seu interior e seus componentes, tornando mais tangível a compreensão de formas, espaços e sistemas técnicos construtivos. A representação física de um modelo digital é fundamental para a correta avaliação do projeto de arquitetura, pois permite materializá-la.

As recentes pesquisas realizadas a respeito da fabricação digital de modelos e maquetes têm renovado o interesse a respeito dos diversos meios de representação e simulação em arquitetura. Nesse âmbito encontram-se os protótipos rápidos (PRs), que cumprem o papel de traduzir arquivos CAD 3D em modelos físicos. A materialização de projetos por meio de PRs torna mais tangível a compreensão da proposta arquitetônica. Embora eles normalmente tenham uma função puramente representativa, os PRs são altamente atraentes para experimentar alterações no projeto durante sua concepção. Isso ocorre porque as mudanças nos protótipos virtuais podem ser rapidamente transmitidas para novos protótipos rápidos, especialmente com o objetivo de avaliar e comparar propostas.

Em arquitetura os PRs servem tanto para testar, compreender, sintetizar e avaliar a proposta arquitetônica, em seus múltiplos aspectos, como para comunicar facilmente as intenções projetuais.

Segundo Chua (2003), os papéis que os protótipos rápidos podem desempenhar no projeto são:

- a) Experimentação e aprendizado (solução de problemas);
- b) Testar e provar (hipóteses durante a fase de concepção);
- c) Comunicar e interagir (compreensão tátil e interação com o projeto do designer);
- d) Síntese e integração (reunião dos componentes);
- e) Programar e produzir (fases e planejamento da execução).

Há vários exemplos do uso de protótipos rápidos na arquitetura contemporânea, tanto para experimentar como para apresentar ideias. Arquitetos como Zaha Hadid, Thom Mayne, Frank Gehry, Norman Foster, Greg Lynn, Renzo Piano, Ali Rahim entre outros têm apresentado diferentes versões de seus projetos por meio de modelos físicos, o que inclui os protótipos rápidos (figura 16).



Figura 16: Protótipos rápidos com as técnicas estereolitografia, depósito de cera, FDM e 3D Printer,.
Arquitetos: Zaha Hadid (1a, 1b e 1e), Mark Burry (1c), Thom Mayne (1d), Herzog & de Meuron (1f),
Greg Lynn (1g) e Renzo Piano (1h).

Fonte: FLORIO; ARAÚJO; SEGALL, 2008, p.3.

A conceituação de uma maquete híbrida, embora ainda seja nebulosa, parte da interação entre técnicas tradicionais, já conhecidas e incorporadas ao repertório da representação arquitetônica, e de tecnologias computacionais recentes. Ainda não se podem determinar, com precisão, quais são as técnicas e as tecnologias que, somadas, caracterizam uma maquete híbrida, no entanto, o uso de máquinas CNC combinadas com intervenções manuais, de equipamentos como fresas, cortadora com fio de aquecimento e estereolitógrafo combinados com colagens e processos artesanais de modificação, fazem parte deste universo. Também os scanners e impressoras 3D fazem parte do rol dessas tecnologias que participam da produção de maquetes híbridas. Sendo assim, as maquetes híbridas podem ser identificadas pela alternância do processo de produção, pelos intercâmbios entre os universos analógicos e digitais, que não pressupõem nenhuma ordem a priori.

Um dos exemplos mais emblemáticos está no trabalho de Frank Gehry. De acordo com Mills (2007), o escritório de Gehry, mesmo utilizando um dos mais sofisticados softwares do mercado, “se mantém fiel aos métodos tradicionais de produção de maquetes”. O processo de projeto do *Walt Disney Concert Hall*, alicerçado na produção de maquetes híbridas, envolveu, por exemplo, a construção de diversas maquetes de estudo feitas à mão, a digitalização de um modelo feito em grandes dimensões para a geração de uma maquete eletrônica e a saída tridimensional de uma maquete digital por meio de uma impressora 3D, de prototipagem rápida. Observa-se que a incorporação de maquetes híbridas no universo da arquitetura e urbanismo tem ampliado as formas de modelagem e representação do projeto, garantindo uma maior liberdade formal, uma vez que “as técnicas híbridas permitem aos projetistas explorar os métodos de investigação analógicos e digitais como atividades paralelas e interdependentes” (Dunn, 2012).

Dentro do universo de possibilidades, destacam-se, mediante tamanha liberdade formal contemporânea e desenvolvimento de vasto leque de ferramental tecnológico, a ampliação das possibilidades de manipulação da forma e o maior domínio sobre a mesma, ainda que ela seja gerada e calculada por processos informatizados. Nesse contexto, sem dúvida alguma, toma lugar a produção das maquetes híbridas, as quais fazem diminuir (ou até desaparecer) os limites entre as técnicas tradicionais e as tecnologias digitais.

Ideias emergem a partir do ato físico de desenhar (HERBERT, 1992), onde cada registro exige uma nova interpretação do registro anterior. As descobertas circunstanciais, definidas muitas vezes como “*insights*”, são contingentes, emergem do próprio ato projetual e não de decisões antecipadas.

As representações e simulações analógicas e digitais assumem um papel ativo no processo de projeto, pois colaboram para tornar explícito aquilo que está implícito na mente de quem está projetando, diminuindo a carga cognitiva necessária e ao mesmo tempo facilitando a geração de novas ideias.

Protótipos rápidos apresentam uma oportunidade para experimentação e descoberta. Além de auxiliar na visualização, podem aprofundar a compreensão dos espaços projetados durante o processo criativo e, sobretudo, na fabricação digital de elementos destinados à construção. Ao materializar objetos virtuais, além da visão atuam todos os outros sentidos que nos fazem perceber e entender fisicamente o ambiente circundante. (FLORIO; ARAÚJO; SEGALL, 2008) Vale destacar que, como já registrado, o CAD, Projeto Auxiliado por Computador (*Computer Aided Design*), foi introduzido no processo de projeto em meados do século XX, mais precisamente no início da década de 1960, quando Ivan Sutherland desenvolveu, como tese de conclusão do seu PhD no *Massachusetts Institute of Technology* - MIT, um sistema inovador que tratava de um editor gráfico chamado “*Sketchpad*” (Sutherland, 2003), sistema esse que era bastante primitivo se comparado aos softwares de CAD atuais.

O “*Sketchpad*” tinha como novidade a interação do usuário com o computador através da chamada “*Light pen*”, uma espécie de caneta luminosa que era usada diretamente na tela para realizar o desenho, juntamente com uma caixa de botões de comando. Neste editor, era possível criar e editar objetos, em 2D, de forma distinta, portanto tal sistema é tido como um marco na informática e na computação gráfica, considerado o primeiro software de CAD, sendo uma das aplicações da tecnologia computacional que possibilita a representação visual de objetos baseada na Computação Gráfica, com o foco de produzir um modelo do objeto arquitetônico. Essa tecnologia é definida segundo a ISO - *International Organization for Standardization*, como: “[...]um conjunto de ferramentas e técnicas para converter dados para ou de um dispositivo gráfico através do computador”. (ISO 13567 – 1998)

A Modelagem Geométrica costuma ser eficaz ao descrever objetos manufaturados pelo homem, mas encontra um desafio para representar formas orgânicas e outros fenômenos naturais. (GOMES; VELHO, 1990)

Esses fenômenos são construídos por: “[...] objetos com uma geometria extremamente complexa e irregular, não homogênea, como por exemplo, as plantas, os animais ou o fogo”. A representação desse tipo de fenômeno pela Modelagem Geométrica, se possível, seria vagarosa e consumiria muito tempo, por isso é comum empregar a Modelagem Procedural como método alternativo.

A Modelagem Procedural tem como objetivo tornar simples a modelagem de fenômenos complexos, ao representá-los por meio de um único modelo que possua parâmetros de fácil ajuste e que sejam intuitivos. Para tanto, essa modelagem se concentra em criar o protótipo, a partir de um conjunto de regras que gerará o modelo de forma automática ou semiautomática. A base de conhecimento utilizada na construção dos modelos procedurais vai além da Geometria e Topologia, incluindo em geral conhecimentos provenientes de uma área afim ao objeto real a ser modelado, por exemplo botânica, biologia, física. Outras características dos modelos procedurais, segundo Gomes e Velho (1990) são a base algorítmica, a recursividade, o uso de técnicas estocásticas e uso de técnicas de animação. A primeira é a descrição do conjunto de regras do modelo em forma de algoritmo, de modo a guiar as etapas de construção e transformação dos objetos. A segunda característica guia a primeira, determinando seus processos de expansão e subdivisão ao controlar o número de repetições de dada operação. A terceira possibilita a criação de variações nos modelos controladamente, ao aplicar efeitos randômicos baseados nas estatísticas de comportamento do objeto a ser modelado. A última característica proporciona uma gama de técnicas de deformações utilizadas para criar imagens em movimento.

Reconhecidas como a parte da Ciência da Computação que estuda algoritmos, técnicas e metodologia para a geração, manipulação, armazenamento e interpretação de imagens por meio de computadores, constituído de duas fases: visualização e modelagem, as ferramentas CAD, sejam elas quais forem, são a interface do profissional de projeto com a máquina e sua disseminação para a quase totalidade dos projetos arquitetônicos realizados na atualidade, aponta para uma crescente e inevitável necessidade de automação das etapas de projeto.

Após os anos 1980, o microcomputador e os programas CAD ganharam novas versões, mais rápidas e mais eficientes e tornaram-se ferramentas de trabalho dentro de médias e grandes empresas de arquitetura, sendo que até as escolas de arquitetura vieram a aderir à esta tecnologia, incluindo em suas matrizes a disciplina de Informática aplicada a Arquitetura.

A utilização destes programas, naquele momento não pretendia subverter o processo tradicional de concepção do projeto, tinha o objetivo, apenas, de substituir as grandes pranchetas, que acomodavam de forma incômoda as folhas em formato A0, possibilitando, assim, com que a representação técnica passasse a ser desenvolvida de forma digital, no âmbito dos monitores dos PCs. Durante os anos 1990 foram criadas outras gerações de CAD que incorporaram o desenho em três dimensões, permitindo que peças fossem inteiramente modeladas no computador.

Sem a evolução deste software, o uso dos computadores para desenvolvimento de projetos ainda estaria restrito a cientistas e pessoas altamente qualificadas. Mas, com o advento das interfaces gráficas e o uso do mouse, o computador se apresenta hoje, cada vez mais intuitivo. E, apesar de ainda exigir uma qualificação maior, já é uma realidade nos escritórios de arquitetura, inclusive no Brasil. A tecnologia pode ser entendida, em termos gerais, como o conjunto organizado de saberes, materiais e processos destinados ou aplicados à criação ou transformação de uma dada realidade material. Mais especificamente, em arquitetura, fazem parte deste conjunto as ferramentas, os instrumentos e materiais, processos coordenados para o projeto e a produção do espaço arquitetônico.

Encontram-se hoje, no mercado da informática, uma vasta gama de softwares, aplicados especialmente à computação gráfica, coexistindo inúmeros programas com a mesma linha de programação, CAD, BIM, CATIA, MAYA, RHINOCEROS e o *plug-in* GRASSHOPPER, todos com eficiência reconhecida pela possibilidade da efetivação virtual de espaços, tornando possível compreender de maneira facilitada, mais clara e precisa, tanto para o projetista, como para o empreendedor a forma, o volume e a conceituação da concepção proposta.

A introdução do uso de sistemas CAD e sua gradativa popularização apontam para a crescente necessidade de automação das etapas de projeto, mas exige que se lance um olhar crítico para o modo convencional de utilização das ferramentas computadorizadas em projetos arquitetônicos.

As simulações a partir de modelos, que tem os desenhos virtuais como resultado, trazem para a arquitetura a efetiva possibilidade de experimentação no processo de projeto. A simulação decorrente da criação está no centro das possibilidades colocadas pela computação gráfica que proporciona a virtualização e manipulação de objetos 3D. O objeto modelado pode receber as alterações necessárias e ser visualizado por rotação dinâmica em tempo real. O projeto arquitetônico em CAD-2D somado ao distanciamento normalmente existente entre os processos de projeto e de produção fazem perdurar a fragmentação e a falta de domínio do processo, sendo comuns "acertos realizados em obra". Se há, no Brasil, um distanciamento tecnológico entre as duas etapas, também há ainda um distanciamento metodológico que não estabelece relações de correspondência entre ações de projeto e ações de produção-construção. (KOWALTOWSKI et al., 2000)

As ferramentas CAD disponíveis no mercado podem ser classificadas em várias categorias. Uma particularidade útil é classificá-los em CAD's genéricos e CAD's dedicados. Os CAD's de uso genérico são aqueles destinados ao uso geral, ou seja, não estão orientados para uma determinada aplicação. Os representantes mais conhecidos desta categoria são o AutoCAD da

Autodesk e o Microstation da Bentley. O primeiro é o mais popular e líder de mercado em vendas, sendo o produto mais utilizado pelos arquitetos e projetistas da área. O segundo é uma ferramenta também muito poderosa, sofisticada e profissional. Entretanto, é considerada corporativa, vindo a ser usada pelas instituições do governo e empresas de médio e grande porte, tendo como foco de atuação principal a área geotecnologia.

Os CAD's dedicados são aquelas ferramentas orientadas para aplicações específicas, como Arquitetura, Engenharia Mecânica, Engenharia Estrutural, Cartografia, Topografia, Projeto de Vias, etc. A principal vantagem de se trabalhar com uma ferramenta dedicada, está na facilidade e rapidez com que são feitas a maioria das tarefas quando comparadas com aquelas realizadas com o emprego de um CAD de uso genérico. (ESPINHEIRA NETO, 2004, p.7)

As ferramentas CAD podem ainda ser classificadas em Editores de Desenho e Modeladores Tridimensionais. Os editores de desenho são sofisticados produtos para desenhar que substituem com grandes vantagens os tradicionais instrumentos de desenho. Já os modeladores tridimensionais permitem a construção de modelos numéricos dos objetos, que podem ser visualizados graficamente sob as mais diversas condições e submetidos a uma gama de análises no sentido da verificação da validade de uma solução proposta. A utilização correta destes recursos constitui sem dúvida alguma, um avanço no processo de projeto em benefício da qualidade do produto gerado.

Normalmente, durante o processo de criação e desenvolvimento de um projeto de arquitetura, características específicas de partes desenhadas são revisadas e modificadas muitas vezes. Para responder a este problema foi desenvolvida uma estrutura, embutida em programas gráficos computacionais, baseada em parâmetros e hierarquia: as variações paramétricas.

O uso de parâmetros para definir a geometria de elementos construtivos, no âmbito da construção civil, tem provado ser cada vez mais eficaz no processo de projeto. (FLORIO, 2011)

Para Lima (2008), os softwares paramétricos de desenho são uma evolução dos já tradicionais programas de desenho precisos e para compreender o que é um software paramétrico de modelagem, o mesmo autor explica: tecnologia paramétrica significa que se pode alterar o projeto a qualquer momento e todos os outros elementos são atualizados automaticamente, ou seja, um processo muito mais prático que o dos programas utilizados normalmente.

O BIM "*Building Information Modeling*" (Modelagem de Informação da Construção) é um paradigma baseado em modelagem de sólidos, com banco de dados e linguagem de

programação orientada a objetos, com uma interface paramétrica de múltiplas representações e uma comunicação baseada na rede mundial de computadores. (EASTMAN, 1999)

Conceituado pelo professor Charles M. Eastman do Instituto de Tecnologia da Georgia e nomeado por Jerry Laiserin. Basicamente, este sistema de programa BIM caracteriza-se quando o edifício é construído em três dimensões, fazendo com que as informações técnicas de projeções ortogonais sejam extraídas deste modelo com precisão e, quando se façam necessárias quaisquer alterações de informação, todo o modelo, junto às projeções será devidamente modificado.

Este tipo de programação pressupõe que quando o projetista modela um edifício hipotético, quanto à expressão gráfica, à análise construtiva, à quantificação rigorosa de trabalhos e tempos de mão-de-obra - desde a fase inicial do projeto até a conclusão da obra, todas estas informações precisamente quantificadas, constarão no modelo finalizado.

Razões sociais e comerciais também incentivaram ao desenvolvimento do BIM. Como por exemplo, a globalização da indústria da construção na década de 1990, juntamente com o novo papel dos computadores como dispositivos de telecomunicações, devido em grande parte ao surgimento da Internet, resultando no surgimento do projeto colaborativo (KALAY, 1999, p. 20), para o qual uma ferramenta BIM seria oportuna.

Originalmente, antes de ser comprado pela Autodesk, o Revit era visto ou parecia ser um concorrente de um antigo produto da Autodesk, o *Auto Cad Architectural Desktop*, uma versão do AutoCad para Arquitetura que hoje em dia se chama *AutoCAD Architecture*. Ambos os produtos eram do tipo "*Intelligent Building Modelers*" ou programas de projeto e modelagem 3D que associam muitas informações centralizadas acerca do edifício a ser construído. Estes tipos de programas são também chamados BIM (*Building Information Modeling*), ou seja, aqueles que fazem uso de uma tecnologia e conceito de Modelagem (projeto 3D ou tridimensional com informações associadas).

O programa é dedicado especialmente aos profissionais da área de Arquitetura e Engenharia. Diferentemente de outros programas para uso profissional, o Revit *Architecture* ou Revit *Arquitetura* requer conhecimentos prévios de projeto de arquitetura para usá-lo, já que foi especialmente concebido e adequado para uso profissional.

O programa está sendo usado por escritórios de projetos que procuram um processo moderno de projetar e modelar em 3D que vai bem além do CAD tradicional. Enquanto se projeta através das plantas e elevações, é paralelamente construído um modelo tridimensional do projeto, e todas as modificações feitas nas plantas, cortes e elevações aparecem imediatamente neste modelo 3d ou maquete eletrônica do projeto.

Quando se projeta com o Revit (figura 17), na verdade, o projetista está ao mesmo tempo documentando todo o projeto e criando um edifício "virtual" ou um modelo computadorizado que simula a construção de um edifício de verdade. Todo o processo é documento para extração de tabelas e listas de materiais. Ao se inserir uma porta, uma janela, uma parede ou uma luminária, todos estes objetos e componentes da construção podem ter materiais de acabamentos especificados, numerações, assim como suas características físicas especificadas. O programa unifica todas as informações do projeto em um modelo central, que pode ser compartilhado pelos projetistas de diferentes áreas. Para quem está usando o programa em nível avançado, poderá ver que o programa também propicia "*workflows*" ou métodos de trabalho para análise de projetos sustentáveis, estudos de interferência, planejamento da construção e fabricação dos materiais.

A maquete eletrônica é construída enquanto se projeta, permitindo uma rápida e eficaz visualização do projeto a todo o momento. E as modificações no projeto, como mudanças de paredes, retiradas ou colocação de esquadrias, aparecem imediatamente no modelo 3D.

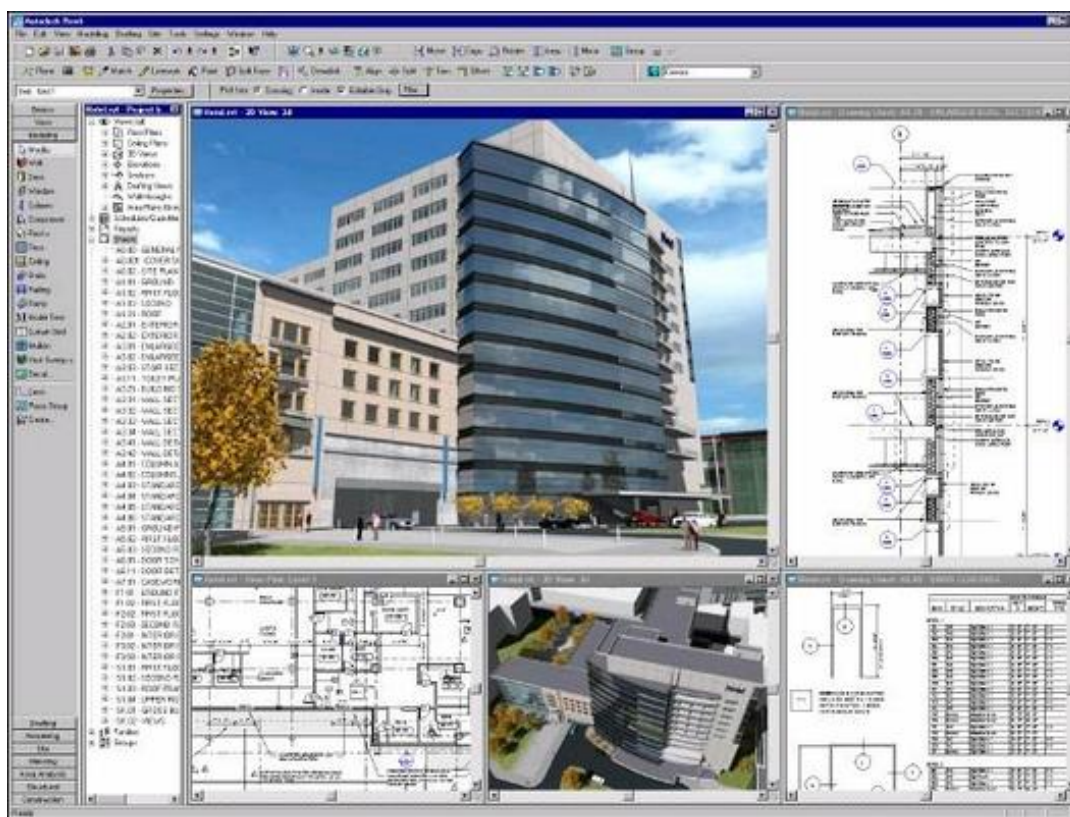


Figura 17: Interface do software Revit – BIM, em uso.

Fonte: KILKELLY, M. "5 razões para arquitetos aprenderem programação". 05 Apr 2015. **ArchDaily Brasil**. © Flickr CC user William Cromar. Disponível em: http://img3.adsttc.com/media/images/5515/c004/e58e/ced7/7800/0172/large_jpg/52988a59e8e44e5c50000f7_bim-collaboration-via-the-cloud_untitled-1.jpg?1427488757

O programa possui também recursos ou "ferramentas" para projeto conceitual, possibilitando desenhar formas conceituais e geometrias como elementos construtivos facilitando a transição para o desenvolvimento do projeto. Ou seja, a partir de esboços tridimensionais, o programa sugere modelos geométricos auxiliares para a representação destes modelos conceituais, facilitando a tarefa de criar uma geometria real das partes e componentes de um projeto. Este recurso é mais interessante principalmente para projetos que fogem à geometria tradicional ou geometria "Euclidiana". Em outras palavras permite criar projetos de geometrias complexas, ao estilo Zaha Hadid e depois criar "paredes" ou "cascas" de geometria complexa em representação de projeto arquitetônico e projeto executivo.

Para isso, os aplicativos BIM utilizam componentes digitais, como paredes, portas, janelas, vigas e pilares, no lugar de linhas, pontos e outras primitivas geométricas, de tal maneira que estes componentes podem ser entendidos como tais pelos sistemas, permitindo assim que sejam extraídas dos modelos digitais as mais variadas informações, inclusive tabelas quantitativas e, do mesmo modo, que sejam realizados testes de desempenho, que auxiliam as tomadas de decisão ao longo do desenvolvimento dos projetos.

A alteração dos dados numa tabela de especificação de materiais reflete-se automaticamente em todas as outras tabelas do projeto e atualizações de plantas e vistas renderizadas. Através da chamada tecnologia BIM, o escritório de projetos pode simular diferentes materiais de uso e ter imediatamente um custo totalizado para que o cliente compare. Trata-se, portanto, de um conceito revolucionário que certamente vai modificar toda a metodologia de projeto conhecida até este momento.

O sistema BIM se apresenta como alternativa, não que nos sistemas CAD, não se possa trabalhar em conjunto, mas aqui se sinaliza uma nova abordagem para as práticas profissionais, na medida em que introduz uma nova maneira de manipulação das informações dos projetos parceiros, possibilita trabalho simultâneo entre os profissionais envolvidos no processo de construção civil.

Todos os elementos construtivos projetados no Autodesk Revit *Architecture* têm parâmetros associados, ou seja, por ser um programa que roda numa plataforma BIM, todos os objetos passam a conter informações anexadas aos mesmos (alguns os chamam de objetos inteligentes), informações estas usadas por outros projetistas que estão envolvidos no projeto. Estes objetos carregam anexadas as informações necessárias para a execução de um projeto, através de tabelas e vistas perspectivadas (vistas em 3D), e não apenas vistas em projeção (ou vistas 2D). Modificações feitas em uma tabela, ou em qualquer prancha ou partes do desenho, são

automaticamente atualizadas em tudo que se relaciona ao projeto, possibilitando a arquitetos e engenheiros criarem versões digitais da edificação, como se elas já estivessem construídas de verdade, tudo através de modelos 3D. Além disso, o BIM se estende além do projeto, e se preocupa muito com a relação e compatibilização de todos os envolvidos na construção civil, diminuindo erros e aumentando o desempenho. Assim, como toda a informação é elaborada e retirada a partir de um único modelo, a chance de erros diminui drasticamente, e há um aumento significativo no envolvimento e conhecimento dos profissionais.

A experimentação, ainda que simulada, dos objetos projetados em sua integridade tridimensional, que o BIM propõe, relacionam diretamente o projeto à obra construída, antecipando, em meio digital, do espaço a ser materializado.

O método através do qual o modelo é construído deve ser considerado como uma decisão de concepção. Deve-se compreender não só a geometria do modelo, mas as implicações das decisões relativas às maneiras com que o modelo é construído, a fim de desenvolver um rigoroso processo de avaliação crítica, com o objetivo de compreender os elementos não só através dos processos de construção convencionais, mas também a intenção do projeto. (CHENG, 2006)

Comparando o desenho manual com o desenho no computador e com um modelo paramétrico, este último só funciona quando o problema é bem compreendido. A relação entre a forma e os parâmetros aumenta em complexidade na medida em que o modelo se desenvolve. A reconstrução de um modelo físico para explicar as relações recém-descobertas leva muito tempo, já no software paramétrico, as alterações ocorrem simultaneamente às suas correções. Isso pressupõe uma convergência de tecnologias *best-of-class*, em que, não somente a gestão, mas também, o conhecimento da produção sejam dados de alavancagem do valor do arquiteto e redefinam o verdadeiro objetivo do processo de desenho.

BIM como um conceito ou o processo é muito mais que um contexto acionado anti-fragmentação, processo de design anti-isolamento que é dependente das relações contextuais no ambiente de modelagem e dos dados para fundamentalmente re-conceber a relação do conjunto através das partes. Fundamentalmente subverte o pensamento plano, priorizando a vista tridimensional de todo o mundo.

Adotar a plataforma BIM na redefinição do fluxo da informação do modelo digital e na incorporação no processo de projeto, permite uma eficiente aplicação do Modelo Baseado no Desempenho. Dentre as vantagens da adoção dessa plataforma estão a possibilidade do trabalho colaborativo e multidisciplinar, o compartilhamento do processo projetual, desde sua fase de

concepção, e a redução do tempo de compatibilização do projeto arquitetônico com os projetos complementares.

Deve-se destacar que o BIM alinha-se com as formas contemporâneas, de geometrias complexas e dinâmicas por permitir a lógica do “*file to factory*”, ou seja, o modelo digital origina a fabricação de elementos de um edifício, permitindo a precisão e fidelidade à forma gerada digitalmente, indispensável sob o ponto de vista da arquitetura das formas complexas.

Por intermédio dos esforços da indústria aeroespacial focados na criação de ferramentas mais sofisticadas que pudessem não só ajudar a aperfeiçoar o processo de desenvolvimento, mas também atender a uma complexidade crescente do design da aviação, é que o software tridimensional CATIA surgiu.

Já em 1975, a Avion Marcel Dassault adquiriu a licença do CADAM - *Computer Augmented Drafting and Manufacturing*- configurando seus primeiros esforços para substituir desenhos feitos à mão por projetos assistidos por computador. Contudo, como o CADAM só realizava desenhos em 2D, esse software não foi o suficiente para atender as complexas demandas dos projetos aeronáuticos.

Não tendo acesso a um software que atendesse as necessidades do desenvolvimento de projetos tridimensionais, a *Dassault* teve de criar seu próprio software 3D. Dois anos após o episódio CADAM, a empresa organizou sua própria equipe de desenvolvedores, e até o final da década de 1970, seus programadores já haviam criado o antecessor do CATIA, o qual tornou-se o primeiro software a trazer a modelagem tridimensional para o processo de design.

No início da década de 1980, *Avions Marcel Dassault* passou a comercializar o CATIA com outros fabricantes aeroespaciais e no início dos anos 1980, a empresa criou a *Dassault Systemes*, uma nova subsidiária independente que pode concentrar seus esforços no desenvolvimento do software.

Por meio de um acordo, a IBM passou a deter os direitos de comercializar, distribuir e fornecer suporte técnico para o CATIA da empresa francesa e essa parceria levou o software tridimensional para o catálogo de produtos a disposição dos clientes IBM, tornando a demanda pelo software, imediatamente crescente, em todo o mundo.

O passo seguinte, na evolução do software, veio em 1988 com o CATIA versão 3, que foi contemplado com a implantação da função CAE, a qual contribuiu muito no desenvolvimento da engenharia do produto.

Com a transferência dos direitos sobre o CADAM para a IBM, em 1992, o software se desenvolveu ainda mais e um ano depois foi lançado o CATIA V4. Em 1998, totalmente reescrito com suporte para Windows NT e Windows XP surgiu o CATIA V5 (figura 18), além

de ser um software considerado multiplataformas, que disponibiliza suporte a todas as etapas de concepção e desenvolvimento de produtos, também oferece várias ferramentas que apoiam a elaboração de projetos de forma e proporção fidedignas, logo na primeira proposição, garantindo agilidade e exatidão na realidade virtual. Ao mesmo tempo em que simula formas tridimensionais, cria suas construções geométricas e determina especificações construtivas. Além disso, pode ser associado a utilização de escâneres com guia laser para capturar as imagens de objetos em três dimensões, os mesmos usados em cirurgias médicas e por alguns filmes de animação.



Figura 18: Versões do CATIA a partir do seu lançamento em 1981 até a versão 3 em 1988.
 Fonte: <http://cad.cursosguru.com.br/cad/catia-v5-conheca-o-software-e-sua-historia/>

Alguns arquitetos enxergaram o potencial de aplicação desses novos programas, provenientes de outras áreas, na Arquitetura e realizaram pesquisas para determinar se essas ferramentas e seus recursos poderiam ser adaptados ao processo projetual arquitetônico que, por fim, resultou na entrada de ferramentas de outras disciplinas no campo da Arquitetura. (KOLAREVIC, 2003) Mitchell (2005) relata que entre os primeiros a examinar essas possibilidades está o escritório do arquiteto Frank Gehry que começou por testar ferramentas de outras disciplinas em seus projetos de formas complexas. Tais formas não podiam ser construídas com elementos construtivos industrializados e padronizados. Para essa situação, o objetivo do programa CAD era dar apoio à concepção e o desenvolvimento do projeto de formas não convencionais, ao mesmo tempo resolvendo a viabilidade construtiva. Essa busca por uma ferramenta CAD para formas não convencionais é oriunda da pesquisa contínua desse escritório por métodos para construir o seu vocabulário formal próprio. Tal repertório formal foi desenvolvido mediante sucessivos estudos de formas curvas ao longo de uma série de projetos. (JENCKS, 2002)

A princípio parecem predominar as formas curvas ou muito angulosas, as formas ‘fluidas’ (que sugerem movimento) e a acentuação da transparência dos elementos de vedação. Mas de um ponto de vista menos superficial isso poderia ser resumido no ‘intenso uso de formas complexas’. Essas formas complexas assumem diferentes configurações e se caracterizam menos pela versão final e mais pela sugestão de serem resultado de um cálculo preciso envolvendo ‘geometrias complexas’ e tornadas viáveis pela maior facilidade de manipulação de dados pelo computador.

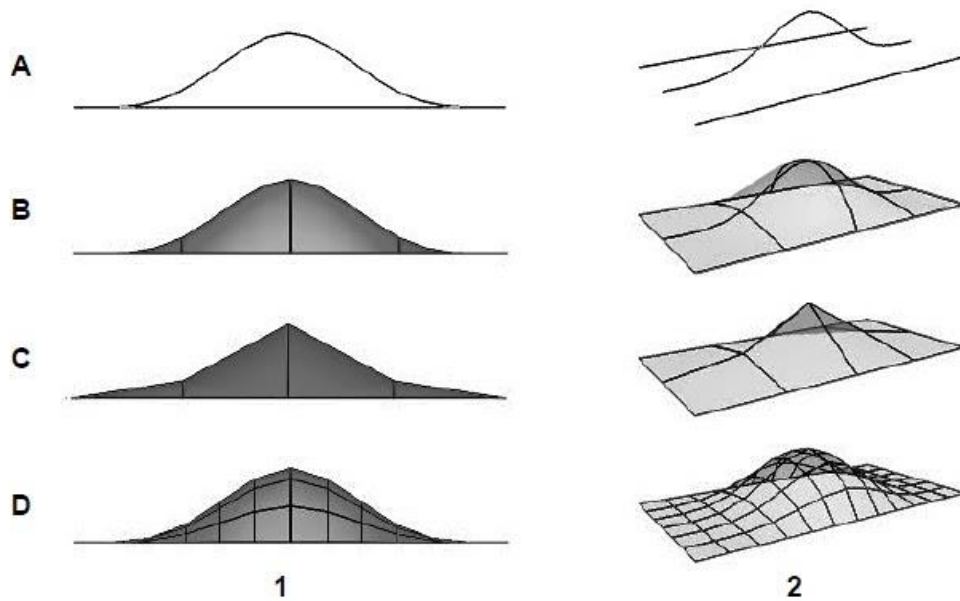
A tecnologia não cessa seu desenvolvimento e mais recentemente aprimorou o software Rhinoceros 3D, que também é conhecido como Rhino, ou ainda Rhino3D, tendo como característica ser um programa proprietário de modelagem tridimensional baseado na tecnologia NURBS¹³. Desenvolvido pela Robert McNeel & Associates para o sistema operacional Windows, o programa nasceu como um *plug-in* para o AutoCAD, da Autodesk. Posteriormente, mais desenvolvido, o projeto se tornou um aplicativo independente. É usualmente utilizado em diversos ramos de design, em arquitetura e também engenharia mecânica. Um dos aspectos mais interessantes do programa, e também um fator adicional para o aumento de sua popularidade, é a vasta gama de opções de importação e exportação de que dispõe. A grande quantidade de formatos disponíveis permite que o Rhino atue como um "conversor", preenchendo lacunas entre diferentes softwares utilizados no processo de desenvolvimento de um projeto. Além disso, apresenta um eficiente conjunto de ferramentas para reparo de arquivos de outras extensões. Baseado principalmente na tecnologia NURBS, (*Non-Uniform Rational Basis-Spline*) que propõe a criação de malhas através de superfícies curvas, ainda que execute, também, algumas operações com *meshes*, modelando elementos sólidos com a maleabilidade da construção por superfícies e permite, além da prototipagem, o escaneamento de modelos tridimensionais. O RHINO pode criar, editar, analisar, documentar, renderizar, animar, e traduzir curvas NURBS, superfícies e sólidos sem limite de complexidade, grau, ou tamanho, além de suportar malhas¹⁴ de polígonos (figura 19) e nuvens de pontos (figura 20). A modelagem poligonal, apesar de possuir apenas formas geométricas como quadriláteros e triângulos entre planos justapostos, é utilizada para todas as finalidades visuais, desde modelagem inorgânica como de mesas, cadeiras, copos etc. à modelagem orgânica de pessoas, animais, plantas e modelagem de carros. A deficiência de não conseguir reproduzir as

¹³ *Non Uniform Rational Basis Spline* (NURBS), modelo matemático usado regularmente em programas gráficos para gerar e representar curvas e superfícies. (CHENG, 2008)

¹⁴ Malha é o resultado da junção de elementos geométricos dispostos lado a lado, criando uma superfície baseada em formas planares (polígonos) ou em curvas (*splines*). De forma análoga, um tecido possui uma justaposição de linhas do material que o compõe.

suavizações de geometrias, tão facilmente conseguidas através das curvas, é conseguida através do aumento do número de polígonos.

A precisão e flexibilidade do software permitem que os projetistas possam explorar e perceber suas ideias sem perder tanto tempo, como seria necessário se o fizessem no "CAD".



Exemplo de modelagem em NURBS e poligonal.

Coluna 1: Visão frontal do objeto.

Coluna 2: Visão em perspectiva e com transparência do objeto.

Linha A: Curvas (*splines*) utilizadas para modelagem em NURBS.

Linha B: Objeto modelado a partir das curvas.

Linha C: Objeto obtido através do uso de polígonos (quantidade correspondente ao obtido através dos *splines* (oito polígonos)).

Linha D: Objeto obtido com o aumento do número de polígonos (72 polígonos).

Figura 19: Modelagem de curvas por meio de criação de malha poligonal

Fonte: ESPINDULA, A. R. de A. Pré-visualização de animação tridimensional digital.

UFMG, 2007. 150 f. p. 58.

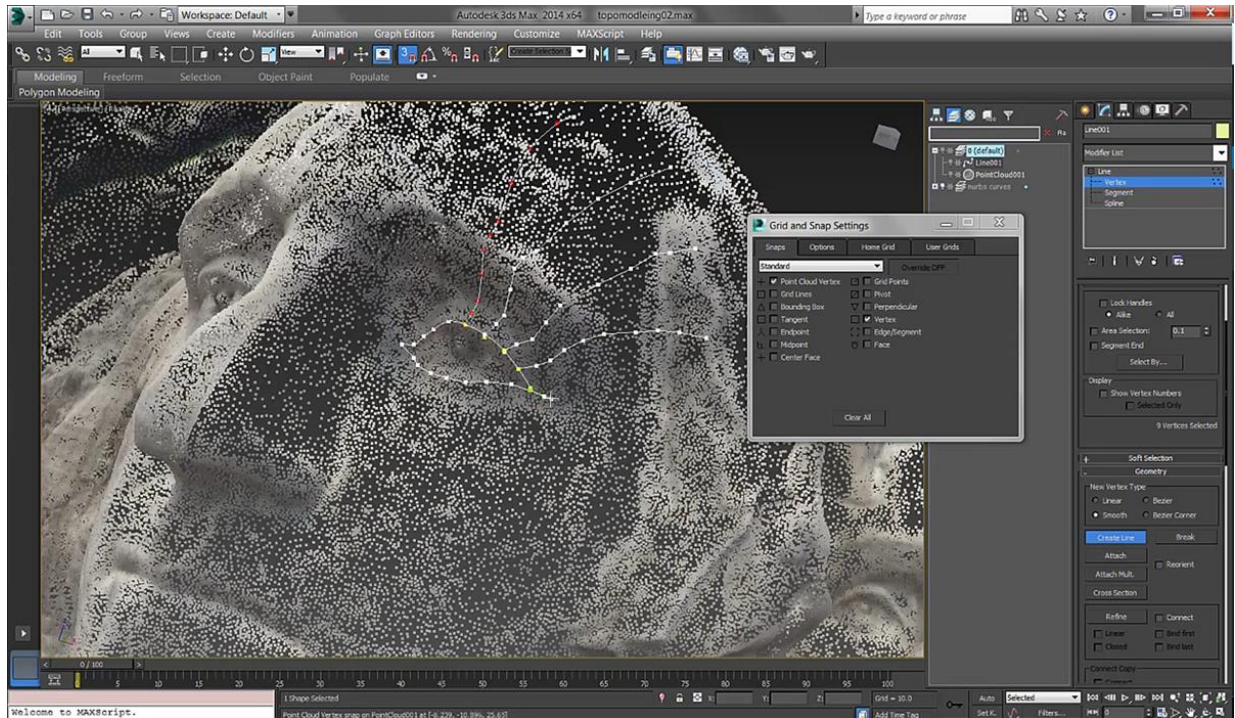


Figura 20: Modelagem utilizando *Snap to Point Cloud* sobre modelo importado de pontos de nuvens.
 Fonte: <http://misterchip3d.com/2014/03/21/autodesk-anuncia-a-linha-2015-para-o-3ds-max-maya-e-mudbox-veja-as-novidades-do-3ds-max/> Acesso em: Out, 2015.

As superfícies virtuais têm sido analisadas e divididas em 4 categorias: 1. G0, que representa a interseção entre dois planos (posição); G1, que é obtida por tangência; G2, G3 e G4, que são superfícies que levam em conta a continuidade geral da forma e não apenas o resultado das interseções. As continuidades perfeitas também são conhecidas como superfícies Classe A.

Mesmo o Rhinoceros já possui desdobramentos, desenvolvidos a partir de sua tecnologia, tais como o Grasshopper, que é um *plug-in* do Rhino 3D e permite gerar formas orgânicas de maneira paramétrica, ou seja, pode-se ajustar todos os aspectos de qualquer geometria proposta. Sendo um editor algoritmo gráfico integrado com ferramentas de modelagem em 3-D do Rhino, o mesmo não requer nenhum conhecimento de programação por parte dos usuários.

A crescente demanda por processos mais racionais e de melhor desempenho na indústria da construção é amplamente observada pelos estudos científicos da área. Observa-se também a complexidade cada vez maior dos sistemas construtivos e das exigências de desempenho no seu funcionamento, visando a economia de recursos e a redução do impacto ambiental gerado por eles. “O volume de informações necessário para a geração de produtos dentro deste contexto aumenta rapidamente, e são demandados novos sistemas ou novas abordagens para o processamento dessas informações” (HÄKKINEN, 2007).

Capítulo 04

Paradigmas contemporâneos

4.1 Complexidade incorporada ao Projeto

Foi a partir, inicialmente, de curiosidade científica, e depois de contaminação, adaptação de processos e descobertas de diversas procedências diferentes, que nos aproximamos do paradigma da complexidade, que pensa em movimento aquilo que a lógica clássica pensa de maneira estática. Qualquer conhecimento opera por seleção de dados significativos e rejeição de dados não significativos: separa (distingue ou disjunta) e une (associa, identifica), hierarquiza (o principal, o secundário) e centraliza (em função de um núcleo de noções-chave); essas operações, em que se utiliza da lógica, são de fato comandadas pela organização do pensamento, ou paradigmas, princípios ocultos que governam nossa visão das coisas e do mundo, sem que tenhamos consciência disso.

Desde o século XVII, o pensamento ocidental é condicionado hegemonicamente pelo paradigma cartesiano. Trata-se de um condicionamento antigo, que foi aperfeiçoado por Aristóteles (384-322 a.C.) e como bem disse Heráclito (540 – 470 a.C.): nada dura tanto, exceto a mudança. Embora o paradigma cartesiano, ainda nos dias atuais, determine predominantemente o modo de conhecer, pensar e agir dos seres humanos ocidentais, no decorrer da história da ciência um novo paradigma, o da Complexidade, começa a emergir, na medida em que os três pilares da certeza, a Ordem, a Separabilidade e a Razão, sobre os quais o pensamento científico se fundamentou até o século XX, começaram a ser abalados pelo desenvolvimento, também, da própria ciência. Visto como um edifício, o construto epistemológico da Complexidade tem a base formada a partir de três teorias surgidas nos anos de 1940: a Teoria da Informação, a Cibernética e a Teoria dos Sistemas, comportando, ainda, as ferramentas para a teoria da organização.

Descartes fundou o “paradigma da simplificação” (DESCARTES, 1999), ao separar o sujeito pensante e a coisa entendida, isto é, separou filosofia e ciência, homem e natureza. As

consequências nocivas deste paradigma começaram a se revelar no século XX. A redução do complexo ao simples promoveu uma hiperespecialização e fragmentação do conhecimento que é insuficiente para pensarmos o desenvolvimento sustentável, pois o pensamento simplificador é incapaz de conceber a conjunção do uno e do múltiplo.

A Teoria da Complexidade surgiu durante o século passado, a partir de avanços nas ciências que contradisseram a visão mecanicista das ciências clássicas. O ponto de partida foi uma abordagem que compreendesse os fenômenos naturais levando em consideração sua posição como parte de um Universo mais abrangente, e não se restringiu ao isolamento do entorno, prevalente na hipótese clássica. Tal teoria define que cada objeto de estudo é composto por elementos menores, que estão conectados para formar uma entidade maior e nesse contexto, um elemento frequentemente se conecta com mais de um outro, assim manifestando complexidade, e uma conexão permite a transmissão de informação em ambas direções, para apresentar o fenômeno de realimentação ou *feedback*. Cada elemento deste sistema complexo exerce uma capacidade de manipular a informação transmitida pelas conexões, o que resulta em um sistema de controle descentralizado que não pode ser atribuído a uma parte só. Apesar de uma conectividade rica, a entidade consegue manter uma estrutura definida e não homogênea, fenômeno denominado como estrutura hierárquica.

Encontram-se estruturas complexas e hierárquicas entre muitos dos fenômenos naturais, desde os mais simples até os mais elaborados. Uma pedra, por exemplo, é composta de cristais, elaborados de moléculas, constituídas de átomos, formados por partículas subatômicas. Boulding (2004) observou que os níveis hierárquicos menores são, às vezes, incompreensíveis ao olhar superficial. A visão sistêmica ressalta esta estrutura profunda, conectando-a à entidade superior.

Em meados do século XX, conhecimentos advindos de novas disciplinas avaliaram essa questão sistêmica. O estudo de sistemas complexos culminou na Teoria da Complexidade, que os descreve tanto pelas partes, em termos da definição de tais sistemas, quanto em geral, em termos de seu desempenho e comportamento.

Para abordar o crescente leque de soluções que resultam dos cálculos cada vez mais envolvidos utilizam-se técnicas quantitativas, na maioria estatísticas, e percepções qualitativas para identificar suas características e atributos, descrevendo – os, não apenas em linguagem matemática, mas em termos de padrões estabelecidos a partir de simulações no campo virtual. As continuidades entre simulação e objeto real devem passar pelo domínio do que seria o objeto final em sua complexidade, tanto pela manipulação das três dimensões quanto pelo

conhecimento e controle prévio das interferências a que estará sujeito e as que produzirá em seu ambiente de destino.

Deve-se considerar, acerca desses aspectos que a maior urgência no campo das ideias não é rever doutrinas e métodos, mas elaborar uma nova concepção do próprio conhecimento. No lugar da especialização, da simplificação e da fragmentação de saberes, Morin (1994) propõe o conceito de complexidade e o pensamento complexo, segundo ele, tem como fundamento formulações surgidas no campo das ciências exatas e naturais, como as teorias da informação e dos sistemas e a cibernética, que evidenciaram a necessidade de superar as fronteiras entre as disciplinas.

Para o pensador, os saberes tradicionais foram submetidos a um processo reducionista que acarretou a perda das noções de multiplicidade e diversidade. A simplificação, de acordo com Morin (1994), está a serviço de uma falsa racionalidade, que passa por cima da desordem e das contradições existentes em todos os fenômenos e nas relações entre eles. A complexidade não acena com a simplificação ou com a possibilidade de se descobrir o segredo do universo numa fórmula, mas lança os cientistas numa reflexão sobre os mistérios desse universo com sua quantidade de interações e de interferências entre um número muito grande de unidades, impossibilitando determinações precisas, uma vez que o conhecimento científico está muito incerto, diante de fenômenos que não se enquadram no seu esquema explicativo e, em vista disso, o que era considerado um problema das Ciências Humanas, algo que elas tinham de não científico, passa a ser também uma problemática a ser enfrentada nos domínios da Física, da Química e da Biologia.

Edgar Morin não nos dá uma definição de complexidade, mas nos indica caminhos, chamados por ele de “avenidas” (MORIN, 1994, p.139), que nos remetem à reflexão e ao enfrentamento dessa nova ferramenta conceitual. Temos que conviver com a incerteza que a noção de acaso e desordem nos traz, nas palavras do próprio autor: “o próprio acaso não é certo que seja acaso”. A atividade científica pode ser caracterizada como aquela que integra determinações e não aquela que as exclui, contrapondo a visão metodológica unitária, que considera o campo construído pelo saber como totalmente homogêneo e ao qual se aplicam ordenações que definem fenômenos ou eventos.

Na atualidade o conceito de “complexidade” passa a fazer parte da discussão arquitetônica, tanto vinculada à configuração formal, como à sua relação com o discurso teórico. A complexidade opera a partir de elementos que não podem ser distinguidos com a mesma clareza visual; as partes são díspares e heterogêneas, e o todo está em estado provisório e instável.

Neste sentido, complexidade pode ser considerada a fusão e a contradição entre múltiplos sistemas que não podem ser reduzidos a uma descrição pela geometria euclidiana. São formas complexas e amorfas controladas pela geometria topológica. Para Greg Lynn, “a característica primária única da complexidade é a unificação provisória de componentes díspares sem totalidade” (LYNN, 1998).

Aceitar o paradigma da complexidade é aceitar a contradição, as relações dialógicas que se estabelecem na ordem e na desordem, na harmonia e na desarmonia. Jamais poderemos escapar da incerteza e jamais poderemos ter um saber total. Com isso, a única possibilidade do ponto de vista da complexidade é ter metapontos de vista sobre nossa sociedade. É através dessa nova perspectiva que podemos pensar na sustentabilidade e no surgimento de uma consciência ética planetária. Afinal somos parte de uma comunidade humana que tem um destino comum e uma identidade comum.

A análise histórica tem estudado as manifestações culturais provenientes da prática projetual, uma especialidade de exploração da Arquitetura. O processo conforma e acomoda a síntese de um conjunto de determinações ou qualidades que resultam de um gesto de articulação de outros saberes ou conteúdos de natureza histórica, técnica e pessoal.

As demais ciências ou engenharias se subordinam a essa coordenação arquitetônica, e o projeto é o meio articulador das relações com a cidade (urbanismo), com os materiais, as ciências físicas (instalações elétricas e hidráulicas) etc... O projeto é um ato operativo que estabelece relações entre saberes aparentemente descontínuos, a partir de uma intencionalidade do sujeito arquiteto, que o articula. (ABASCAL; ABASCAL BILBAO, 2010)

Esse conceito possibilitou a criação de novas ferramentas computacionais desenvolvidas em ambientes paramétricos, que permitem programar as dependências entre componentes, entre um ponto e outro, com características variáveis, as quais são chamadas parâmetros. Estes permitem construir regras, traçar relações entre os pontos de uma curva, de uma superfície ou entre objetos, e ainda estabelecer “graus de inteligência” e o relacionamento entre esses pontos. Além disso, essa propriedade permite alterar e testar várias possibilidades rapidamente e obter diferentes resultados, a fim de serem comparados, entre si. Portanto, essa criação por variação catalisa a produção de diferentes ideias, e permite fazer emergir diferentes soluções para um mesmo problema.

O uso de parâmetros para definir a geometria de elementos construtivos, no âmbito da construção civil, tem provado ser cada vez mais eficaz no processo de projeto. Edifícios são compostos literalmente de milhares de partes individuais e de um grande número de conexões. Uma modelagem geométrica (MP) desse tipo exige que essas porções sejam agrupadas em componentes constituídos por parâmetros, de modo a facilitar a sua manipulação de acordo com a necessidade. Embora a MP tenha se tornado mais acessível aos arquitetos, a tarefa de criar modelos paramétricos complexos introduziu a necessidade de novas habilidades (NIR, 2007), incluindo linguagens de programação e conhecimentos de geometria complexa. Todavia, o desenvolvimento de novos métodos de MP simplifica essa tarefa e permite superar certas restrições geométricas até recentemente modeladas com grande dificuldade. (FLORIO, 2011)

Se por um lado a MP tem auxiliado na concepção e no desenvolvimento de projetos complexos, por outro lado a fabricação digital (FD) tem viabilizado tecnicamente a construção civil. Porém, para que seja possível fabricar peças curvilíneas complexas, modeladas geometricamente no computador torna-se necessário desdobrá-las (*unfold*) em superfícies planas antes de efetuar o corte. As superfícies desdobráveis (*developable surfaces*) são aquelas que permitem uma subdivisão em partes, e que têm uma curvatura conveniente e aceitável para curvar. Por esse motivo a importância de gerar geometrias baseadas em superfícies regradas. (FLORIO, 2005)

Há muitas estratégias possíveis para gerar e materializar formas complexas a partir dos recursos de MP e FD. O processo de encontrar e fazer emergir novas formas (*form-finding*) por meio de MP incentiva o questionamento das soluções existentes e auxilia a materialização de propostas mais ousadas e complexas. Normalmente, estruturas espaciais metálicas demandam muito tempo para a modelagem geométrica 3D. Quando modeladas pelas técnicas tradicionais de extrusão, demandam tempo e paciência. A MP facilita e acelera esse processo. (Figura 21)

O relacionamento histórico entre arquitetura e seus meios de produção está incessantemente sendo alterado pelos novos processos controlados digitalmente, tanto na prática de projeto como na fabricação e construção.

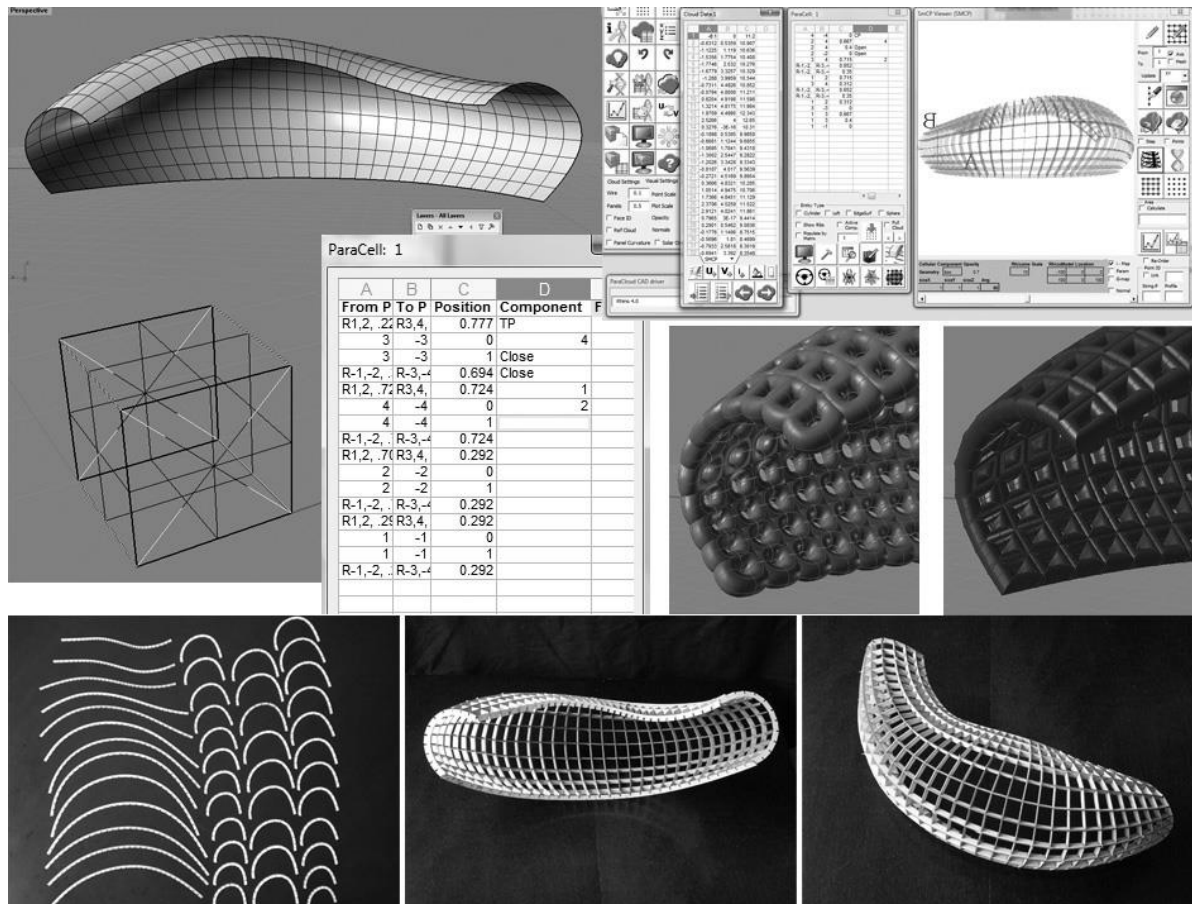


Figura 21: Modelagem Paramétrica utilizando o software RHINO para geometrias complexas – Comando: “control points” (CP) - alterando o grau de curvatura dos perfis da célula (closed ou open; 1º, 2º ou 3º grau)

Fonte: FLORIO, 2005, p. 61

Ao tratar-se de formas e espaços complexos, é necessário entender como são gerados os subsistemas que os compõem, especialmente as ferramentas de modelagem tridimensional. Charles Jencks (1997), em seu livro *The architecture of the jumping universe*, compara a visão modernista assentada numa ciência mecanicista cujo universo é linear, sequencial e determinista com uma nova linguagem estética baseada no fractal design, na estética das ondas, dobras, ondulações e 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, NOX, Coop Himmelblau, Morphosis, Eric Owen Moss, UM-Studio, Toyo Ito, entre outros.

Outro conceito que emergiu à cena da arquitetura contemporânea, desde o final da década de 1970 foi a teoria dos fractais¹⁵. Em 1979, Mandelbrot, utilizando o computador, percebe 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 diferentemente 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 grande semelhança com o todo. A esta capacidade das formas dos fractais de ser idênticas em todas as escalas Mandelbrot denomina de *scaling*¹⁶. 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. Na Figura 22, observa-se o diagrama conceitual e o recobrimento fractal, junto à maquete física do projeto. Assim como o conceito de desconstrução de Derrida foi utilizado por arquitetos da era digital, para embasar a busca pelo informe, pelo desconstruído e pelo fragmento, para justificar soluções formais de grande impacto visual e urbano nas operações computacionais, outro tema abordado pelo filósofo se incorporou ao discurso de alguns arquitetos: o conceito de *differance* relacionado ao “acontecimento”. Nesse aspecto, o programa de arquitetura com seus condicionantes e características preestabelecidas passa a ser reinterpretado também como natureza mutante e transitória.

Derrida, em 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. (DERRIDA, 1993, p. 65)

¹⁵ 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*. O autor define o conceito a partir da palavra *fractus*, do latim, *frangere*, que significa quebrar, criar fragmentos irregulares; podendo ser entendido por “fragmentos”.

¹⁶ AaVv. *Diccionario Metápolis Arquitectura Avanzada*, Barcelona: Actar, s/d. (Metapólis, s/d, p. 240).

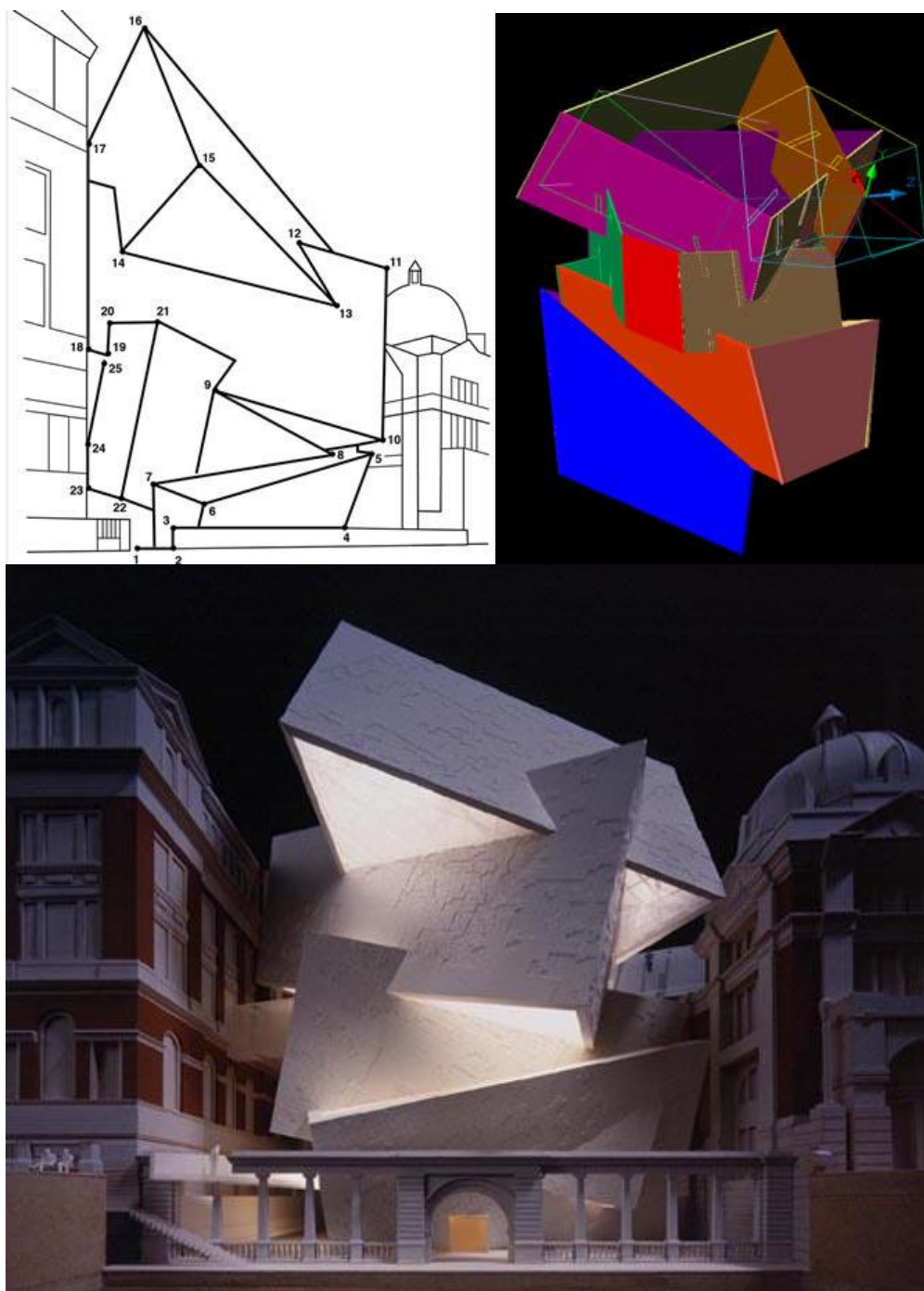


Figura 22: *Victoria and Albert Museum*. Daniel Libeskin, 1996. Diagrama conceitual, recobrimento fractal e maquete física.

Fonte: <http://www.arch.school.nz/bbsc303/2004/students/allenruss/creation/day3.htm>. Acesso em: Jan, 2015.

A apropriação de conceitos oriundos da filosofia, para explicar operações projetuais na geração de formas complexas, precisa ser pensada com cuidado e num contexto específico. A complexidade está na sociedade contemporânea, cujos problemas arquitetônicos derivam num

programa de necessidades, muitas vezes, complexo e mutável, que exige do arquiteto soluções e estratégias projetuais consistentes.

4.2 Geometria Computacional e soluções algorítmicas

A partir da metade da década de 1990, pesquisadores da área de Arquitetura começaram a usar técnicas de animação e simulação para criar métodos de geração de forma arquitetônica. De maneira similar as pesquisas da década de 1970 chamadas de gramática da forma por George Stiny e James Gips, as quais se baseavam no sistema de produção do matemático Emil Post (1943) e na gramática gerativa do linguista Noam Chomsky. (CELANI; CYPRIANO; GODOI, 2007)

A área de pesquisa de métodos de geração de forma é muito ativa, ainda está em crescimento e, atualmente, é denominada de *Generative Design* (GU; SINGH; MERRICK; 2010), a abordagem computacional aplica diferentes técnicas de controle de movimento e comportamento, criados para programas de simulação, de modo a conceber formas a partir de elementos como rede neurais, algoritmos genéticos, gramática da forma, modelos evolutivos e autômatos celulares. É comum que essas técnicas possuam um fator randômico durante o processo de geração da forma e por isso o resultado não é conhecido à priori.

Esses métodos geradores, ao serem usados por arquitetos, são entendidos dentro do paradigma denominado “caixa preta”, uma vez que é “[...] um aparelho tecnológico, no qual o usuário 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 [...]”. (ROCHA, 2009) Pode-se destacar que esse método de concepção valoriza o fator de indeterminação no pensamento de projeto através de sistemas de resultado em aberto que são capazes de gerar diversidade e complexidade. Mais ainda, esse procedimento propõe que o projetista não mais desenhe ou represente a forma pensada à priori (*form making*), mas ele procure e avalie entre as formas à posteriori (*form finding*) que são resultantes do método gerador, qual a opção se encaixa com sua proposta, uma abordagem batizada por Kolarevic (2003, p.13) de Digital Morfogênese.

O importante a ser destacado é que essa abordagem de *Generative Design* não só propôs uma ferramenta CAD para a fase preliminar do projeto, como também uma mudança no processo de projeto, questionando a predominância da abordagem convencional de criação de formas. Esse

embasamento teórico procurava criar uma Arquitetura que capturasse o espírito da “Era da Informação” através do uso das tecnologias digitais como uma mídia expressiva (KOLAREVIC, 2003) e tinha seus interesses voltados para uma discussão mais ampla da Arquitetura no âmbito da tecnologia da informação, demonstrando uma resposta ao ambiente que os rodeia e ao contexto em que vivem, logo à sociedade informacional e digital.

O caso do Museu Guggenheim de Bilbao, constitui exemplo característico dessa abordagem de concepção onde sua forma foi desenvolvida, a partir de sucessivos estudos de formas curvas onde as geratrizes são comumente derivadas da deformação de prismas, que são combinados para criar uma massa volumétrica curva, irregular e complexa. (JENCKS, 2002)

Essas deformações foram desenvolvidas por meio de pesquisas que conforme Shelden (2002), resultaram em regras de construções de superfícies, as quais foram inseridas como *constraints* na ferramenta de modelagem paramétrica CATIA, utilizada pelo escritório. As duas regras mais utilizadas foram: a limitação de aplicação de superfícies a somente as desenvolvíveis ou as regradas, que resultou em um amplo emprego de superfícies de varredura, que pode ser percebido nas formas do museu (figura 23).

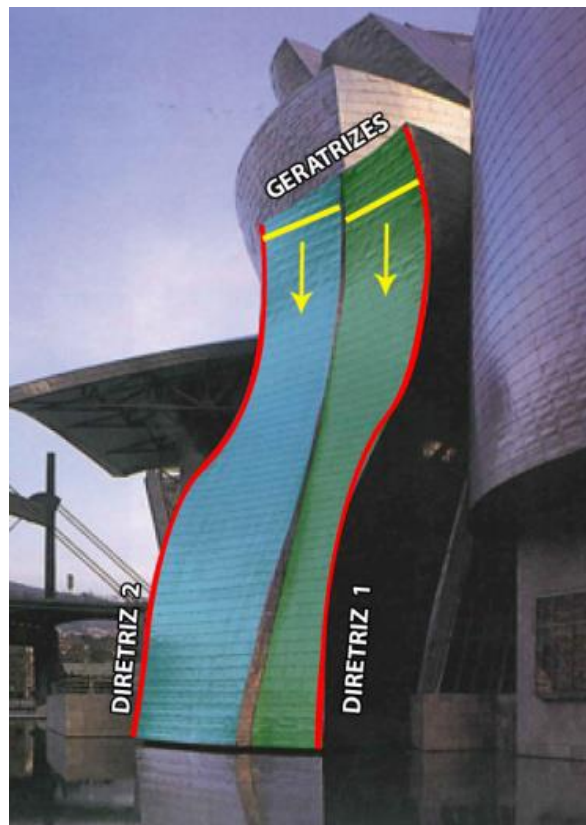


Figura 23: Superfícies de varredura na forma do Museu Guggenheim de Bilbao.
 Fonte: SLESSOR, C. Atlantic Star. *The Architectural Review*, Londres, v. 202, n. 1210, p. 30-42, dez. 1997, p. 34.

Acredita-se que, nos dias atuais, coexistam ou confrontem-se dois procedimentos no que diz respeito ao fazer arquitetônico: um deles, bem material, constituído de elementos físicos, paredes, limiares e níveis, todos precisamente localizados; o outro, imaterial, do qual as imagens e mensagens não possuem qualquer localização. Do primeiro procedimento, emerge um espaço substancial, composto pela noção do todo; no segundo, o espaço é acidental e as partes se tornam essenciais com a fratura das formas inteiras. Os dois procedimentos são produtos das distintas compreensões de espaço e tempo, o que leva os arquitetos a criarem mundos projetuais condizentes com tais dimensões.

Percebe-se a sensação de rapidez do tempo e de achatamento do espaço. A arquitetura produzida por esse paradigma não é somente efeito material e concreto das estruturas construídas, da permanência de elementos e marcas arquitetônicas, mas, também, da incessante profusão de efeitos especiais, que produzem um espaço acidental, fracionado e desintegrado.

Há quem considere o desenho arquitetônico tradicional um sistema redutivo para representar e conceber essa nova arquitetura. Os arquitetos contemporâneos discutem incessantemente as possibilidades de criação no campo da arquitetura, em seu cruzamento com as linguagens digitais. Novos mundos projetuais são criados para traduzir o espaço dinâmico da contemporaneidade. A boa arquitetura, no âmbito desses processos, parece estar na exploração das possibilidades das tecnologias de computação gráfica de criar superfícies envoltórias maleáveis, fluidas e envolventes, que não são configuradas por geometrias ortogonais estáticas e que levam a outros modos de fruição estética.

A variedade de softwares utilizados na Arquitetura Contemporânea comprova que não apenas processos antes realizados por meio de ferramentas manuais vêm se automatizando e se ocultando na caixa-preta. A variada lista dos programas adotados para o desenvolvimento de projetos experimentais torna latente também a incorporação de técnicas de outras indústrias e conceitos de outras disciplinas na produção dos modelos digitais da Arquitetura. A indústria da animação, a indústria automobilística e a indústria aeronáutica são apenas algumas das fontes mais notórias de técnicas e conceitos.

Qualquer classificação que pretendesse esgotar as possibilidades que os arquitetos e urbanistas possuem para utilizar as tecnologias disponíveis, especialmente aquelas relacionadas com computador, estaria fadada ao fracasso. Caso não fosse uma lista concebida incompleta, estaria ultrapassada em pouco tempo, devido ao rápido desenvolvimento de novas tecnologias, dos programas e dos equipamentos que podem ser conectados aos computadores.

Contudo, pretende-se aqui evidenciar algumas experiências que têm se tornado, em certa medida, em novos paradigmas. É preciso dizer que a apropriação das TIC pelos arquitetos e urbanistas não se dá com a mesma intensidade. Nesse sentido, Steele (2001), em seu livro intitulado “Arquitetura e revolução digital”, aponta três maneiras diferentes como os arquitetos têm enfrentado as profundas transformações decorrentes do advento da informática.

A primeira, e a menos complicada, é utilizar este novo e vigoroso potencial digital como uma ferramenta para realçar um projeto que se tem trabalhado de maneira convencional e que, geralmente, se identifica com aqueles arquitetos que haviam criado seu “estilo” antes que entrassem na era eletrônica. Utilizam geralmente AutoCAD para realizar tarefas repetitivas e mecânicas, para delinear graficamente conceitos já definidos (STEELE, 2001, p.65. Trad. do autor)

Uma segunda maneira seria aquela semelhante ao processo de Frank Gehry (Figura 24), o qual expressa uma aproximação e imbricação das potencialidades da tecnologia com as sensibilidades criativas do arquiteto. Nesse caso, o arquiteto “utiliza o computador como um alterego subordinado mecânico, o que significa que o projetista se deixa conduzir pela máquina, incorporando-se em uma dança digital” (STEELE, 2001).

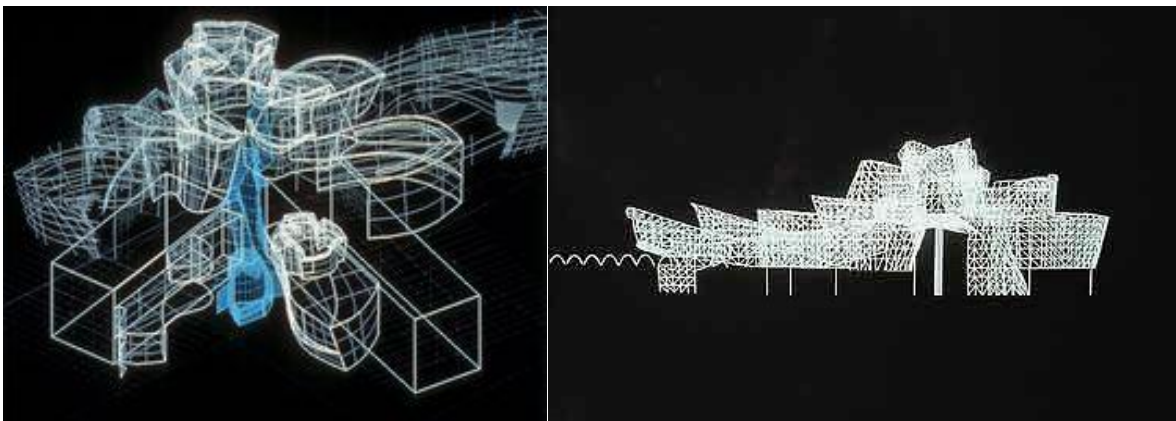


Figura 24: Museu Guggenheim, Bilbao – modelo em *wirwframe* - CATIA.

Fonte: BRUGGEN, C. V. Frank Gehry. Museu Guggenheim Biobal. *The Solomon R. Guggenheim Foundation, New York & FMGB Guggenheim Museo, 1997.*

Finalmente, a terceira variante apontada por Steele, diz respeito aos arquitetos que incorporam desenhos feitos à mão e posteriormente digitalizados em suas soluções gráficas, compondo um trabalho híbrido.

As duas primeiras possibilidades de uso das TIC no campo da arquitetura e urbanismo estão relacionadas ao surgimento de novos softwares, cada vez mais complexos, e, geralmente, que possibilitam representações em 3D. A terceira possibilidade está diretamente relacionada a mixagem, com a mistura de linguagens, ou seja, a combinação da representação dita tradicional, ou à mão, com aquela produzida com auxílio do computador.

Com o avanço do conhecimento, várias técnicas de simulação computacional, principalmente os modelos de fenômenos físicos, foram incorporadas e combinadas com a modelagem de sólidos de modo a aperfeiçoar as ferramentas CAD para área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Essas ferramentas permitiam simulações numéricas do desempenho de obras arquitetônicas e de engenharia, nas fases de desenvolvimento do projeto.

A estrutura fundamentalmente lógica dos modelos vem sobrepondo as especificidades dos campos disciplinares e estimulando a difusão modos de operação, que se adéquem ao cálculo e computação. Nesse sentido, não só a matemática, como os processos técnicos que se fundamentam nela, vem sendo, sem grande surpresa, os de mais fácil incorporação nos programas utilizados na Arquitetura. Não é incidental, nas últimas duas décadas, a extensa materialização de temas matemáticos e conceitos científicos em objetos arquitetônicos. A manipulação de geometrias fractais, sistemas de partículas, algoritmos genéticos, entre outros temas externos ao âmbito arquitetônicos propaga-se, em grande parte, pela produção pautada nos modelos digitais. Essa não é apenas uma conexão metafórica, mas, principalmente, operacional.

Emergindo do campo de projeto e análise de algoritmos no final da década de 1970, a Geometria Computacional tem crescido como uma disciplina reconhecida, com suas próprias revistas científicas, conferências e uma grande comunidade de pesquisadores produtivos. Esse sucesso pode por um lado ser explicado pela beleza dos problemas estudados e das soluções obtidas, e por outro lado, pelo domínio de diversas aplicações – computação gráfica, Sistemas de Informações Geográficas -GIS, robótica, e outras, em que algoritmos geométricos tem um papel fundamental. (BERG, et. Al., 2000)

Para diversos problemas geométricos as primeiras soluções algorítmicas foram ou lentas ou difíceis de serem entendidas ou implementadas. Mais recentemente, uma grande quantidade de novas técnicas algorítmicas tem sido desenvolvida, a fim de melhorar ou simplificar diversas das primeiras abordagens. Estudos algorítmicos dos mais diversos tipos de características

apareceram, no século passado, na literatura científica com intensidade amplamente aumentada nas últimas três décadas. Porém, apenas recentemente, estudos sistemáticos de algoritmos geométricos têm sido assumidos e um crescente número de pesquisadores tem sido atraídos para essa disciplina.

Aspecto fundamental dessa disciplina é a percepção de que caracterizações clássicas de objetos geométricos são frequentemente complexas demais para o projeto de algoritmos eficientes. Para tornar obvio essa inadequação, é necessário identificar os conceitos úteis e estabelecer suas propriedades, que irão conduzir para computações eficientes. De certa forma, a geometria computacional deve remodelar, sempre que necessário, a disciplina clássica em sua versão computacional.

A busca obsessiva por um padrão (*modular*) e uma normativa capazes de embasar processos de repetição e reprodução que fundamentaram a Era Mecânica da Industrialização, tem sido substituída, na Primeira Era Digital, pela capacidade das novas tecnologias de proporem alternativas significativas ao processo criativo e não apenas por incrementarem processos anteriores, fundamentados sobre uma outra lógica. (OXMAN, 2006)

Nessa perspectiva, enquanto a obsessão pela modulação repetitiva refletiu a busca por um ambiente de estabilidade, a produção contemporânea representa um mundo dinâmico, em constante mudança, com variações incrementais: um desafio à lógica estática da normalização e das rigorosas tipologias, que propõe diversidade, descontinuidade, diferenciação e uma evolução dinâmica que pretende ser muito mais do que apenas formalismo e que poderia ser entendido, então, como uma nova simbiose entre produto, projeto e a maneira como é concebido, desenvolvido e produzido através de recursos digitais.

Se a arquitetura até então tinha como referência de base o plano horizontal e a gravidade - o chão como base apriorística, no universo digital devemos nos lembrar de que tudo se baseia em números, num abismo numérico. Havia uma instancia primeira que era o chão, um edifício em fase de projeto tinha como primeiro ponto de contato com a realidade a noção embutida que haveria um plano referência perpendicular à gravidade, e se ele desmoronasse o faria paralelo as linhas de força gravitacional e atingiria a inercia distribuído nesse plano perpendicular a ela. No universo digital, essas referências não existem. A base única é que todas as informações estão finalmente baseadas nas oscilações binárias entre 0 seg. e 1 seg. Assim, e preciso explorar arquitetonicamente as possibilidades exponenciais que essa nova dimensão tecnológica traz a arquitetura. Philippe Queau lembra que os modelos e as imagens digitais são representações intermediárias "de uma mesma natureza: a representação numérica. Isto implica a possibilidade

concreta de passar, através de números, de modelos a imagens, e vice-versa"¹⁷. A arquitetura na era digital pode se colocar entre esses universos, explorar interstícios.

No livro *Eloge de la Simulation*, Queau (1986) escreve que a simulação não é apenas mais uma ferramenta de representação de arquitetura, mas sim uma maneira de recriá-la - trata-se de uma experiência "demiúrgica". Mais que trazer as formas existentes traduzidas para a linguagem digital, o universo numérico da informática possibilita concentrarmos experiências visuais, formais, físicas, medidas no menor espaço possível em signos mínimos, mas oscilatórios.

Algoritmos geométricos envolvem a manipulação de objetos que não são manipulados no nível da linguagem de máquina. O usuário tem que organizar esses objetos complexos por meio de tipos de dados mais simples diretamente representáveis pelo computador, tendo como etapa inicial a modelização, que é uma atividade criativa e lúdica, vinculada à formação e à formulação dos objetos. Existem uma série de procedimentos que são utilizados para a captação e construção de objetos no universo virtual, como por exemplo as varreduras 3D a laser, as marcações pontuais em objetos e sua transmissão com canetas ópticas aos computadores, os cálculos e equações numéricas e os desenhos auxiliados por softwares.

O passo seguinte é a simulação que consiste em aplicar variações aos modelos, em coloca-los sob diferentes pontos de vista, diferentes condições "físicas", criando modificações possíveis, anamorfoses, distorções e replicações. É o processo de dar origem ao maior número de possibilidades e variações, potencializando os objetos virtuais além dos modelos digitais.

O universo virtual, sintético, não está além ou aquém do "real", concreto, mas é um universo intermediário. Baseado nos modelos lógico-matemáticos, pode ser transformado significativamente construindo possibilidades do "real" além das restrições do mundo concreto, mas que podem ser vivenciadas sensorial e intelectivamente pelos usuários, construtores ou "visitadores". Afinal, como escreveu Queau, diferente das imagens de captura analógica como a fotografia, o cinema ou mesmo o vídeo, que tem uma ligação direta com o que é "retratado", as imagens numéricas são totalmente construídas pelo Homem. O Homem constrói seu real em analogia a seus processos mentais e aos processos lógico-computacionais.

"Os modelos e as imagens são constituídos um pelo outro. Há um ir e vir permanente entre a inteligibilidade formal do modelo e a percepção sensível da imagem". (QUEAU, 1986, p. 197)

¹⁷ QUtAU, Philippe; *Le Virtue/- Vertus et Vertiges*; Ed. Champ Vallon + INA; Seyssel, 1993.

Quando imersos em ambientes virtuais, não deixamos o universo "real", mas cada ponto tomado e sentido no mundo virtual significa uma operação matemática. Os objetos virtuais são situacionais: é a visão do usuário que, através das operações mentais que ela implica, situa esses objetos espacialmente naquele momento singular. É a própria visão que da presença e posição aos objetos/signos virtuais. Não existe uma clara distinção entre sujeito, representação e suporte. Cada relação entre esses três elementos gera uma nova composição mental e sensorial, onde não é possível fixar atores, público ou cenário, pois todos se constituem de um mesmo imaginário numérico.

Os objetos considerados em Geometria Computacional são normalmente conjuntos de pontos no espaço Euclidiano. Um sistema de coordenadas de referência é assumido, tal que cada ponto é representado por um vetor de coordenadas cartesianas da dimensão apropriada. Os objetos geométricos não consistem necessariamente de conjuntos finitos de pontos, mas tem que obedecer a convenção de ser finitamente especificado (tipicamente, como *strings* finitas de parâmetros). Então, considera-se além de pontos individuais, a linha reta contendo dois pontos dados, o segmento de linha reta definido pelos seus dois pontos extremos, o plano contendo três pontos dados, o polígono definido por uma (ordenada) sequência ou pontos, etc.

A partir do quarto final do século XX, as máquinas de controle numérico passaram a auxiliar a fabricação de formas orgânicas e a incentivar a criatividade viabilizando a construção de formas complexas. Branko Kolarevic (2003) aponta pesquisas e edifícios construídos a partir das novas técnicas de modelagem geométrica e de fabricação digital, e alerta sobre a importância dos novos conhecimentos sobre topologia, geometrias não-euclidianas, NURBS (*Non Uniform Rational Beta Splines*) e parametrização. Além disso, a arquitetura internacional recente demonstra claramente que a modelagem paramétrica (MP) e a fabricação digital têm amparado os arquitetos e engenheiros nessa renovação no modo de construir.

Com domínio do ferramental tecnológico de suporte à concepção, há dois exemplos a se destacar: os escritórios Frank Gehry e Peter Eisenman, ambos sediados nos EUA, com obras extremamente dispendiosas que empregam tecnologia de ponta, executadas em países de primeiro mundo. Gehry adapta aplicativos desenvolvidos pela indústria aeroespacial para resolver muitos dos problemas geométricos e construtivos de uma arquitetura que busca uma fluidez formal exageradamente complexa. Os computadores são utilizados na fase do projeto de execução, para a concepção são utilizados métodos tradicionais, principalmente modelos tridimensionais. Já Peter Eisenman, que também busca um mesmo propósito formal, emprega aplicativos de modelização mais comuns logo na fase inicial de concepção. Utiliza os

computadores como uma espécie de “caixa de surpresas”, ficando muito próximo de um processo, um tanto aleatório, de design *by accident*. (GALOFARO, 1999)

Nos últimos anos têm sido disponibilizados scripts (KOLAREVIC, 2003; BONWETSCH, 2007; NIR, 2007) para operar em diversos programas de modelagem geométrica. Programas como Rhinoceros, Maya, *Generative Components*, e algoritmos generativos como Grasshopper e *Paracloud Modeler* utilizam scripts para gerar uma diversidade de parâmetros, possibilitando a criação de novas famílias de formas e ornamentos complexos.

A partir da metade da década de 1990, pesquisadores da área de Arquitetura começaram a usar técnicas de animação e simulação para criar métodos de geração de forma arquitetônica

4.3 Métodos projetivos e soluções construtivas contemporâneas

Renzo Piano é um dos mais reconhecidos arquitetos italianos e tem em seu histórico construções de casas, prédios, escritórios, igrejas, teatros e até mesmo pontes, navios e carros. Também planejou cidades e apresentou um programa de TV sobre arquitetura. Enquanto estudante trabalhou em vários projetos sob a orientação de Franco Albini (1905-1977) e acompanhava regularmente as obras de construção de seu pai, o que lhe deu uma experiência notável quer em termos de arquitetura quer da arte construtiva.

Entre 1965 e 1970 terminou a sua formação e realizou algumas experiências de trabalho através de viagens de estudo na Grã-Bretanha e América. É por essa altura que conhece Jean Prouvé (1901-1984), arquiteto, designer e engenheiro, verdadeiro apaixonado pela arte de utilizar e trabalhar o ferro, de quem se torna amigo e cuja amizade irá ter uma profunda influência na sua vida profissional.

Seu primeiro trabalho importante foi o Pavilhão Industrial Italiano na EXPO-70, realizada em Osaka em 1969. Esta obra chamou a atenção de Richard Rogers que propôs ao arquiteto uma parceria com quem fundou o escritório Piano & Rogers, na época em que a dupla projetou o Centre Pompidou, em Paris (1972/1976). Já em 1977, com o engenheiro Peter Rice, fundou o *L'Atelier* Piano & Rice.

Com a vitória do concurso de propostas para o *Georges Pompidou Center* (figura: 25), projetou o complexo cultural para a cidade de Paris, com um programa que conta com biblioteca, teatro, museu, dentre outros equipamentos e ambientes de cultura.

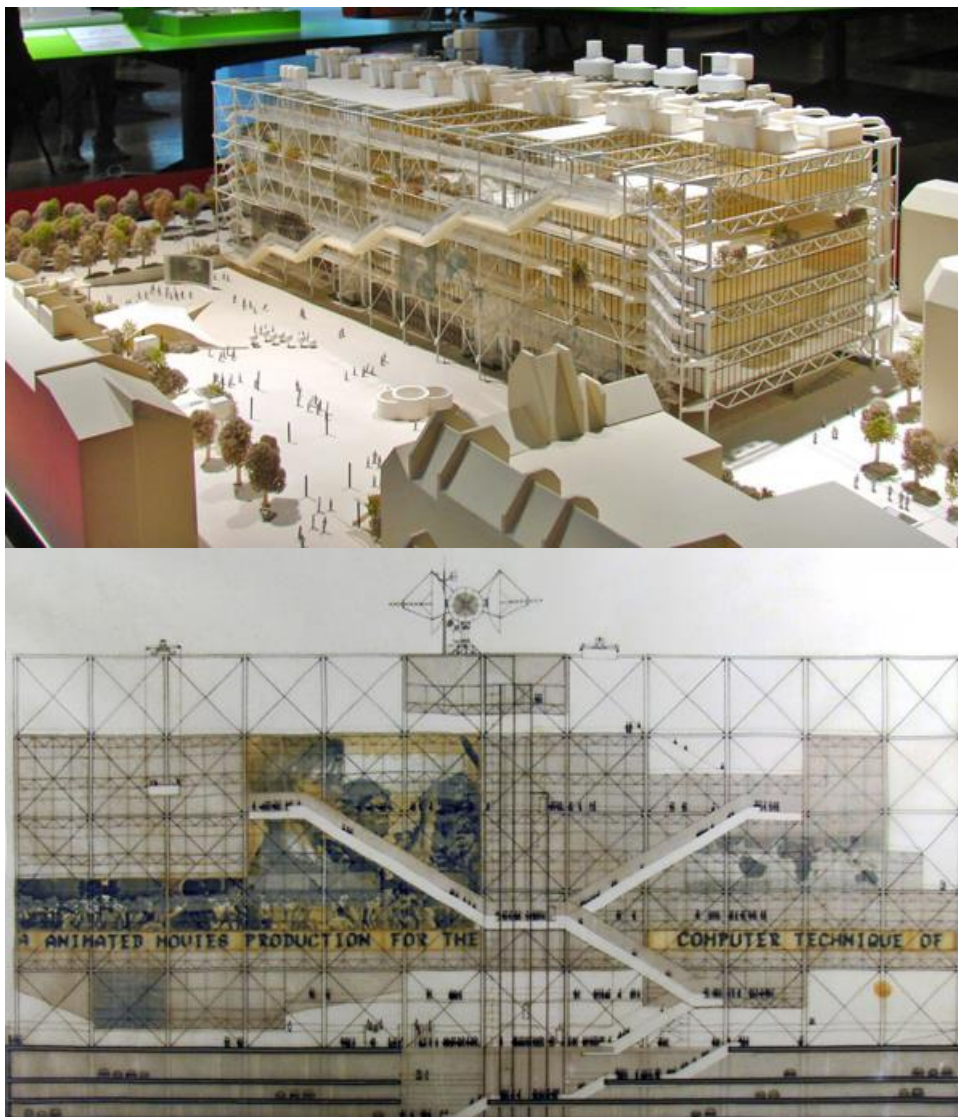


Figura 25: Maquete física e desenho da fachada do *Georges Pompidou Center*

Fonte: <http://www.archdaily.com/64028/ad-classics-centre-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers/5037e1b728ba0d599b0001d1-ad-classics-centre-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers-photo>

A base do concurso já tinha a ideia de construir um novo tipo de edifício urbano, um grande espaço que abrigasse todos os tipos de funções relacionadas com os meios de cultura, entretenimento e lazer, tudo em um espaço público. O projeto foi considerado inovador, embora bastante criticado, muitas vezes é considerado como sendo um marco para a era pós-moderna das artes e da arquitetura.

A obra é tida como uma proposta claramente radical para a década, pelo fato de utilizar tubulações aparentes, escadas rolantes externas ao volume principal e pela opção por um sistema estrutural em aço. O desenho da estrutura partiu de duas bases, a primeira propor uma planta livre, e a segunda foi transferir todos os elementos técnicos para as fachadas, pois estes

sempre comprometem a flexibilidade da planta, entretanto neste contexto tornaram-se uma forma de linguagem e expressão, que tornaram-se determinantes no desenho de Piano, a partir de então.

Fundou a *Renzo Piano Building Workshop* - RPBW, em 1981, que é uma organização internacional com escritórios de arquitetura atuando em Paris, Génova e *New York City* e sobre a qual proferiu as seguintes palavras: “Aqui nós não apenas projetamos coisas, nós as fazemos e as testamos. Manter a ação junto com a concepção me faz sentir um pouco menos traidor em relação à minha família” [...].

O ateliê conta com mais de 150 profissionais que com ele trabalham diretamente nas mais diferentes áreas (arquitetos, engenheiros, designers, especialistas...) em estreita colaboração com alguns gabinetes de arquitetura associados, a que o ligam anos de experiência. Desde de sua abertura o RPBW já completou mais de 120 projetos em toda a Europa, América do Norte, Austrália e Ásia Oriental. Entre suas contribuições, as obras mais conhecidas são: a Menil Collection em Houston no Texas; o Terminal do International Building Airport Kansai em Osaka; o Kanak Centro Cultural na Nova Caledônia; a Fundação Beyeler, em Basel; o Auditório de Roma; a *Maison Hermès* em Tóquio; a Biblioteca Morgan e o *New York Times Building*, em Nova York; e a Academia de Ciências da Califórnia, em San Francisco. Outras obras recentemente concluídas incluem a extensão do *Isabella Stewart Gardner Museum*, em Boston, o *Shard* em Londres e finalmente o *Astrup Fearnley Museum* em Oslo.

Na definição de Renzo Piano (2011), o artista é aquele que consegue dominar uma técnica e utiliza-la a fim de atender seus objetivos, que no caso refletem a arte. O arquiteto deve alcançar por meio da história, aquilo que o interessa e transforma-lo em algo novo, como fazem os artistas. Além disso, refere que a arquitetura não é uma arte pura, é muito complexa e está constantemente sendo contaminada por inúmeras situações, ao mesmo tempo em que também está sendo fecundada por milhares de expressões artísticas advindas de outras disciplinas. Desta maneira, o próprio Piano define seu trabalho:

[...] Tudo serve para fecundar a arquitetura. Por isso, escolhi misturar as disciplinas assim como faz um pintor com as cores da paleta. Eu não busco a diferença entre as artes e as ciências, busco a similitude; não busco as dissonâncias, mas as assonâncias. (PIANO, 2011, p. 20)

Ainda sobre as questões relativas ao campo científico da arquitetura, Renzo Piano destaca que o arquiteto contemporâneo deve ter em mente sempre, as duas grandes revoluções deste século. A primeira de caráter científico e tecnológico, *stricto sensu*, que modificou os materiais, os processos, os cálculos e a maneira de compartilhá-los, a segunda mais abrangente ainda, diz respeito a globalização da comunicação planetária, que anulou o conceito de distância. Dentro deste contexto, vale lembrar que o arquiteto não pode assumir a postura de espelho de uma época que não existe mais. Para exemplificar essa afirmação, o arquiteto define:

[...] a arquitetura é como um iceberg, e a parte que você vê emergir é minúscula se comparada a tudo aquilo que você põe ali dentro para que ela possa emergir: a sociedade, a atenção às coisas. (PIANO, 2011, p. 22)

A arquitetura contemporânea se utiliza das ferramentas da ciência da informática e das tecnologias, associadas, com o objetivo de preservar o equilíbrio natural dos ecossistemas, buscando no processo de concepção dos projetos, a integração das necessidades e os requisitos ambientais exigidos na tentativa de agregar um novo valor ao processo, sem que se perca qualidade arquitetônica.

Atualmente encontram-se posturas muito diferentes a respeito do emprego da alta tecnologia para obtenção de soluções arquitetônicas, para além da produção desenvolvida a partir de recursos tecnológicos, desde de meados do século XIX observam-se obras simbólicas, tais como o Palácio de Cristal em Londres (1851) e a Torre Eiffel de Paris (1889), experiências revisitadas nos anos 1960 em projetos realizados pelos ingleses do Archigram e pelos japoneses do grupo Metabolismo, Montaner (2014, p. 257) considera que no final do século XX “a arquitetura tecnológica se suavizou, se domesticou, respeitando muito mais as preexistências naturais e adaptando-se às tramas urbanas onde se insere”.

No momento em que vivemos as primeiras décadas depois da passagem para o século XXI, onde se caracterizou de forma enfática, a eliminação dos discursos hegemônicos em todas as áreas do conhecimento, oferecendo ao artista, incluindo aí o arquiteto, a certeza de que sua obra sempre poderia ser diferente, se coloca em dúvida a posição, inclusive historicamente, do projeto arquitetônico, como foco de diversas correntes de estudo, as quais têm produzido ao longo do tempo, manuais com regras e relatado inúmeras técnicas de procedimento para o exercício dessa atividade. Entretanto é necessário esclarecer que, apenas partes do processo

puderam ser orientadas por tais sequências de procedimentos, posto que, na totalidade a atividade de projetar é muito mais complexa e abrangente. Verificamos que a utilização da informática aplicada à arquitetura apresenta uma gama de possibilidades.

John Frazer (1995) defende uma nova alternativa para o método de trabalho, onde se privilegiam as relações lógicas inerentes ao modelo de prédio resultante da utilização diferenciada da tecnologia da computação ou software aplicados à arquitetura. A pesquisa de FRAZER exemplifica o esforço dos teóricos para encontrar novas aplicações para o uso da computação na arquitetura e constitui a base para pesquisas mais elaboradas – que estamos chamando no contexto deste trabalho de segunda geração de tecnologias aplicadas à arquitetura –, amparadas pela grande evolução dos computadores, das Tecnologias da Informação e Comunicação e materiais e tecnologia da construção. O trabalho de John Frazer busca um “algoritmo genético” que simule no computador a evolução natural. Cria modelos arquitetônicos virtuais que, além de trabalhar com princípios da natureza, problematiza o contexto, buscando fugir do risco da criação de um espaço puramente abstrato em relação ao entorno.

A técnica proposta se baseia na linguagem genética (*Genetic Language*), que fornece a sintaxe de todo o modelo, gerenciando desde o código binário das células até roteiros genéticos inteiros para todos os requerimentos esperados. É importante deixar claro que o código genético não é usado para definir fenótipos, mas constituem instruções que descrevem os processos que definirão os fenótipos do prédio.

Essas novas técnicas estão tornando possíveis construções até então inexecutáveis com formas e métodos construtivos revolucionários. Projetos como o do Museu Guggenheim de Bilbao, do arquiteto Frank Gehry passaram a influenciar arquitetos e motivar a produção de pesquisas acadêmicas. Paradoxalmente, à medida que o processo de projeto digital racionaliza o método, permite que novas relações sejam criadas no intuito de torná-lo menos determinístico. A manipulação das informações passa pelo filtro computacional, permitindo um aumento na quantidade e complexidade de variáveis consideradas, além da confiabilidade das respostas eliminando o viés da interpretação pessoal do projetista.

Gehry se incomoda com as regras, algo fundamental, particularmente, na arquitetura e se empenha em duvidar delas, problematizá-las, dobrá-las, subvertê-las. E como um artista, arrisca-se, pois não é simples saltar fora da ordem, exige disposição, determinação, coragem, mas também outras ferramentas e métodos. Gehry consegue misturar a liberdade da arte com algo concreto e intransponível, as leis da Física: afinal, “um edifício precisa ficar de pé! ”. Ele também comenta que em seu trabalho há momentos (e houve muitos) em que precisou como

que “saltar de um precipício” (intelectual, criativo), e aquilo acabou deixando-o muito feliz. Depois das comuns, frequentes e intermináveis incertezas, inseguranças, dúvidas, medos, nasce, como um filho, um edifício, que é um espetáculo e que funciona! Abdicar das certezas e arriscar-se parece ser a alternativa para se pensar, para além de molduras prontas, que acabam se transformando em viseiras e nos permitem enxergar uma ínfima parte da conturbada, complexa e plurifacetada experiência humana. Nunca enxergaremos o todo, pois ele só existe em nossa imaginação, fruto da ilusão moderna de totalidade.

O arquiteto fez de sua arquitetura uma arte da ocupação do espaço alavancada para fora do tempo. O domínio do espaço sobre o tempo, o apagamento da duração e a fragmentação do tempo capturado em presentes eternos expressam-se em uma ocupação monumental do espaço. De certa forma, a vida no presente não se tornou apenas complexa; ela oferece, junto com isso, um amplo leque de possibilidades de fruição. A experiência estética passa a integrar de forma mais contundente, mais disseminada, mais efetiva e acessível o tecido urbano e as demais instâncias da existência contemporânea. A heterogeneidade de linguagens disponíveis hoje ajuda na composição de novas fontes de prazer e diversão. As cidades, os espaços públicos, cada vez mais compartilham essa dominante cultural (JAMESON, 1996).

Conforme comenta Stungo (2000), há poucos edifícios que fazem as pessoas atravessarem o mundo para conhecê-los e admirá-los. O Taj Mahal e o Parthenon são dois deles; o Museu Guggenheim de Bilbao, projetado por Gehry, já faz parte desta seleta lista. Apenas nos dois primeiros anos após sua inauguração, mais de dois milhões de pessoas foram a esta pequena cidade às margens do rio *Nervió*, no norte da Espanha, para admirá-lo.

A arquiteta israelense Rivka Oxman, autora e pesquisadora importante no campo do processo de projeto digital, constatou durante os anos 1990, que o argumento sobre processo de projeto digital ganha proeminência dentro das várias esferas do campo não apenas da arquitetura, como também das matérias ligadas ao projeto em geral. Pode-se perceber através do grande número de publicações, conferências, concursos e exposições sobre o tema e ainda como resultado de produções arquitetônicas inesperadas. Oxman (2006) entende, ainda, que as tecnologias digitais libertaram a imagem dos tradicionais conceitos de representação e as formas já não estão mais sendo representadas de um modo convencional baseado nos parâmetros de um espaço estático estabelecido pelo papel, já que foram introduzidos novos conceitos de espaço e formas dinâmicas e interativas que produzem novas categorias de projetos definidos como “Projetos Digitais”, ou, num conceito mais amplo, como “Arquitetura Digital”. Como exemplo, refere-se ao Museu Guggenheim Bilbao, classificando-o como a síntese mais evidente e

reconhecida de uma nova maneira de se pensar a forma, buscando novos métodos de projetar, incluindo a tecnologia digital.

A certa altura, Gehry admitiu que a geometria descritiva não dava mais conta das exigências de seus projetos: uma mistura de técnica, ciência e arte, de desafios da física, de emoção estética; de movimentos leves, suaves, com amplitude e magnitude antes impensáveis.

MITCHELL; INOUE; BLUMENTHAL (2001, p.354) salientam que a tendência dos arquitetos é “desenhar o que podem construir e construir o que podem desenhar”. Gehry é um insurgente. Ele não dispensa os modelos físicos, tateáveis, o desenho, os esboços; ele reluta um pouco, mas rende-se e incorpora os computadores que simplificaram a modelagem digital das superfícies curvas, os cálculos de áreas e volumes, permitiram a visualização precisa de sombreados e sombras, assim como a realização de análises estruturais, térmicas e acústicas.

A exploração exaustiva de sistemas e tecnologias computadorizadas levou-o também a novos usos de materiais e técnicas de construção, mas não sem riscos (Mitchell, et. Al. 2001). Com as ferramentas oferecidas pelo avanço da tecnologia, foi possível estruturar volumetrias, por vezes esculturais, permitindo-lhes serem erguidas como prédios, por meio do desenvolvimento de softwares especializados em viabilizar a edificação a partir da parametrização dos sistemas construtivos disponíveis, sem desarticular o processo criativo, que se encontra sempre no limite das tensões e repleto de ambivalências, tais como: simplicidade, fragilidade, grandiosidade, vaidade, medo, coragem.

Sobre as relações analógico-digitais do processo, Gehry fez um relato no documentário *Esboços de Frank Gehry*:

“Começo sempre com os esboços e a partir deles montamos as maquetes. [...] feita a maquete, aí ficamos olhando para ela, até que nos irrite. Finalmente, tem uma aparência tão estúpida, que ficou ótima! ”. (POLLACK, 2005)¹⁸

O fascínio do arquiteto pela articulação entre espaços, prédios e pessoas leva-o a decompor os projetos em partes, interligando blocos de formas completamente diferentes, raramente projetando uma edificação monolítica. Ele diz não a uma velha ordem e subverte categorias

¹⁸ POLLACK, S. 2005. Documentário: *Esboços de Frank Gehry* - Título original: *Sketches of Frank Gehry*. Direção de Sydney Pollack. Sony Pictures Classics. EUA. 2005. 1 DVD (83 min.).

fixas como dentro e fora instalando-as na ambivalência. A escadaria do Museu de Design Vitra – 1989 (figura: 26), em *Weil am Rhein* na Alemanha, foi a primeira obra em que usou a tecnologia para conseguir projetar algo impensável na geometria descritiva: “Algo estranho, bagunçado, forças liberadas que encontram uma nova ordem”.

Posição corroborada por Josep Maria Montaner, um dos mais importantes críticos de arquitetura, em suas abordagens acerca do museu, quando o classifica como organismo extraordinário e o define, ainda, como a concepção do ensaio que precedeu a criação do emblemático Museu Guggenheim de Bilbao. (MONTANER, 2003, p. 15)

E o Vitra está lá, belo, funcional, um híbrido emocionante. Uma experiência estética na desarmonia. Eis uma demonstração de que sempre é ainda possível ir além e pensar (e executar) o até então impensável.

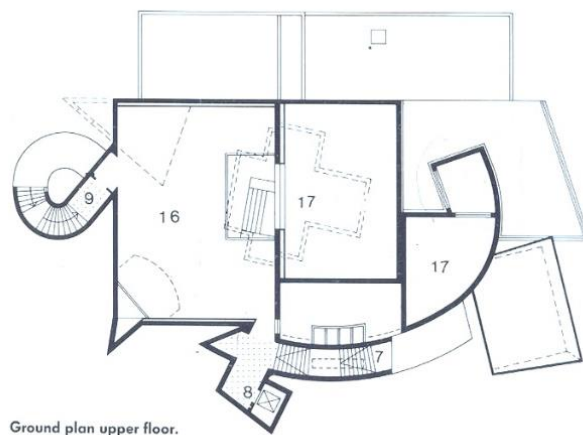


Figura 26: Planta e edificação: *Vitra Design Museum*

Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-150457/teoria-unificada-de-arquitetura-capitulo-2b/526004f1e8e44e988d000083-unified-architectural-theory-chapter-2b-photo>

Hoje, a equipe multidisciplinar de profissionais que trabalha no seu escritório, compõe a marca de seus projetos, sem a qual já não conseguiria mais projetar e a cerca desse assunto, Gehry declara:

“Gosto de brincar nos projetos junto com a equipe. [...] Nossa comunicação é quase não verbal e é o senso de equipe que ajuda a ir até o fim”. (POLLACK, 2005)

Para Gehry, o importante é o processo de incubação. Um assistente relata que ele está sempre em volta das maquetes, sempre mexendo nelas. É como trabalhar com argila, que se vai moldando até encontrar algo em que nunca se pensou. (POLLACK, 2005)

As novas tecnologias de modelagem e fabricação digital, a partir dos anos 1990, incentivaram e viabilizaram a criação de formas curvilíneas. De um lado os programas gráficos computacionais tornaram possível a criação de superfícies contínuas, por outro lado os componentes construtivos do edifício puderam ser produzidos por técnicas de fabricação digital: máquinas de corte a laser. (FLÓRIO, 2010)

Ainda no final da década de 1990, Gehry foi chamado a projetar o Museu Guggenheim de Bilbao na Espanha, a obra que se tornou emblemática em sua trajetória deveria abrigar, em uma área de 256.000 pés quadrados, um acervo de arte americana e europeia do século XX. O projeto deveria então apresentar propostas à algumas condicionantes relativas à estética, à qualidade, ao preço e ao prazo e, portanto, a escolha das ferramentas de projeto tornar-se-ia fundamental para garantir respostas tanto exigidas pelo projeto quanto pelo cliente, tais como: controle das formas complexas do edifício, já que todos os elementos da edificação são singulares, isto é, não há repetição de nenhum elemento construtivo; uso dos materiais escolhidos aplicados nas formas desejadas com otimização de sua manufatura, custo e prazos baixos; viabilização de cálculos complexos de esforços necessários em um objeto também complexo, garantindo uma interface com as ferramentas de projeto; pequeno prazo de projeto e execução, devendo ser realizados simultaneamente com pequeno tempo de defasagem entre si, não passando de 05 meses em algumas das etapas e por fim, a proximidade entre equipes de projeto, manufatura e execução/construção.

No escritório de Frank Gehry trabalha uma equipe de apoio aos arquitetos, dedicada à infografia¹⁹, que faz o diálogo computador/arquitetura ultrapassar o caráter representacional. O trabalho da equipe de infografistas é posterior ao desenvolvimento dos estudos e projetos e serve para potencializar a interação entre escritório, fabricantes e construtores no canteiro.

¹⁹ Infografia ou infográficos são representações visuais de informação. Esses gráficos são usados onde a informação precisa ser explicada de forma mais dinâmica, como em mapas, diagramas e manuais técnicos, educativos ou científicos. Pode utilizar a combinação de fotografia, desenho e texto. Aplicação da informática à representação gráfica e ao tratamento da imagem. A expressão vem do termo inglês *infographic*, uma redução de *information graphic*, que significa informação gráfica. Em português, o termo “grafia” denota escrita ou registro e “info” remete a informação. In: RIBEIRO, S. A., 2008. Infografia de Imprensa: História e análise ibérica comparada. Minerva, Coimbra.

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 além 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 informações do que as que introduziu. (Corona Martinez, 2000)

O procedimento criativo de Gehry, bastante conhecido, se apoia na construção de inúmeras maquetes de estudo que procuram traduzir as formas complexas diagramadas em seus croquis. Talvez o grande mérito de James Glymph tenha sido encontrar o software capaz de se adaptar ao processo criativo de Gehry e não o contrário. Os diagramas que Gehry estava inventando eram cada vez mais complexos, praticamente impossíveis de serem expressos por meio do desenho técnico tradicional, à mão. O último projeto feito à mão no escritório de Gehry foi o museu Weisman (Figura 27) na Universidade de Minnesota (1990-1993), em que as formas ainda são fragmentos de sólidos calculados pela geometria descritiva representados manualmente.

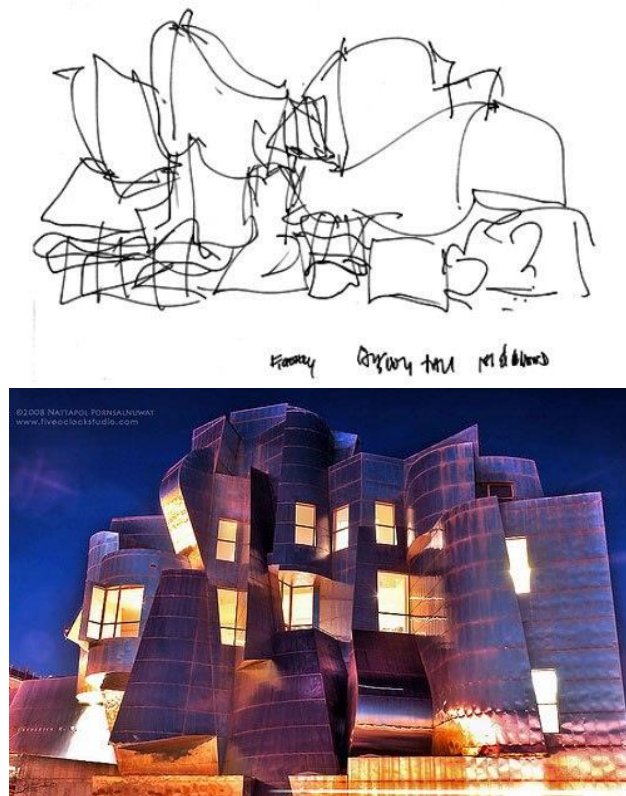
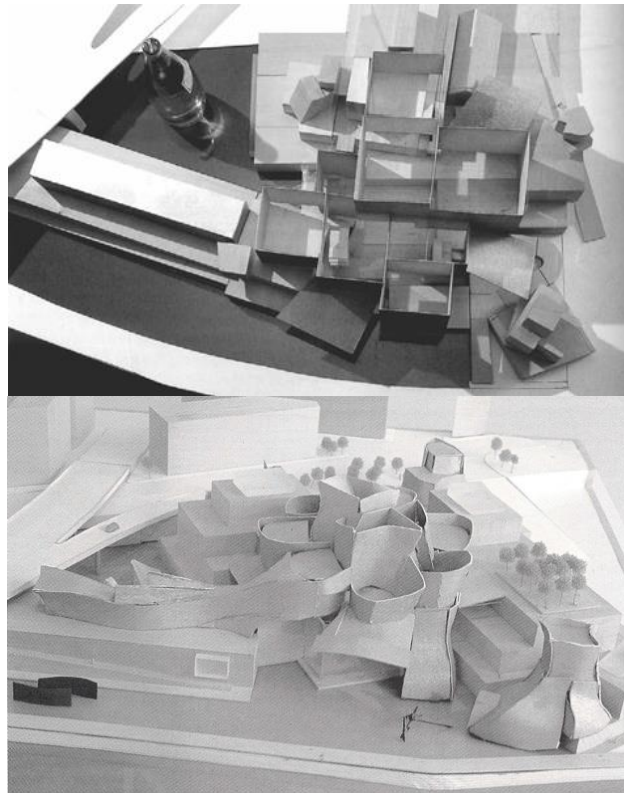


Figura 27: Croqui e edificação do Museu Weisman – 1993

Fonte: <https://archgreentecture.wordpress.com/2013/08/15/weisman-art-museum/>. Acesso: Jul,2016.

No início, Gehry mostrou-se um tanto contrário ao uso das imagens de síntese, optando por continuar com seu método de projeção e apresentação dos trabalhos em maquetes concretas. O formato do Guggenheim Bilbao é proveniente do universo formal próprio do escritório de Gehry, que foi sendo desenvolvido por meio de sucessivos estudos de formas curvas para uma série de projetos distintos. O vocabulário formado, conta com superfícies e volumes curvos, comumente derivados da deformação de prismas, que são combinados para criar uma massa volumétrica irregular e complexa (JENCKS, 2002). Também no projeto do museu se verifica a utilização desse procedimento, uma vez que os primeiros estudos começaram com a utilização de caixas de papel (Figura 28), sobre as quais foram se desenvolvendo deformações, inclinando o eixo geratriz do volume principal (Figura 29).

“Inicialmente, o arquiteto (Gehry) organizou sua concepção em modelos em madeira, papel cartão e outros materiais”[...]



Figuras 28 e 29 – Maquetes físicas do museu utilizando caixas papel: primeira e segunda versões, mostrando a inclinação do eixo geratriz proposta e adotada na proposta executada.
Fonte: OSMAN, 2001, p. 48 (primeira versão); LINDSEY, 2001, p. 42 (versão adotada).

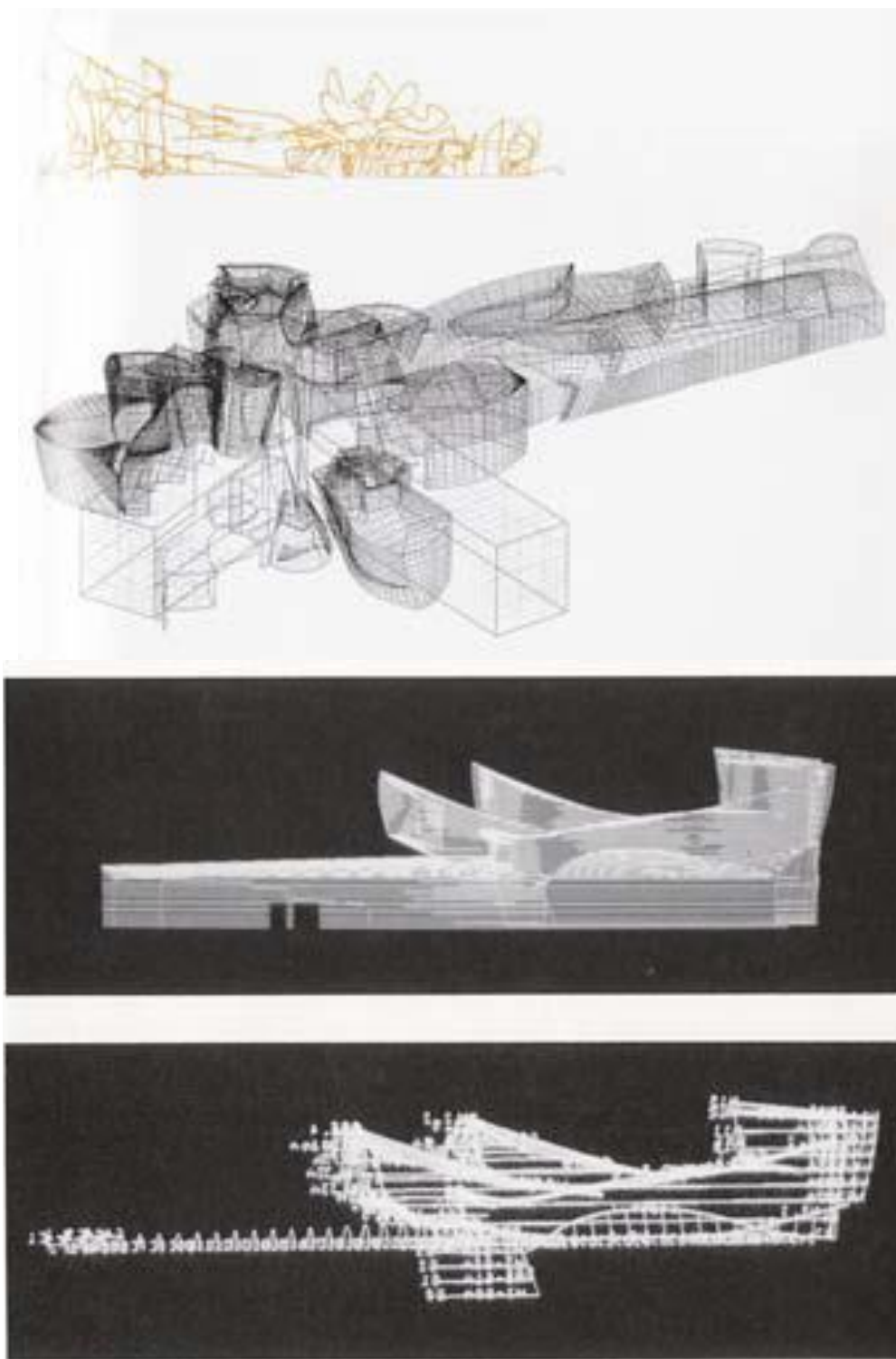
Relatou o engenheiro Amando Castroviejo Pascual, gestor de projetos do Guggenheim de Bilbao. Depois, as superfícies dessas maquetes foram digitalizadas em três dimensões, com a utilização de um scanner 3D e transferidas ao CATIA. A partir dos dados gerados por esse software, outro programa, chamado BOCAD, produziu os desenhos de detalhamento de montagem, lista de materiais e etapas ordenadas de fabricação dos materiais.

Dos cinco tipos de scanners 3D existentes na atualidade: mecânico, fotográfico, laser, *phaseshifting*, tomográfico, optou-se pelo primeiro, que captura uma série de pontos num espaço tridimensional com o uso de um braço com uma ponta identificadora manipulado por um operador. O modelo a ser transferido para o computador deve ser recoberto por uma malha de linhas perfazendo pontos que serão identificados segundo suas coordenadas x,y,z e comporão o modelo virtual. Deste modo quanto mais próximos os pontos selecionados, maior será a precisão da transferência.

Plasticamente, a proposta formal do museu pode ser descrita como tendo uma volumetria horizontal e radial (figuras 30), gerada pela justaposição e sobreposição de aproximadamente vinte volumes (figura 31) de diferentes formatos e tamanhos (JENCKS, 2002), os quais possuem como centro, o átrio do edifício. Essa composição possui uma grande complexidade e dificulta a legibilidade de suas formas, visto que cada volume não pode ser identificado como uma forma clássica ou um caso especial da Geometria.

Gehry projeta a partir de desenhos livres, gestos que procuram uma forma. Desses croquis, modelos tridimensionais são construídos, podendo gerar outros modelos ou ainda ser digitalizados. O processo é como um diálogo entre cada uma das instâncias do projeto, nenhuma delas ainda definitiva, cada uma sugerindo encaminhamentos e solicitando escolhas. Gehry usa outros softwares, além do CATIA, de acordo com as necessidades surgidas no processo. Pode, por exemplo, usar o AUTOCAD para fazer um bloco de plantas, ou pode usar o RHINO para construir uma maquete a partir de diagramas digitais (LINDSEY, 2001).

“Inicialmente, o arquiteto organizou sua concepção em modelos de madeira, papel cartão e outros materiais”, depois, as superfícies dessas maquetes foram digitalizadas em três dimensões, com a utilização do programa CATIA. A partir dos dados gerados por esse software, outro programa, chamado BOCAD, produziu os desenhos de detalhamento de montagem, lista de materiais e etapas ordenadas de fabricação dos materiais, destacou o engenheiro Castroviejo em entrevista concedida quando de sua participação no Congresso Latino-Americano da Construção Metálica, realizado em São Paulo no ano de 2014.



Figuras 30: Croqui, *wireframe* e corte digitais do Museu Guggenheim de Bilbao
Fonte: LINDSEY, 2001.



Figura 31: Volumes geradores da forma do Museu Guggenheim de Bilbao
Fonte: LINDSEY, 2001.

Gehry começou o projeto com um modelos físicos e posteriormente procedeu sua transferência ao computador, por meio de engenharia reversa, pois pretendia viabilizar a integração das equipes de arquitetura, engenharia e manufatura por meio da utilização de um sistema de projeto parametrizado e integrado, possibilitando dessa maneira, atender a complexidade dessas demandas e permitindo o recebimento das informações de dimensionamento e especificações, através dos meios de comunicação, nos locais de produção das peças determinadas pelo projeto, até mesmo em outro continente, se necessário.

Frank Gehry declara ter uma relação difícil com os prédios prontos. Como demoram muito para ser construídos, quando chega a um edifício acabado não lhe agrada perceber as coisas que não devia ter feito, assim como outras que parecem faltar. Percebe que há algo diferente neles e que não se via nas maquetes. Os reflexos da luz, que surgem quando eles estão prontos, a forma como ela bate no material, mostram como estão vivos e já não se pode mexer. Não há como voltar atrás.

As manifestações acerca do Guggenheim de Bilbao deixam claro seu prestígio como um dos edifícios mais impressionantes do nosso tempo.

Devido à sua complexidade matemática, as curvas de geometria gaussiana do museu foram projetadas usando o software de design tridimensional CATIA. O edifício é construído com paredes e tetos autoportantes, os quais têm uma estrutura interna de barras de metal que formam grades com triangulações que são montados para formar um corpo único. As formas do museu não poderiam ter sido alcançadas sem a utilização de paredes e tetos estruturais e com o CATIA determinando o número de barras necessárias em cada ambiente projetado, bem como sua posição e orientação, conforme demonstrado na figura 32.

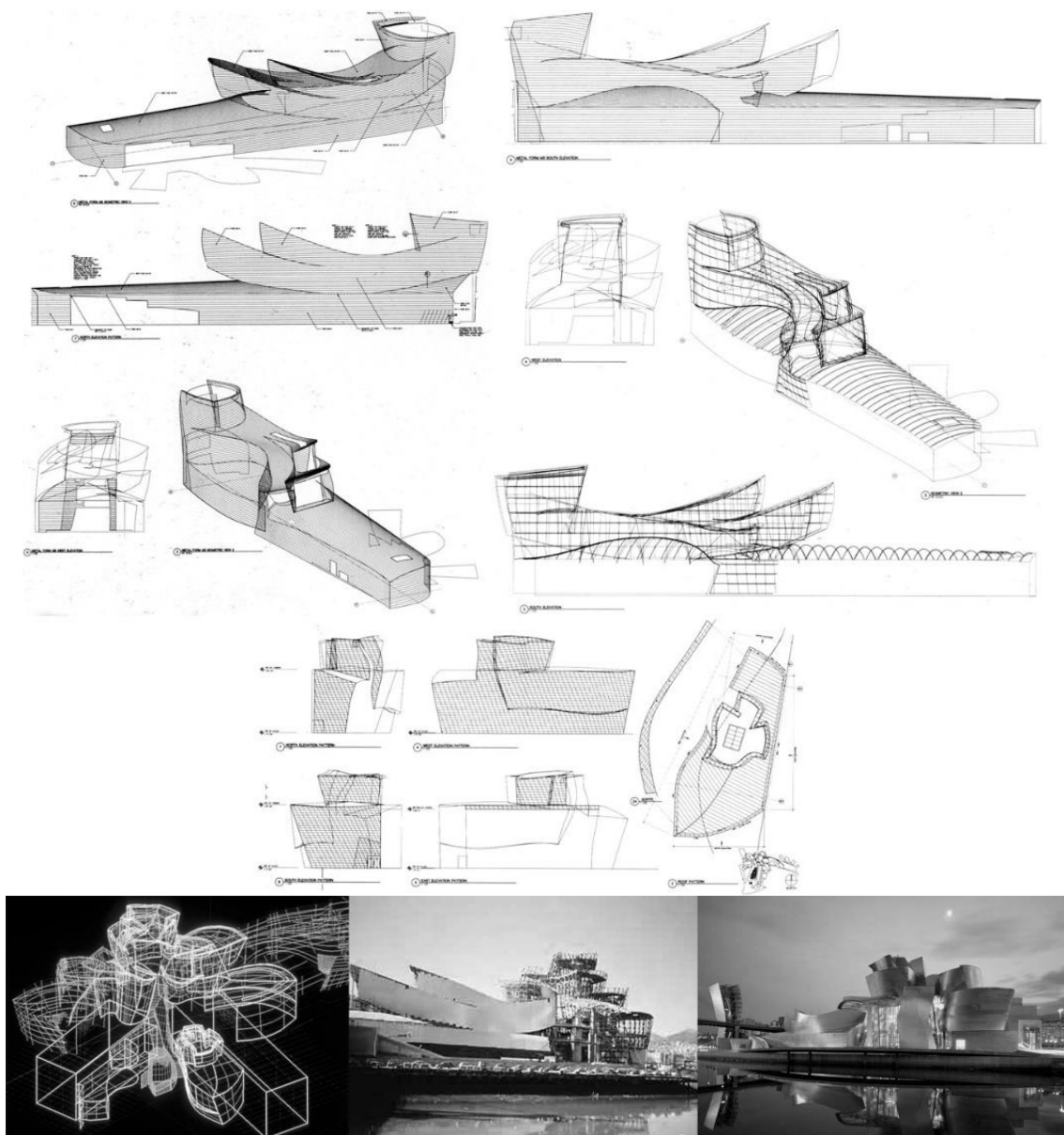


Figura 32: Em sequência: Estudos preliminares, modelo virtual - CATIA, o processo de construção e o edifício construído.

Fonte: LINDSEY, 2001.

Segundo o engenheiro Armando Castroviejo Pascual, gestor de projetos do Guggenheim de Bilbao e que faz parte da equipe de técnicos da Idom Arquitetura, Engenharia e Consultoria, o museu possui estrutura metálica tradicional, arcos de estrutura metálica, formas integradas e formas independentes. Na estrutura tradicional foram utilizados pilares de concreto armado e metálicos, vigas armadas com lajes pré-moldadas alveoladas, vigas-treliça com steel deck, conectores e concreto leve armado.

As formas integradas são estruturas para aproximar as superfícies desenhadas pelo arquiteto, por meio de perfis H em elementos verticais, tubos de seção quadrada em elementos horizontais e de seção circular em diagonais. As formas independentes são compostas por torres, perfis H e ligações parafusadas entre os tubos das colunas e a estrutura metálica espacial da cobertura (Figura 33).



Figura 33: Estrutura pré-proposta pelo CATIA e dimensionada pelos profissionais da IDOM e CMG para o Museu Guggenheim – 1991

Fonte: GRUNOW, E. A complexa geometria do Guggenheim. **Revista Projeto Design**, Edição 383. São Paulo: Editora Arco, Outubro, 2013.

Além desta estrutura, paredes e tetos têm camadas isolantes e um revestimento exterior de titânio. Cada peça tem um único e exclusivo local pré-determinado pelo software. Superfícies de dupla curvatura de titânio são obtidas através da geração de um quadro de dupla geometria facetado. A primeira é constituída por tubos circulares que definem o plano horizontal e seus perfis abertos, que são projetados em forma de "C", para atingir também a curvatura vertical, ao qual são acopladas chapas galvanizadas, que fecham o volume total (figura 34). Em sua face externa, um reforço é colocado com a finalidade de selar os blocos de titânio fixados com grampos de aço inoxidável (figura 35). A estrutura metálica não tem contato com a água do rio que passa margeando ao museu, o material utilizado abaixo do nível de inundação previsto, é em concreto armado, onde existem subsolos que acomodam os equipamentos principais das instalações auxiliares do edifício. A proposta de viabilização estrutural foi elaborada a partir do projeto de Frank Gehry, pelos profissionais da IDOM - *Ingeniería, Arquitectura y Consultoría* e do Consórcio Museu Guggenheim - CMG. A gestão dos trabalhos ficou dividida entre duas equipes, a do escritório Frank Gehry *and Associates*, sediado em Los Angeles e composto por 40 pessoas, responsável pelas diretrizes de projeto, concepção e estudos preliminares e da IDOM, empresa espanhola com sede em Bilbao, composta por 190 pessoas, responsável pelo detalhamento e execução da obra. Também participou do projeto de estrutura o escritório Skidmore, Owings & Merrill (SOM), responsável pelo cálculo de elementos finitos e definição de critérios dos desenhos.



Figura 34: Detalhes da estrutura: pilares em concreto armado e metálicos, vigas armadas com lajes pré-moldadas alveoladas e vigas-treliça com *steel deck*.
Fonte: GRUNOW, E. A complexa geometria do Guggenheim. **Revista Projeto Design**, Edição 383. São Paulo: Editora Arco, Outubro, 2013.

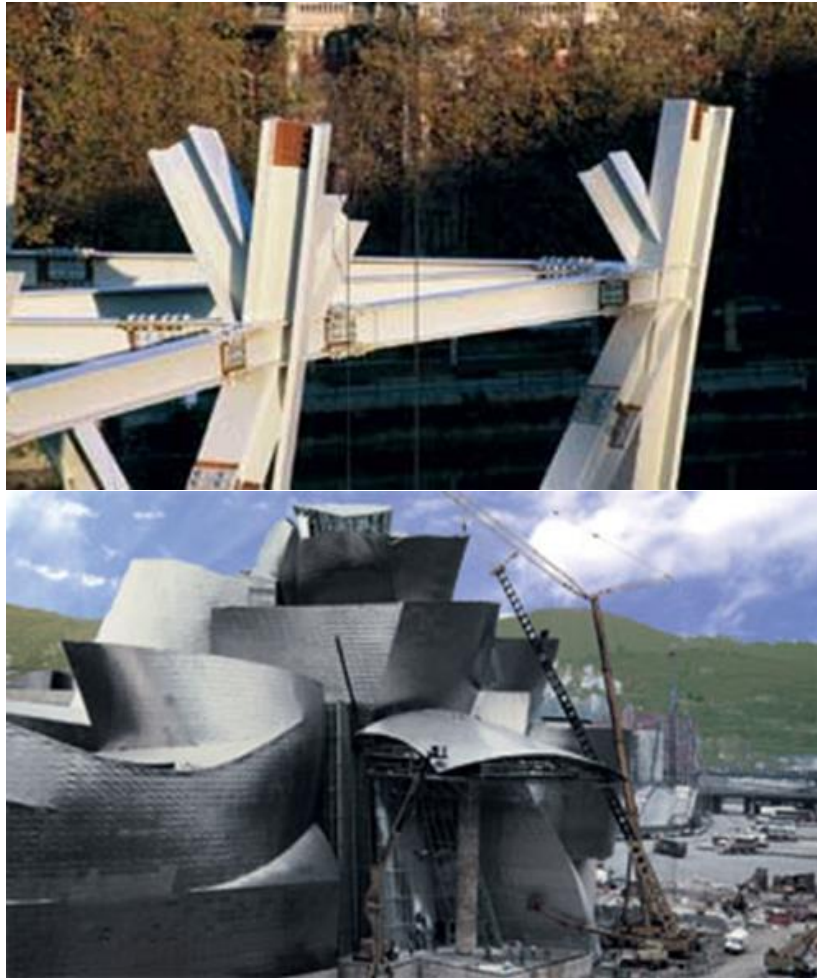


Figura 35: Detalhe e vista geral da fixação dos grampos de aço para reforço dos blocos de titânio da face externa.

Fonte: A complexa geometria do Guggenheim. **Revista Projeto Design**, Edição 383. São Paulo: Editora Arco, Outubro, 2013.

De maneira similar a outras propostas de Gehry, o projeto do *Walt Disney Concert Hall*, é constituído por formas curvas, que não podem ser identificadas dentro de um repertório formal clássico ou enquadradas em qualquer caso específico da Geometria, entretanto a proposta foi finalizada quando as regras de construções de superfícies dentro do ambiente de modelagem paramétrica do escritório já haviam sido estabelecidas e estavam mais maduras do que quando usadas para o projeto do Museu Guggenheim de Bilbao. Por esse motivo, empregou-se maior número de superfícies regradas e/ou desenvolvíveis, fato que pode ser percebido pela maior quantidade de superfícies com curvatura gaussiana²⁰ (figuras 36 e 37).

²⁰ Mediante a curvatura pode-se classificar as superfícies da seguinte maneira: curvatura gaussiana positiva é chamada de superfície sinclástica, com exemplo da esfera. A curvatura negativa é chamada de anticlástica, como exemplo o parabolóide hiperbólico. Fonte: SCHODEK, Daniel et al. *Digital Design and Manufacturing: CAD/CAM applications in architecture and Design*. New Jersey: Wiley, 2005. 369 p.

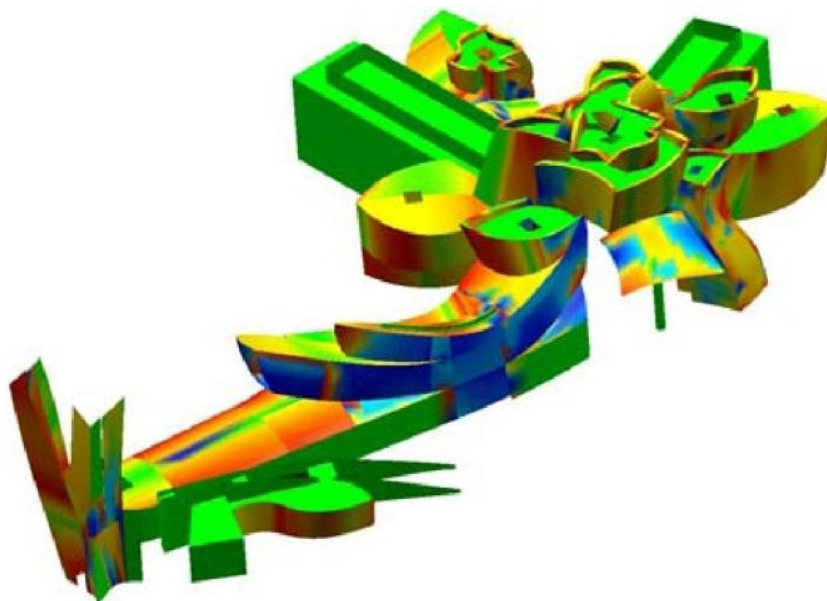


Figura 36: Análise da curvatura gaussiana das superfícies do Museu Guggenheim de Bilbao, superfícies planas em verde, vermelho atribuído a valores positivos de curvatura e azul para valores negativos.

Fonte: SHELDEN, D. R. *Digital surface representation and the constructibility of Gehry's architecture*. 2002. 340 f. Tese (Doutorado) - *Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge, 2002, p. 198.

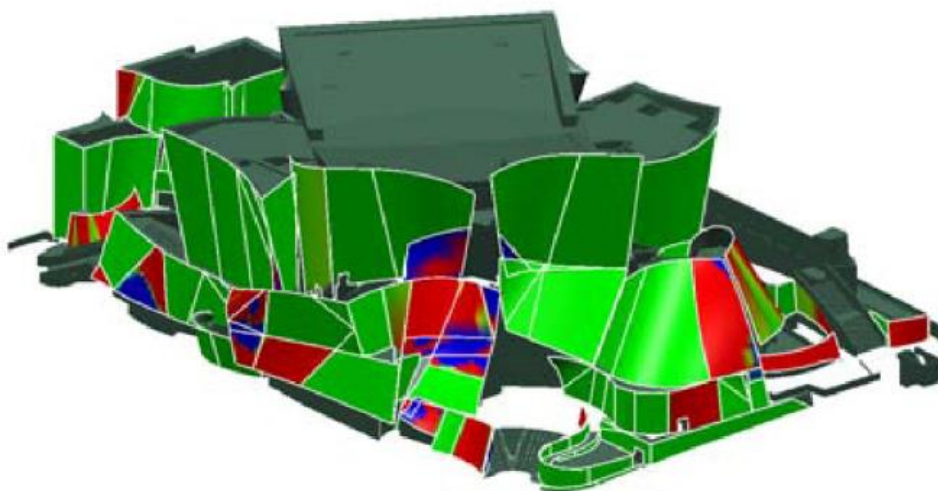


Figura 37: Análise da curvatura gaussiana das superfícies do WDCH, superfícies planas em verde, vermelho atribuído a valores positivos de curvatura e azul para valores negativos.

Fonte: SHELDEN, D. R. *Digital surface representation and the constructibility of Gehry's architecture*. 2002. 340 f. Tese (Doutorado) - *Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge, 2002, p. 198.

Para esse projeto o escritório de Gehry adotou, segundo Haymaker e Fischer (2001), a modelagem 4D, que utiliza a simulação gráfica do processo de construção de uma edificação em ambiente computacional, mostrando a evolução da obra no decorrer do tempo, de modo a prever rotinas da construção e assim antever possíveis problemas (EASTMAN et al., 2011), a fim de avaliar sua aplicabilidade e sua utilidade para projetos complexos como o WDCH, buscando determinar se poderia trazer benefícios a fase construtiva. A Realidade Virtual foi usada pela primeira vez, pelo escritório de Gehry, para criar um ambiente colaborativo que permitisse a visualização e análise dos modelos, embasando as consequentes discussões entre as equipes multidisciplinares, que participaram do projeto do Walt Disney Concert Hall. As inovações, que não estavam disponíveis no final dos anos 1980, quando o concurso para o WDCH foi realizado, ajudaram a vencer obstáculos técnicos durante sua construção.

Implícita nas inovações formais do Museu Guggenheim ou do WDCH, a organização do processo de projeto e produção apresenta-se como uma possibilidade de mudança de paradigmas quanto ao uso das ferramentas de projeto e desenho por computador em arquitetura. A aplicação inovadora do uso de ferramentas CAD no processo de projeto e construção, usado para viabilizar a forma e controlar máquinas de comando numérico, que estabeleceu precedentes para a integração de sistemas computacionais ao longo do processo de projeto, desenvolvimento e construção de obras arquitetônicas. (OXMAN, 2006)

Foram as experiências de Gehry, e de outros arquitetos como Peter Eisenman (JENCKS, 2002), que no final da década de 1970, abandonou a ordem euclidiana, passando a repudiar o paradigma do cubo, para aderir a uma GEOMETRIA TOPOLÓGICA²¹, que criaram um incentivo para pesquisas de caráter experimental da aplicação de ferramentas de outras áreas do conhecimento na Arquitetura (MITCHELL, 2005, p.3), das quais se deve destacar os programas e as técnicas de modelagem para a Animação Computadorizada.

Peter Eisenman (1997) considera que as tecnologias de informação e comunicação são instrumentos de ação que influenciam a forma de agir do homem frente ao mundo, da mesma maneira que sua percepção do lugar que ocupa, produzindo uma dissociação entre os sentidos, a mente e o corpo, dispensando a necessidade do corpo para experimentar a informação.

As primeiras tentativas realizadas, no quarto final do século XX, pelos grandes escritórios americanos de implementar um processo de desenvolvimento projetual eficaz, baseou-se na

²¹ A geometria topológica tem suas propriedades matemáticas formais associadas à exploração do espaço, originárias de relações básicas, que podem ser intuitivas. Algumas relações como o dentro e o fora, interior, exterior, aberto, fechado, perto, longe, separado, unido, contínuo e descontínuo podem ser entendidas como relações topológicas. (HARTOONIAN, 2006)

tradicional divisão *design & production* e empregou mainframes e aplicativos proprietários. Nos anos 1980 a revolução do computador pessoal alterou esta perspectiva e finalmente, nos 1990, os computadores, mais acessíveis e compactos, acabaram por invadir a grande maioria dos escritórios, até no terceiro no mundo. Se no início foram adquiridos com alguma perplexidade e resistência, hoje vêm sendo usados principalmente em substituição direta do processo manual.

Os recursos digitais têm origens mais remotas do que podemos imaginar. A possibilidade do digital está nas raízes da arquitetura, nas suas afinidades matemáticas expressas nas várias linguagens e representações, da perspectiva de Brunelleschi aos diagramas de Peter Eisenman. (LACOMBE, 2013)

Eisenman sempre traça um paralelo entre o seu trabalho arquitetônico e a teoria filosófico-literária, usando em um primeiro momento o desconstrutivismo como referência central. A prática desconstrutivista, caracterizada, originalmente, por um procedimento reverso ao da composição, baseada na expressão filosófica de Jacques Derrida, a qual apontava a possibilidade de, ao se conhecer o centro, implodi-lo, para assim obter múltiplos fragmentos que poderiam —despertar uma miríade de novos significantes e significados. (DUARTE, 1999 & MONEO, 2008)

Para Jacques Derrida, desconstruir é desmontar as partes de um todo. Estar no desfiladeiro entre o mundo das ideias (Desconstrução) e o mundo das imagens (Construtivismo).

A influência da computação e dos avanços tecnológicos tem papel fundamental no desenvolvimento projetual de Eisenman, permitindo-o explorar formas não euclidianas, abandonando a retícula e toda a forma original e começa a desenvolver experimentos assintóticos (tangente de uma curva no infinito, ou seja, que prolongada indefinidamente, aproxima-se cada vez mais do ponto de tangencia de uma curva, mas sem jamais encontrá-lo) ou exponenciais, através do uso do computador.

A utilização de novos meios infográficos tendeu a definir novos parâmetros tanto para a evolução de técnicas de representação, como para as formas. Nesse contexto, o computador inaugurou uma conexão de ações, antes compartimentadas: criar-administrar-pensar-projetar, criando uma transversalidade entre conceitos dessas fases diferentes, compondo, portanto, a nova forma de traduzir o pensamento. (GALOFARO, 1999)

[...] apenas no universo numérico é possível que o método formal possa fissurar as práticas atuais [...]. O computador abate todas as referências reais e, sobretudo, canônicas da arquitetura até então: no universo digital não há horizonte ou gravidade, não há materialidade concreta, não há elementos sólidos intransponíveis, não há tempo cronológicos, e não há noção apriorística de escalas, determinando pontos de vista. (DUARTE, 1999, p. 158)

Abandonando a racionalidade da geometria euclidiana, distorcendo a perspectiva, confundindo o espectador numa estrutura quase ilógica, os projetos têm como mote provocar, de modo que a edificação apresente aparente confusão e instabilidade. Dinamizam as linhas retas, intrincam e emaranham os planos e aresta, alterando ângulos, sempre diferentes entre si, até que o suposto caos atinja seu ápice. (SPERLING, 2003)

Nos seus projetos, Eisenman faz uso do que ele chama de —dissimulação, tratando da diferença entre real e ilusão, que resulta numa camuflagem bastante característica, radical e perturbadora como resultado formal, propõe uma arquitetura que por si só é linguagem. E resolve dentro do seu campo as tensões emergentes da forma que nasce de um jogo, onde o arquiteto é quem define as regras (basicamente formais).

Eisenman faz uso de diagramas para o estudo e composição dos seus projetos, é seu principal artifício, sua operação compositiva. Diagramas não são projetos, são "relações fixas com a forma, função, história", é uma espécie de grelha para compor a volumetria e dividir os espaços. Nesse sentido, destaca-se a ideia delineada de que os modelos potencializam a compreensão do processo, seguidos da exploração visual do objeto a ser construído.

Remeter à ideia de diagrama apenas a um gráfico, um desenho onde se esquematizam ideias, como definição, é, no mínimo, equívoco, perante sua complexidade. Etimologicamente o termo diagrama corresponde a —através da linguagem escrita, do grego antigo. A noção surge da junção do prefixo *dia* (através de) e de *gramma* (medida de linguagem).

Para os arquitetos contemporâneos, adeptos da utilização de diagramas, o conceito é delineado como um meio de criação, operação e representação de relações espaciais de transformações formais que incorporam o processo de concepção e elaboração do desenho projetual. (SPERLING, 2003). A obra de Eisenman, seja construída, escrita ou em desenho, se caracteriza pelo desconstrutivismo, com forte apelo aos signos, símbolos e processos de criação de significado.

A obra de Eisenman utiliza, na maneira de conceber espaços, uma série de operações, empregando muitas vezes diagramas computacionais, cuja rotação, sobreposição, justaposição,

interferência, etc., geram o edifício (GALOFARO 1999). Os diagramas se originam e dão origem a modelos tridimensionais físicos, concretos e virtuais (figura 38).

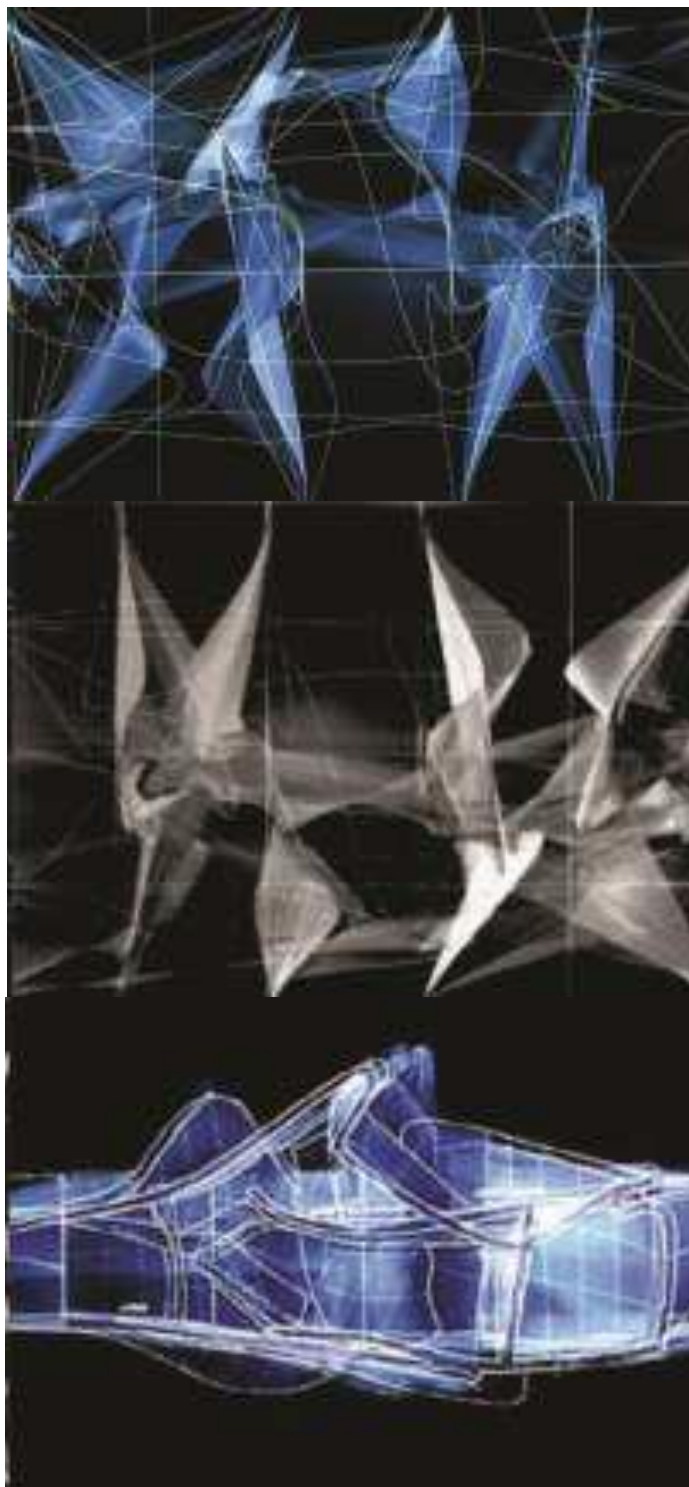


Figura 38: Virtual House – Peter Eisenman - Exploration with computer assisted design (CAD) - 1997
Fonte: <https://prelectur.stanford.edu/lecturers/eisenman/> Acesso em: 19/Jul/ 2016.

No ambiente digital Eisenman também se apresenta como referência da utilização de meios informatizados, não só para a representação da forma arquitetônica, mas também como estratégia geradora para concepção de ambientes, como consequência do seu pensamento afinado com o avanço das tecnologias da informática, corroborando com a proposta de um novo paradigma digital na arquitetura contemporânea, proposto desde o final do século XX.

A transição do desenho analógico na prancheta para o desenho digital na tela do computador, foi conforme demonstrado, tão radical quanto a invenção da perspectiva durante o Renascimento. Uma “arquitetura digital” emergiu a partir da radicalização dessa mudança e é defendida e concretizada por arquitetos como William J. Mitchell e Peter Eisenman e experienciada no mundo virtual do ciberespaço, através da viabilização de geometrias complexas e sinuosas, como as das propostas de Greg Lynn, entre outros anteriormente citados, na busca de uma pretensa liberdade de formas e espaços por meio da adoção de uma rede de experiências fluidas e transparentes, bem como líquidas e dinâmicas, por vezes arbitrárias e geralmente, ainda, pouco relacionados com seus contextos topológicos, ambientais e regionais.

Conclusão

A tese que se comprova com este estudo é a de que o avanço da informática aplicado aos processos de concepção e elaboração de projetos arquitetônicos possibilitou a invenção e a produção de ambientes edificados que se apresentam como resposta às demandas geradas pela complexidade das relações estabelecidas pela sociedade urbana contemporânea. Para tanto teve como objetivo inicial a intenção de compreender as transformações ocorridas no processo de concepção e elaboração do projeto arquitetônico a partir dos meios elementares de representação gráfica, até o momento em que se estabelece a possibilidade do surgimento de um novo paradigma na arquitetura contemporânea.

Como hipótese para defesa desta tese, partiu-se da premissa de que o mapeamento do percurso de transformações percorrido pelo processo de concepção e elaboração do projeto no decorrer do tempo, associado a uma análise detalhada do histórico da transformação dos meios e ferramentas disponíveis para sua representação e comunicação oferecem subsídios para a afirmação de que o avanço das tecnologias da informática e da comunicação aplicados a Arquitetura, concorrem para a produção de objetos arquitetônicos dotados de complexidade espacial e inovação plástica e conceitual.

O estudo reconhece, inicialmente, a precedência e a importância do papel significativo do desenho como forma de linguagem estando diretamente ligadas ao seu poder de comunicação de ideias, antecipando qualquer forma de desígnio ou de representação gráfica e projeto a ser proposto. O processo projetual definido como invenção de um objeto, resposta a um desejo, se utiliza do desenho e por meio de inúmeras modificações do mesmo, busca aquele que se considere o ideal.

Como acontece com a maioria das coisas, na atualidade, a distinção entre analógico e digital tornou-se cansada e inadequada. Isto também é verdade no mundo do desenho arquitetônico, que, paradoxalmente, está desfrutando um renascimento apoiado pela destreza no domínio dos recursos gráficos do computador. A divisão entre o físico e o digital está muito presente no livro de Nicholas Carr, *The Glass Cage: Automation and Us*, onde defende que quanto mais a tecnologia digital nos oferece, em termos de eficiência e conveniência, mais ela nos tira, no

sentido de que o uso crescente da automação está nos distanciando da nossa característica humana essencial; a ligação entre as nossas mãos e nossas mentes.

Tradicionalmente o arquiteto se valia de seu gesto, com o auxílio de técnicas e ferramentas, para produzir as representações de projeto, mas com o modelo digital, esse sistema de produção criativa sofre um abrupto deslocamento. Em contraponto às representações tradicionais, cujo centro é o arquiteto, com os modelos digitais o computador toma para si diversos aspectos técnicos dessa produção, entretanto em relação a inovação na arquitetura, destaca-se a relevância do processo pessoal no que diz respeito à curiosidade incansável e à criatividade para que se rompam os paradigmas consolidados. Esse processo envolve formação humanística, acúmulo de conhecimento e da técnica aliados a intensa prática profissional.

De fato, depois de mais de trinta anos de avanços tecnológicos e consequentes alterações de paradigma na prática do Atelier de Projeto, o perfil do arquiteto contemporâneo se estende muito além da síntese de um gesto, em direção a uma sólida formação em tecnologia digital.

O desenvolvimento e utilização de ferramentas computadorizadas de projeto vêm ao encontro das necessidades de resolução de problemas mais complexos, inerentes ao processo projetual contemporâneo.

O mapeamento histórico realizado, identificou que os séculos seguintes ao Renascimento assistiram a um processo cíclico de constante afastamento e reaproximação do ideário clássico e no fim do século XVIII e início do XIX, a Europa assistiu a um grande avanço tecnológico, resultado direto dos primeiros momentos da Revolução Industrial e da cultura iluminista. Sendo que a partir do Barroco, o papel da arquitetura e do arquiteto passou a ser constantemente questionado e novos paradigmas surgiram e alguns críticos alegaram que teve início uma crise na produção arquitetônica que permeou todo o século XIX, a qual somente foi resolvida com o advento da Arquitetura Moderna.

Mesmo com a utilização de formas geométricas puras e despojadas, com que a arquitetura moderna trabalhou durante as primeiras décadas do século XX, além de um arsenal de soluções plásticas e construtivas pautadas principalmente no racionalismo e na standardização dos elementos construtivos (tipos), ainda assim, esse arcabouço conceitual forte, não resistiu a ruptura que seria implementada pelo universo digital.

O uso de geometrias complexas, algoritmos e programas paramétricos aportam um novo âmbito, desvinculando-se na maioria das vezes de paradigmas que até há poucas décadas, eram considerados marcas patentes do Movimento Moderno.

O desgaste da arquitetura moderna, de um lado, e a superficialidade da arquitetura pós-moderna, de outro, para a qual já se podia preconizar um curto prazo de duração e que permaneceu como

resíduo em propostas isoladas, despertaram a hipótese de tentar estruturar uma ideia de contemporaneidade na arquitetura. Merece ser definida contemporânea a arquitetura representativa do momento atual, retratando o patamar tecnológico e a sensibilidade estética de nosso tempo.

As soluções tecnológicas digitais no âmbito da arquitetura vêm sendo cada vez mais incorporadas e de certa maneira "desmistificadas" junto ao setor da construção. A apropriação de softwares utilizados originalmente nas indústrias automobilística e aeronáutica permite um novo enfoque na projeção arquitetônica.

É inegável o fato de que os meios tecnológicos embasaram algumas das mais importantes mudanças nos processos criativos da Arquitetura e as inovações, na contemporaneidade, não se dão, apenas, no discurso ou em uma expressão almejada, mas nos próprios modos de operação do arquiteto. Destaca-se, ainda o paradoxo estabelecido pela adoção do edifício museológico como estandarte de divulgação dos avanços tecnológicos incorporados às complexas soluções propostas pelos arquitetos contemporâneos de destaque na atualidade.

Com o rápido avanço tecnológico de softwares específicos e o surgimento de equipamentos capazes de receber e interpretar dados e imagens, ao mesmo tempo em que possibilitam a migração de um ambiente digital de desenvolvimento bidimensional para o tridimensional, as possibilidades no ato de projetar foram ampliadas.

Detectou-se também que as novas formas de concepção arquitetônica, que se utilizam dos sistemas digitais, fluidificam a maneira de trabalhar da mente do arquiteto. Porque ao contrário dos desenhos, as imagens de computador não são intuitiva e convencionalmente "similares" à realidade. Sua virtualidade lhes permite exprimir a realidade numa abstração que, ao não depender de sua materialização, amplia as possibilidades de experimentação.

A vida cotidiana contemporânea está submetida à confrontação permanente entre a manutenção da tradição e a possibilidade de uma rápida renovação. Um dos fatores fundamentais da viabilidade da arquitetura contemporânea é sua capacidade de evoluir na direção da aceitação do passado, mesmo que apareçam novas formas e soluções, entretanto, os modos predominantes de abordagem do projeto arquitetônico nas últimas décadas como um reflexo das características mais notáveis da sociedade atual decorrem na sua subordinação aos valores do mercado associada a espetacularização da vida urbana e ao culto exagerado à personalidade individual.

O computador incorporou, ao longo das últimas décadas, os diversos instrumentos tradicionais de produção de projeto utilizados pelo arquiteto, como o desenho técnico e a perspectiva, além de suas respectivas ferramentas e regras de suporte, digitalizando-as. As técnicas de

representação influenciam o processo de projeto, no entanto, o projeto, enquanto representação, não é mais do que um conjunto de intenções e propostas.

A incorporação dos recursos da informática, aplicados ao processo de elaboração do Projeto Arquitetônico possibilitam a criação de novos e ousados ambientes habitáveis por meio da inserção da tecnologia no processo, tanto de concepção, como de produção destes espaços arquitetônicos, disseminando novas opções de materiais, formas, volumes e técnicas de execução, além de possibilitar o ensaio de sua inserção num dado ambiental socioeconômico e cultural.

Os chamados edifícios da Era Digital, geralmente são mais complexos do que aqueles embasados no paradigma convencional, pois contemplam uma grande variável de parâmetros condicionantes e se destacam, seja pelo caráter espetacular da forma, pela tectônica apurada ou pela junção de ambas. Independentemente da plataforma ou software utilizados, os arquitetos da vanguarda tecnológica trazem em seus edifícios os reflexos da metodologia que adotam. Estes edifícios são viabilizados construtivamente por meio da implementação de um modelo que sugere um processo em que projeto, construção e problemas operacionais são visualizados por meio de um único modelo tridimensional digital (e paramétrico), passível de ser socializado com toda a equipe de profissionais envolvidos nas diversas etapas e informações do projeto arquitetônico. Trata-se, portanto, de uma forma nova de conceber os objetos arquitetônicos e urbanísticos.

Conclui-se, também, que o emprego destas tecnologias impõe uma série de mudanças nas formas e relações de trabalho. A mão de obra exigida é extremamente qualificada. A ideia de grandes espaços físicos para comportar os escritórios perde totalmente seu significado, tornando o universo de trabalho do arquiteto uma workstation, onde ele tem o monitor como janela para um universo virtual e o produto final de um modelo digital pode ter diversas características e depende, seguramente, de outros tantos fatores, que não só o “software” escolhido ou o “hardware”. Dentre estes fatores, o domínio do ferramental possui um impacto decisivo no resultado.

Destaca-se, em tempo, que os modelos digitais não devem ser compreendidos como algo indiferente aos processos de criação da Arquitetura, mas sim como instrumento que possibilita distintas estruturas cognitivas dentro do próprio processo de concepção arquitetônica.

Reconhece-se que as representações e simulações analógicas e digitais assumem o papel ativo no processo de projeto, pois colaboram para tornar explícito aquilo que está implícito na mente de quem está projetando, diminuindo a carga cognitiva e ao mesmo tempo facilitando a geração de novas ideias.

A representação física de um modelo digital é fundamental para a correta avaliação do projeto de arquitetura, pois permite materializá-la e nesse sentido, recentes pesquisas realizadas a respeito da fabricação digital de modelos e maquetes, por meio de Protótipos Rápidos, têm renovado o interesse a respeito dos diversos meios de representação e simulação em arquitetura. As simulações a partir de modelos, que tem os desenhos de projeto como resultado trazem para a arquitetura a efetiva possibilidade de experimentação no processo projetual. A simulação-criação está no cerne das possibilidades colocadas pela computação gráfica que proporciona a virtualização e manipulação de objetos 3D.

Encontram-se hoje, no mercado da informática, uma vasta gama de softwares, aplicados especialmente à computação gráfica, coexistindo inúmeros programas com a mesma linha de programação, CAD, BIM, CATIA, MAYA, RHINOCEROS e o plug-in GRASSHOPPER, todos com eficiência reconhecida pela possibilidade da efetivação virtual de espaços, tornando possível compreender de maneira facilitada, mais clara e precisa, tanto para o projetista, como para o empreendedor a forma, o volume e a conceituação da concepção proposta.

A crescente demanda por processos mais racionais e de melhor desempenho na indústria da construção é amplamente observada pelos estudos científicos da área. Observa-se também uma complexidade cada vez maior dos sistemas construtivos e das exigências de desempenho no seu funcionamento, visando a economia de recursos e a redução do impacto ambiental gerado por eles.

Na atualidade o conceito de “complexidade” passa a fazer parte da discussão arquitetônica, tanto vinculada à configuração formal, como à sua relação com o discurso teórico.

Conclui-se, ainda, que o relacionamento histórico entre arquitetura e seus meios de produção está incessantemente sendo alterado pelos novos processos controlados digitalmente, tanto na prática de projeto como na fabricação e construção. De fato, a complexidade está na sociedade contemporânea, cujos problemas arquitetônicos derivam num programa de arquitetura muitas vezes complexo e mutável que exige do arquiteto soluções e estratégias projetuais consistentes. Esses processos têm feito com que vários arquitetos contemporâneos discutam incessantemente as possibilidades de criação no campo da arquitetura e a utilização das ferramentas e linguagens digitais. Novos mundos projetuais estão sendo criados para traduzir o espaço dinâmico da contemporaneidade.

Destacam-se mudanças dramáticas que ninguém poderia supor a apenas uma década atrás: em termos conceituais, a arquitetura concebida digitalmente a partir de um espaço geométrico não-Euclidiano; sistemas cinéticos e dinâmicos e algoritmos gerativos de formas, os quais estão

superando os padrões arquitetônicos tradicionais, auxiliados pela incorporação dos avanços já ocorridos na indústria automobilística, aeroespacial e de navegação.

Torna-se necessário explorar arquitetonicamente as possibilidades exponenciais dessa nova dimensão tecnológica, iniciada a partir do quarto final do século XX, com máquinas de controle numérico que passaram a auxiliar a fabricação de formas orgânicas e a incentivar a criatividade. Nesse processo, viabilizou-se, também, a construção de formas complexas, com destaque especial para a produção dos escritórios de Frank Gehry e Peter Eisenman, que se apropriaram e passaram a deter o domínio do ferramental tecnológico de suporte à concepção arquitetônica digital.

Foram as experiências dos arquitetos acima, entre outros como Greg Lynn e Marcos Novak, também citados ao longo desta tese, que desde o final da década de 1970, passaram a questionar a ordem euclidiana e a repudiar o paradigma do cubo, para desenvolverem uma Geometria mais complexa, sinuosa, fluida e dinâmica, a partir de pesquisas de caráter experimental e da aplicação do ferramental, inclusive os de outras áreas do conhecimento à Arquitetura, entre os quais se deve destacar: os programas, processos e as técnicas de modelagem computadorizada multidimensional. Tais estudos acabaram por determinar que a transição do desenho analógico na prancheta para o desenho digital na tela do computador, fosse conforme demonstrado, tão radical quanto a invenção da perspectiva durante o Renascimento, determinando o surgimento de uma “arquitetura digital”, que emergiu da radicalização dessas transformações.

A computação, bem como o conjunto de conhecimentos científicos e técnicos que tornam possível o tratamento automático da informação por meio da informática, representam um dos aspectos mais significativos da sociedade contemporânea. O uso dessas tecnologias aplicadas ao design faz com que apareçam novas diretrizes não só projetuais (modelagem) como também em termos de fabricação (execução/construção).

No entanto a inclusão dessas novas tecnologias na construção civil pode ser considerada relativamente lenta, se comparada a outros setores, e não são poucas as reticências quanto ao uso das tecnologias digitais. A indústria da construção se mostra, ainda conservadora e resistente a inovações, preferindo não assumir riscos, pois permanece utilizando-se de uma mão-de-obra pouco qualificada, deixando transparecer que é mais fácil inovar em outras indústrias, nas quais haja menos prejuízo do que na da construção, estreitamente vinculada, ainda, a processos vernaculares e constringida por valores históricos.

A informática tende a nivelar os profissionais pelos recursos que lhes são disponibilizados e, talvez, características como o traço, habilidade para desenhar, etc, percam a sua importância, pois passam a ser características inerentes ao sistema e não ao indivíduo, determinando que o

elemento diferenciador entre os vários profissionais e particularmente os de arquitetura passem a ser exatamente as características que as máquinas ainda não são capazes de realizar, tais como: capacidade de análise subjetiva, a criatividade, a intuição e a percepção espacial.

Apesar das facilidades geradas pelas ferramentas de informática aplicadas ao Projeto e todos os benefícios que as mesmas trazem, tem-se observado, na prática, que a utilização deste ferramental não tem correspondido a uma efetiva melhoria na qualidade dos projetos e das obras acabadas.

Deste modo, conclui-se que a mera e simples introdução de novas tecnologias e toda a sofisticação associada aos processos de concepção e elaboração de projetos arquitetônicos, não garantem por si só a melhoria da qualidade dos produtos gerados.

Observando-se a eficiência desses sistemas, resta apontar a componente humana como responsável. Entra então a questão da qualificação de pessoal, onde a formação profissional deve-se adaptar aos novos tempos.

Os sistemas computacionais oriundos da Revolução Digital, voltados para o processo de concepção e elaboração de projetos de arquitetura, se adequadamente utilizados reduzem o tempo total de seu desenvolvimento, eliminam as tarefas repetitivas, tornam mais rápido e preciso o registro de dados e informações, facilitam a geração e o ensaio de alternativas, bem como o gerenciamento de informações e soluções mais complexas, aumentando a confiabilidade das propostas e permitindo sua otimização. Contudo, estes sistemas auxiliam, mas não substituem o arquiteto no processo criativo. A utilização de equipamentos e programas cada vez mais poderosos e sofisticados exige maior competência e experiência dos projetistas, que em última análise determinarão a produtividade do processo e a qualidade final de seus produtos.

Os softwares, por sua vez, representam um ganho de eficiência na "construção técnica" do projeto, pois permitem ao arquiteto definir e representar com precisão e rapidez mesmo as formas mais complexas, dando agilidade aos trabalhos em equipe, e ainda possibilitam facilitar os estudos de desempenho térmico, energético, de orçamento, das etapas construtivas e até da organização de canteiros.

As transformações que a arquitetura vem apresentando nas últimas décadas têm relação direta com as aceleradas transformações pelas quais passa o mundo contemporâneo. Parecemos viver, hoje, uma nova dimensão de espaço-tempo.

Considerações Finais

O desenho à mão e o uso de softwares aplicados à produção de projetos cumprem, hoje, funções distintas, mas complementares. O desenho à mão é algo bastante eficiente na tradução de ideias para o projeto, na construção de conceitos, de linguagem, de partido, enfim, de uma predefinição da forma, suas relações estéticas e funcionais.

A liberdade formal contemporânea e o desenvolvimento de um vasto leque de aparatos tecnológicos tem ampliado as formas de modelagem e representação do projeto, aliados a ampliação das possibilidades de manipulação da forma, demandam maior domínio sobre a mesma ainda que ela seja gerada e calculada por processos informatizados. Não há dúvida de que os computadores tornaram-se essenciais para a prática da arquitetura. Os softwares BIM e CAD têm tornado as empresas mais eficientes e aceleraram o processo de construção.

Novas formas de diálogo mediatizado, estimulados por novos equipamentos tecnológicos e novos meios de comunicação à distância estão contribuindo para o surgimento de novos padrões de projeto e representação, de forma que não apenas o uso disseminado de programas como o AUTOCAD tem modificado o desenho de arquitetura, como o próprio resultado estético e organizacional da obra tem adquirido novas características trazidas em função do advento destas tecnologias.

Em consequência da familiarização com esses meios, alguns artistas e arquitetos mesclam com maior facilidade elementos de universos virtuais e do mundo concreto, produzindo formas híbridas de linguagens visuais, arquitetônicas e artísticas, instigando arquitetos de todo o mundo a explorarem novas possibilidades projetuais de espaços igualmente híbridos.

A possibilidade de se iniciar projetos pela construção, por meio da utilização de modelos de CNC gerados em impressoras 4D, ao invés de termina-los com a sua edificação, pode reposicionar radicalmente metas curriculares, conceitos e conhecimentos abordados na formação dos profissionais de Arquitetura e Urbanismo, na era digital.

É momento de se pensar, uma vez mais, a arquitetura e reinventar seus processos de concepção formal e espacial, se o que se pretende seja enfrentar os desafios deste século que já percorre os meados de sua segunda década.

Através da grande quantidade do volume de informações digitais que envolvem, são compartilhadas e fundamentam a elaboração de um projeto, sob a responsabilidade do arquiteto, considera-se pertinente a conclusão de Pentilla (2006) a qual determina que o profissional

contemporâneo precisa ser, antes de tudo, um excelente comunicador e coordenador, capaz de lidar com desenvoltura com a infinidade de equipamentos e aplicativos de comunicação digital de que dispomos atualmente e, ao mesmo tempo, capaz de coordenar o fluxo de toda essa informação que, muitas vezes, acontece de forma assíncrona e à distância.

As atuais alterações, tanto do ponto de vista conceitual como do relacionado à prática processual, do paradigma projetual (formal e espacial) da arquitetura, que propõem as novas tecnologias, não se apresentam como uma “transição” entre duas etapas de um mesmo processo (do analógico ao digital). Pelo contrário, tais alterações parecem ser a resposta comportamental que representa uma mudança radical nos sistemas de projeção, onde os arquitetos deverão aprender a conviver não só com outros profissionais, mas com máquinas, que compartilharam com eles os méritos, ou deméritos, da concepção arquitetônica.

Dada à natureza digital da arquitetura e do design de hoje, aprender programação é uma habilidade essencial para o arquiteto, além de uma sólida formação em tecnologia digital, ambas exigidas e incorporadas a sua formação multidisciplinar.

Assim, o desenvolvimento de projetos fundamentados em formas não-euclidianas tem sido admitidos, estudados e desenvolvidos, uma vez que as técnicas de representação do objeto a ser construído não mais se limitam aos eixos cartesianos.

Conhecer, discutir, experimentar, sistematizar as informações disponíveis sobre a tecnologia de ponta e formar uma consciência crítica de todos os fatores envolvidos é, sem dúvida, um dos caminhos para a aplicação eficiente e, sobretudo eficaz da linguagem digital.

Referências

Bibliografia Básica

ABASCAL, E. H. S.; ABASCAL BILBAO, C. Arquitetura e ciência. Reflexões para a constituição do campo de saber arquitetônico. *Arquitextos*, São Paulo, 11.127, Vitruvius, dez 2010 <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.127/3688>>. Acesso em: jul. 2014.

AMARAL, C. S. O Processo de Criação do Projeto Arquitetônico, **Revista D.**, Porto Alegre: UNIRITTER, 2009, vol. 2, n. 2, p. 1-22.

_____. Arquitetura na era digital-financeira: desenho, canteiro e renda da forma. 307 f. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, FAU-USP. São Paulo, 2010.

ARGAN, G. C. Clássico anti-clássico: o Renascimento de Brunelleschi a Bruegel. Trad. Lorenzo Mammi. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

_____. A História na Metodologia do Projeto. **Revista Caramelo**, São Paulo: FAU-USP, 1993, n. 6, p. 156-170.

ARTIGAS, R.; LIRA, J. T. C. (Orgs.). Caminhos da arquitetura. Vilanova Artigas. Coleção Face Norte, volume 08. 4ª edição, São Paulo, Cosac Naify, 2004.

ARTZ, F. B. The Development of Technical Education in France 1500-1850. The Society for the History of Technology and M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1966.

BAHIA, Tarcísio. Ausência e presença arquitetônica na cidade contemporânea. *Arquitextos*, São Paulo, ano 05, n. 051.05, Vitruvius, set. 2004 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.051/557>>. Acesso em: ago. 2014.

BALTAZAR, Ana Paula. O novo paradigma na arquitetura: a linguagem do pós-modernismo. *Arquitextos*, São Paulo, ano 03, n. 025.06, Vitruvius, jun. 2002 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/03.025/775>>. Acesso em: jun. 2016.

BANHAM, R. Teoria e projeto na primeira era da máquina. Trad. A. M. Goldberger Coelho), 3 ed. São Paulo, Perspectiva, 2013.

- BARKI, J. A invenção de Brasília: o “risco” de Lúcio Costa. **Revista RISCO2**, Revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo programa de pós-graduação do departamento de arquitetura e urbanismo. São Carlos: EESC-USP, 2005, nº 02, p. 04-23. Disponível em: <http://iau.usp.br/revista_risco/Risco2-pdf/art1_risco2.pdf> Acesso em: 08/02/2015.
- _____. Representação Digital e o Projeto de Arquitetura. 4 SIGRADI, 2000, Rio de Janeiro. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.
- BARNABÉ, P. M. M. A luz natural como diretriz de projeto. Revista Pós, São Paulo, n. 22, p. 62-81, dez, 2008. Disponível em: < file:///C:/Users/Paulo/Downloads/43532-51969-1-PB%20(1).pdf> Acesso em: jul. 2014.
- BENEVOLO, L. História da Arquitetura Moderna. São Paulo: Perspectiva, 1976.
- BERG, M. de, KREVELD, M. van, OVERMARS, M., SCHWARZKOPF O. Computational geometry: Algorithms and Applications. 2 ed. [S.l.]: Springer-Verlag, 2000.
- BONWETSCH, T.; BÄRTSCHI, R.; KOBEL, D.; GRAMAZIO, F.; KOHLER, M. Digitally Fabricating Tilted Holes: Experiences in Tooling and Teaching Design. In: Proceedings of the Ecaade 25, 2007, p. 793-799.
- BOULDING K. E. “General Systems Theory - The Skeleton of Science,” Management Science, 2: p. 197-208, 1956. (Reproduzido em: Emergence: Complexity and Organisation, Special Double Issue Vol. 6 Nos. 1-2 p. 127-139, 2004.)
- BOUDON, P. Conception. Paris: Éditions de la Villette, 2004.
- BORDA, L. E. dos S. O nexa da forma: Oscar Niemeyer - da arte moderna ao debate contemporâneo. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
- CARR, N. G. The Glass Cage: Automation and Us. 1 ed., New York: W. W. Norton & Company, 2014.
- CARRANZA, R.; CARRANZA, E. G. R. Paço Municipal de São Paulo-1952 - Oscar Niemeyer e equipe. Revista Academia Belas Artes, v. 1. São Paulo: CEITEM, 2005.
- CAVALCANTI, L.; LAGO, A. C. Ainda moderno? Arquitetura brasileira contemporânea. Arquitectos, São Paulo, ano 06, n. 066.00, Vitruvius, nov. 2005. <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/06.066/404>>. Acesso em: fev. 2015.
- CELANI, M. G. C.; CYPRIANO, D.; GODOI, G.; VAZ, C. E. V. A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura. Conexão - Comunicação e Cultura, Caxias do Sul, v. 5, p. 15-20, 2007.

- CHENG, R., Suggestions for an Integrative Education. In: M. Broshar, N. Strong, and D.S. Friedman. American Institute of Architects: Report on Integrated Practice. Washington DC: The American Institute of Architects, 2006, Section 5, p. 1-10.
- CHENG, R. K. C., Inside Rhinoceros. 4 Ed. Thomson, NY: 2008.
- CHING, F. Manual de Dibujo Arquitectónico. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 1998.
- CHUA, C. K.; LEONG, K. F.; and LIM, C. S.; Rapid Prototyping: Principles and Applications. Singapore: World Scientific Publishing, 2003.
- CLARK, R. H.; PAUSE, M. Architecture: Temas de composición. México: Gustavo Gilli, 1987.
- COLLINS, P. Architectural Judgement. Montreal: McGill- Queen's University Press, 1971.
- COMAS, C. E. "Nemours – Sur - Tietê ou A Modernidade de Ontem". Revista Projeto, V. 89, p. 90-93. 1986.
- COSTA, L. Lucio Costa: registro de uma vivência. São Paulo: Empresa das Artes, 1995.
- COSTA, M. V. Cultura e pedagogia: lições da espacialidade revolucionária de Frank Gehry. **Educação & Realidade**, Porto Alegre: ULBRA, 2014, v. 39, n. 1, p. 163-180, jan./mar. Disponível em: < http://www.ufrgs.br/edu_realidade > Acesso em: mar. 2014.
- CUFF, D. ARCHITECTURE: The story of practice. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1991
- DERRIDA, J. Desconstruir la actualidad. Entrevista com Jaques Derrida. 1993. Passagens, 57, p. 60-75.
- DESCARTES, R. Discurso do método: As paixões da alma, meditações. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Nova Cultural. 1999.
- DUARTE, F. Arquitetura e tecnologias da informação. Da Revolução Industrial à Revolução Digital. São Paulo: Unicamp, 1999.
- DUNN, N. Maquetas de arquitetura: médios, tipos e aplicación. Barcelona: Editora Blume, 2010.
- DURAND, J. C. Arte, privilégio e distinção: Artes plásticas, arquitetura e classe dirigente no Brasil, 1855-1985. São Paulo: Perspectiva, 2 ed. 2009.
- DURAND, J. C.; SALVATORI, E. Por uma nova agenda de pesquisa em torno de Oscar Niemeyer. *Arquitextos*, São Paulo, ano 11, n. 130.06, Vitruvius, mar. 2011 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.130/3800>> Acesso em: ago. 2014.
- DURAND, Jean-Pierre. La représentation du projet. Paris: Éditions de la Villette, 2003.
- EASTMAN, C. M. Building product models: Computer Environments, Supporting Design and Construction. Boca Raton: CRC Press, 1999. Disponível em:

- <http://books.google.com.br/books?id=KBNW0fDtKrsC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ViewAPI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false> Acesso em: abr. 2015.
- EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011. 648 p.
- ESPINHEIRA NETO, R. A. de A. ARQUITETURA DIGITAL: A Realidade Virtual, suas aplicações e possibilidades. Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia - Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2004, 72 p.
- FERRO, S. A história da arquitetura vista do canteiro: três aulas de Sérgio Ferro. São Paulo: GFAU, 2010.
- FIRMINO, R.; DUARTE, F. Cidade infiltrada, espaço ampliado: As tecnologias de informação e comunicação e as representações das espacialidades contemporâneas. *Arquitextos*, São Paulo, ano 08, n. 096.01, Vitruvius, maio 2008. <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.096/3408>>. Acesso em: jul, 2016.
- FLORIO, W. Modelagem Paramétrica Criatividade e Projeto: duas experiências com estudantes de arquitetura. In: **Gestão & tecnologia de projetos**. Universidade de São Paulo – EESC-USP, v. 6, p. 43-66, 2011.
- _____. O Uso de Ferramentas de Modelagem Vetorial na Concepção de uma Arquitetura de Formas Complexas. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU-USP, 2005.
- FLORIO, W.; ARAÚJO, N. S.; SEGALL, M. L. Protótipos rápidos de coberturas complexas em arquitetura: comparação entre os processos FDM e 3D printer. Anais XII Congresso Anual da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital - SIGraDi – XIV Convenção Científica de Engenharia e Arquitetura. Cuba, Havana: CCIA, 2008, p.1-8.
- FLÓRIO, W. Richard Serra e Frank Gehry no espaço público da cidade. Anais do VI Encontro de História da Arte – EHA, Campinas: UNICAMP, 2010, p. 484-491.
- FRAZER J.H., *An Evolutionary Architecture*, Architectural Association, London, 1995 p.127. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/publications/ea/intro.html>>
- GALOFARO, L. *Digital Eisenman: an office of the electronic era*. [Transl. to Engl.: Lucinda Byatt] Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser, 1999.
- GÄNSHIRT, Christian. *Tools for Ideas: An Introduction to Architectural Design*. 1 ed. Trad. Michael Robinson. Berlin: Druckhaus Küthen, 2007.

- GOLDSCHMIDT, G. On visual thinking: the viz kids of architecture. In: **Design studies**. v. 15. Londres: Elsevier Science, 1994
- GOMES, J. M.; VELHO, L. C. Conceitos Básicos de Computação Gráfica. São Paulo: Ime-Usp, 1990. 328 p.
- GU, N; SINGH, V; MERRICK, K. A Framework to Integrate Generative Design Techniques for Enhancing Design Automation. In: International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia, 15. 2010, Hong Kong. Proceedings of the 15th CAADRIA. Hong Kong: Caadria, 2010. p. 127-136. Disponível em: <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?caadria2010_012>. Acesso em: dez. 2014.
- HÄKKINEN, Tarja M. Sustainable building related new demands for product information and product model based design. Disponível em <http://itcon.org/2007/2>. Acesso em: jul, 2016.
- HARTOONIAN, G. Crisis of the object : the architecture of theatricality. Taylor & Francis e-Library, 2006.
- HAYMAKER, J.; FISCHER, M. Challenges and Benefits of 4D Modeling on the Walt Disney Concert Hall Project. CIFE Working Paper #64. Stanford University. January, 2001. Disponível em: <<http://www.stanford.edu/group/CIFE/online.publications/WP064.pdf>> Acesso em: set, 2014.
- HERBERT, D. M., “Graphic Processes in Architectural Study Drawings”, Journal of Architectural Education, vol.46, nº1, pp.28-39, 1992.
- HARVEY, D. Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. 22 ed. São Paulo: Edições Loyola, 2012.
- HERKENHOFF, H., L., Ensino de Projeto Arquitetônico: caracterização e análise de um suposto modelo, segundo alguns procedimentos didáticos. São Paulo: dissertação, FAU USP, 1997.
- HOLSTON, J. A cidade modernista: uma crítica de Brasília e sua utopia. São Paulo, Cia. das Letras. 1993.
- IBELINGS, Hans. Supermodernismo, arquitectura em la era de la globalización. Barcelona, Gustavo Gili, 1998.
- JAMESON, F. Reificação e utopia na cultura de massa. **Revista Crítica Marxista**, São Paulo, v. 1, n.1, p. 1-25, 1994.
- _____. Pós-modernismo: a lógica cultural do capitalismo tardio. São Paulo: Ed. Ática, 1996.
- JENCKS, C. The New Paradigm in Architecture: The Language of Post-Modernism. New Haven, Londres: Yale University Press, 2002. 279 p.

- _____. The architecture of the jumping universe. A polemic: how complexity science is changing architecture And culture. 2 ed. London: Academy Editions, 1997.
- _____. Post-modernism : the new classicism in art and architecture. 2 ed. London: Academy Press, 1987.
- JONNES, D. Tudo sobre arquitetura. Trad. André Fiker [et al.]. Rio de Janeiro: Sextante, 2014.
- . Arte e ciência da criatividade. 8. ed. São Paulo: IBRASA, 1985.
- KATAKURA, P. O processo do projeto arquitetônico. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.
- KATINSKY, Julio R.; Florentine Perspective and the development of Modern Science In: Llull no.23. Revista da Sociedad Española de História de Las Ciências y de las Técnicas. – Tercer Cuadrimestre de 2000.
- KOLAREVIC, B. Architecture in the digital age: design and manufacturing. New York: Spon Press, 2003.
- KOWALTOWSKI, D.C.C.C.K.; PINA, S.A.M.G.; GOUVEIA, A.P.S.; SILVA, V.D.; FÁVERO, E.; BORGES FILHO, F. Ensino de projeto arquitetônico: a teoria traduzida em exercícios no processo criativo. In: Expressão Gráfica e Novos Meios Educativos. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Faculdade de Engenharia Civil. Curso de Arquitetura e Urbanismo. Nov. 2000.
- LACOMBE, O. Sobre a arqueologia do digital. Drops, São Paulo, ano 13, n. 069.02, Vitruvius, jun. 2013 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/drops/13.069/4764>>.
- LINDSEY, B. Digital Gehry: Material Resistance, Digital Construction. Basiléia: Birkhäuser, 2001. 96 p. (*The Information Technology Revolution in Architecture*).
- LUCCAS, L. H. H. Arquitetura contemporânea no Brasil: da crise dos anos setenta ao presente promissor. Arquitextos, São Paulo, ano 09, n. 101.00, Vitruvius, out. 2008. <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.101/99>>.
- LYNN, G. Folds, bodies & blobs. Bruxelles, Ed. La Lettre Volée, 1998, 236 p.
- MAHFUZ, E. C. O clássico, o poético e o erótico e outros ensaios. Cadernos de Arquitetura Ritter dos Reis, V1. Porto Alegre, Ed. Ritter dos Reis, 2001.
- MANDEL, E. O capitalismo tardio. São Paulo: Editora Abril Cultural, 1982.
- MARKUSSEN, T., BIRCH, T., 2005. Minding Houses, Online magazine “Intelligent Agent Vol. 5 No. 2, http://www.intelligentagent.com/archive/Vol5_No2_massumi_markussen+birch.htm. Acesso em Set/2016.

- MARTINEZ, A. C. Ensaio sobre o projeto. Trad. Ane Lise Spaltemberg. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000.
- MARTINS, L. G. F. (Luiz Gê). A etimologia da palavra desenho (e design) na sua língua de origem e em quatro de seus provincianismos: desenho como forma de pensamento e de conhecimento. **VII Encontro dos Núcleos de Pesquisa em Comunicação** – NP Produção Editorial, **III Fórum de Pesquisa Fau. Mackenzie**. São Paulo, 2007.
- MILLS, C. B. Projetando com maquetes: um guia para a construção e o uso de maquetes como ferramenta de projeto. Porto Alegre: Bookman Editora, 2007.
- MITCHELL, W.J. Constructing Complexity. In: B. MARTENS e A. BROWN (eds), *Computer Aided Architectural Design Futures 2005*. Vienna, Austria.
- MITCHELL, W.J.; INOUE, A. S.; BLUMENTHAL, M. S. *Beyond Productivity: Information, Technology, Innovation, and Creativity*. Washington: The National Academies Press, 2001.
- MONEO, R. *Inquietação Teórica e Estratégia Projetual na Obra de Oito Arquitetos Contemporâneos*. São Paulo: Cosac Naify, 2008.
- MONTANER, J. M. *Depois do Movimento Moderno: Arquitetura da segunda metade do século XX*. Trad. MATTOS, M. B. C. São Paulo: Gustavo Gili, 2014.
- _____. *Museus para o século XXI*. Trad. AGUIAR, E. Barcelona: Gustavo Gili, 2003.
- MORIN, E. *Ciência com Consciência*. Portugal: Ed. Publicações Europa-América, 1994, 2ª parte.
- MORTENSON, M. E. *Geometric Modeling*. 2. ed. New York: JOHN WILEY & Sons, 1997.
- NARDELLI, E. S. *Arquitetura e projeto na era digital*. **Arquiteturarevista** - Vol. 3, nº 1, p. 28-36, jan. – jun., 2007.
- NARDELLI, E. S.; VINCENT, C. C.; CAETANO, A. C. A.; OLIVEIRA, J. M. O Estado da Arte das Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs – e a realidade contemporânea da prática de projeto nos escritórios de Arquitetura paulistanos. **Anais do XIII Congresso Anual da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital, SIGraDi**. Brasil, São Paulo: UPM, 2009, p. 1-3.
- NIEMEYER, O. *Conversa de Arquiteto*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Revan, 1999.
- NIR, E. From No-Dimensions to N-Dimensions with Parametric Point-Clouds, *International Journal of Architectural Computing, IJAC*, 2007, p. 46-59.
- NOVAK, M. Liquid architectures in cyberspace. In: BENEDIKT, Michael (Org.) *Cyberspace: First Steps*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1991.

- OTONDO, C. Desenho e espaço construído: relações entre pensar e fazer na obra de Paulo Mendes da Rocha. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo, Doutorado em Fundamentos da Arquitetura e do Urbanismo – FAU USP. São Paulo, 2013.
- OXMAN, R. Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, [S.l.], p. 229-265. Maio, 2006. Disponível em: <http://www.technion.ac.il/~rivkao/topics/publications/Oxman_2006_Design-Studies.pdf>. Acesso em: jun. 2015.
- PARRAMÓN, José M; A perspectiva na arte. Lisboa. Editora Presença, 1998. Coleção Desenhar e Pintar. Disponível em: <http://www.leialivraria.com.br/arte.html>. Acesso: jul, 2016.
- PENTILLA, H. Managing the Changes within the Architectural Practice, the effects of Information and Communication Technology (ICT). In: V. BOURDAKIS e D. CHARITOS (eds), **Proceedings of the 24th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe**, Volos, Greece, 2006.
- PIANO, R. A responsabilidade do arquiteto: Conversas com Renzo Cassigoli. Trad. Maurício Santana Dias. São Paulo: BEI Comunicação, 2011.
- PISANI, M. A. J.; GIL, E. L. Arquitetura é construção. *Revista digital - arq.urb*. São Paulo, n. 7, p. 8-16, set., 2012. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_07/04_maia_augusta_justi.pdf> Acesso em: nov, 2012.
- PORTOGHESI, P. Depois da Arquitetura Moderna. Roma: Laterza & Figli Spa, 1980. Trad. Maria C. T. Afonso. Lisboa: Edições 70, 1999.
- QUEAU, P. *Éloge de la Simulation*, Champ Vallon. Seyssel: 1986.
- QUEIROZ, R. C. Oscar Niemeyer e Le Corbusier: encontros. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo. Doutorado em Projeto de Arquitetura. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU USP. São Paulo, 2007.
- QUEIROZ, R. C.; IMBRONITO, M. I. A metodologia de projeto de Oscar Niemeyer: O exemplo do Congresso Nacional de Brasília. In: PROJETAR 2005 – Anais do II Seminário sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU-UFRJ, nov. 2005, p. 1-6.
- RIBEIRO, F. M.; SPITZ, R. Design e espaço na era da informação ou o ciberespaço absorvido pela arquitetura. *Sigradi - Teoria, Epistemologia, Filosofia*. São Leopoldo, 2004, p. 410-420.
- ROCHA, I.A.M. 2009. Programa e projeto na era digital: O ensino de projeto de arquitetura em ambientes virtuais interativos. Porto Alegre, RS. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 339 p.

- ROCHA, P. M. da. Maquete de papel. São Paulo: Cosac Naify, 2007.
- ROWE, P. G. Design Thinking. Cambridge: MIT Press, 1987.
- SAINZ, J.; VALDERRAMA, F. Infografía y arquitectura. Dibujo y proyecto assistidos por ordenador. Madrid: NEREA, 1992.
- SEGNINI Jr, F. Projeto arquitetônico: arte, inovação e metodologia. **Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**, São Carlos: PPG-AU EESC USP, nov. 2009, p. 1–10.
- SEGRE, R.; BARKI, J. A Catedral de Brasília: O círculo em busca do equilíbrio e a estrutura na essência da forma arquitetônica. Revista AU, Edição 226. São Paulo: Editora Pini, Janeiro, 2012.
- SHELDEN, Dennis Robert. Digital surface representation and the constructibility of Gehry's architecture. 2002. 340 f. Tese de Doutorado ao Programa de Pós-Graduação do Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2002.
- SILVA, E. Notas sobre a problemática do ensino da crítica da Arquitetura. In: KIEFER, F.; LIMA, R.R.; MAGLIA, V. V. B. (Orgs.) Crítica na Arquitetura, V Encontro de História e Teoria da Arquitetura. Cadernos de Arquitetura, V. 1 (1999). Porto Alegre: Faculdades Integradas Ritter dos Reis, 2005, p. 299 – 312.
- SILVA, H. A. A. ABRAHÃO SANOVICS: o projeto como pesquisa. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP. São Paulo, 2004, 610 p.
- SILVEIRA, Sérgio Amadeu da. Exclusão digital: a miséria na era da informação. São Paulo: Ed. Fundação Perseu Abramo, 2003.
- SPERLING, D.M. “Arquiteturas contínuas e topologia - similaridades em processo. ” São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2003.
- STEELE, J. Arquitectura y revolución digital. México: Ediciones Gustavo Gili, 2001.
- STUNGO, N. Frank Gehry. São Paulo: Cosac & Naify, 2000.
- TASSINARI, A. O espaço moderno. São Paulo, Cosac & Naify, 2001.
- UNWIN, S. Análisis de la arquitectura. Barcelona: Gustavo Gilli, 2003.
- VELLOSO, I. M. Os meios digitais na arquitetura do Grupo NOX. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura-PROPAR, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24801/000747017.pdf?sequence=1>>. Acesso em: out. 2010.

VELOSO, P. L. A. Modelagem Digital na Arquitetura Contemporânea: por uma abordagem crítica e conceitual. I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - ENANPARQ. Simpósios. Rio de Janeiro, 2010.

YARDIM, N. H. AN ARCHITECTURAL APPROACH TO CYBERSPACE: Transarchitecture. Tese de Doutorado apresentada a İSTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY - INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. Subat, 2007.

ZEIN, R. V. A Arquitetura da Escola Paulista Brutalista: 1953 – 1973. São Paulo e Porto Alegre, 2005, 358 p. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

Bibliografia Complementar

ALENCAR, E. M. L. S. de. Criatividade. 2. ed. Brasília: UnB, 1995.

ARANTES, P. F. Arquitetura nova: Sérgio Ferro, Flávio Império e Rodrigo Lefèvre, de Artigas aos mutirões. São Paulo: Editora 34, 2002.

ARNHEIN, R. A dinâmica da forma visual. Editorial Presença, Lisboa: 1988.

N-J. Shih, “RP-aided computer modeling for architectural education”, *Computers & Graphics* 30, pp.137-144, 2006.

BOUDON, P. et al. Enseigner la conception architecturale – Cours d’Architecturologie. Paris: Éditions de la Villette, 2000.

COLLINS, P. Crise e renovação no ensino do projeto em arquitetura. In: COMAS, C. (org.). Projeto Arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação. São Paulo, Projeto, 1986.

DESCARTES, R. Conception. Paris: Éditions de la Villette, 2004.

DUARTE, R. D.; RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G.; BRONSTEIN, L. (Orgs.) O lugar do projeto: no ensino e na pesquisa em arquitetura e urbanismo. Rio de Janeiro: Contracapa Livraria, 2007.

EISENMAN, P. EL CROQUIS, Madri, 1997, 1 ed., v. 83, p.14.

FLORIO, W. Projeto, criatividade e metáfora. *arquiteturarevista*. São Paulo, v.5, n.2, p. 92-110, jul. 2009. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/4808>.

HERKENHOFF, H., L., Ensino de Projeto Arquitetônico: caracterização e análise de um suposto modelo, segundo alguns procedimentos didáticos. São Paulo: dissertação, FAU USP, 1997.

- JENCKS, C. What is post-modernism? 4 ed. London: Academy Press, 1996.
- LEMOS, C. A. C. O que é arquitetura. São Paulo, Brasiliense, 2003.
- MAHFUZ, E. C. Ensaio Sobre a Razão Compositiva. Belo Horizonte: AP Cultural, 1995.
- MENEZES, A. M.; PEREIRA JUNIOR, M. L.; VIANA, M.de L. S.; PALHARES, S. R. O BIM e os projetos de edificações: adequações e inadequações. In: SIGRADI, Santa Fé - Argentina: 2011.
- MITCHELL, W.J. City of bits: space, place, and the infoban. The MIT Press - Cambridge. Boston: 1996.
- MORIN, E. Introdução ao pensamento complexo. Lisboa: Instituto Piaget. 2ª ed., 1990.
- MORIN, E.; LE MOIGNE, J. A Inteligência da Complexidade. Peirópolis, São Paulo, 2004.
- NIEMEYER, O. Como se faz arquitetura. Petrópolis: Editora Vozes, 1986.
- OXMAN, R. The Use of Tools in the Creation of Form: Frank (L. Wright & O. Gehry). In: Annual conference of the Association for Computer-aided design in architecture, 21, 2001, Buffalo. Proceedings Buffalo: Acaadia, 2001. p. 44 - 51. Disponível em: <<http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?9e31>>. Acesso em: ago. 2014.
- QUEIROZ, R. C. Oscar Niemeyer e Le Corbusier: encontros. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo. Doutorado em Projeto de Arquitetura. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU USP. São Paulo, 2007.
- SOLON KRETLI DA SILVA, Marcos. A arquitetura líquida do NOX. *Arquitextos*, São Paulo, ano 04, n. 045.11, Vitruvius, fev. 2004 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.045/615>>.
- SILVA, C. A. LIQUID ARCHITECTURES: Marcos Novak's territory of information. Tese de Doutorado apresentada a Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. Louisiana, 2005.
- THIESEN, J.; LOPES, J. M. CRISE ESTRUTURAL DO CAPITAL E ARQUITETURA. *Revista Eptic Online*, Vol.16, n.1, p.120-134, jan. - abr. 2014. Disponível em: <<Http://www.seer.ufs.br/index.php/eptic/article/viewFile/1865/1636>> Acesso em: ago. 2014.
- VENTURI, R. Complexidade e Contradição em Arquitetura. Tradução Álvaro Cabral. São Paulo: Martins Fontes 1995.
- ZEIN, R. V. . Paulo Mendes da Rocha by Ruth Verde Zein. *bombmagazine.org*. BOMB 102 — Artists in Conversation, Architecture: Interview. Disponível em: <<http://bombmagazine.org/article/3048/paulo-mendes-da-rocha>>. Acesso em: mar. 2015.