

ENTRE E ATRAVÉS
complexidade e processos de design em arquitetura

complexus means 'that which is woven together'

complexus significa 'aquilo o que é

complexus significa 'aquilo o que é tecido junto'

complexus means 'that which is woven together'

complexus means 'that which is woven together'

'aquilo o que é tecido junto'

complexus significa 'aquilo o que é tecido junto'

Clarissa Ribeiro Pereira de Almeida
Orientadora: Profa. Dra. Anja Pratschke

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em
Arquitetura e Urbanismo do Departamento de Arquitetura e
Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade
de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de
Mestre em Arquitetura, São Carlos, 2006.

ENTRE E ATRAVÉS
complexidade e processos de design em arquitetura

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

Ficha catalográfica preparada pela Secção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC.USP

A447e Almeida, Clarissa Ribeiro Pereira de
Entre e Através: Complexidade e Processos de Design
em Arquitetura Clarissa Ribeiro Pereira de Almeida ;
orientadora Anja Pratschke. -- São Carlos, 2006.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo. Área de Concentração: Teoria e
História da Arquitetura e do Urbanismo) -- Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,
2006.

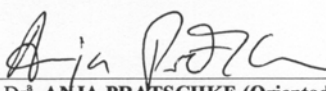
1. Processos de Design. 2. Arquitetura
Contemporânea. 3. Cibernética. 4. Complexidade. 5.
Cultura Digital.

I. Título

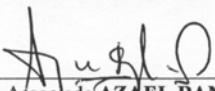
FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Arquiteta e Urbanista **CLARISSA RIBEIRO PEREIRA DE ALMEIDA**

Dissertação defendida e julgada em 08-09-2006 perante a Comissão Julgadora:



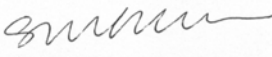
Prof. Dr.^a **ANJA PRATSCHKE (Orientadora)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADA



Prof. Associado **AZAEL RANGEL CAMARGO**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADA



Prof. Associado **NELSON FIEDLER FERRARA JUNIOR**
(Instituto de Física/USP) aprovada



Prof.^a Dr.^a **SARAH FELDMAN**
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo



Prof.^a Titular **MARIA DO CARMO CALJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

d e d i c o
esse trabalho
a todos que, em algum
m o m e n t o ,
contribuíram para sua
r e a l i z a ç ã o
e acreditaram que ele
seria possível.



Nomads Wanted

Longe,
Sempre um pouco mais,
De casa.
Casas?
Nomads.
Em todos os lugares;
Em todos;
Em nós mesmos;
Em cada espaço
De todos os lugares,
Que lembram outros.
Contando histórias,
Construindo;
Procurando;
Um modo de vida
Todos os modos;
Olhares;
Histórias;
Sotaques;
Países.
Morar
Em todos
E em nenhum lugar,
Motivos para
Ser e estar,
Entre *mnemo* e *locus*,
Entre e Através,
E além.

São Carlos, 12 de maio de 2006
Clarissa Ribeiro

AGRADECIMENTOS

Desde a graduação, quando comecei a me interessar pelo tema, muitas foram as pessoas que ajudaram a tecer em conjunto uma compreensão acerca das relações entre arquitetura e complexidade.

Na Universidade Federal de Viçosa foram basilares as contribuições de professores como José Luis Braga da área de Inteligência Artificial, do Departamento de Informática; o professor James Griffith, do Departamento de Engenharia Florestal; os professores Elaine Cavalcanti e Roberto Goulart, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo.

Na Universidade de São Paulo, ainda na graduação, quando o visitei em seu departamento para uma entrevista, foi essencial a interlocução com o professor Nelson Fiedler-Ferrara, do Instituto de Física, que contribuiu ainda, já no percurso do mestrado, em amistosas conversas e através de suas valiosas observações na banca de qualificação.

Na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, o apoio e a abertura incondicional à interlocução do professor Azael Rangel Camargo foram valiosas, além do interesse em contribuir nas diversas fases em que se desenvolveu essa pesquisa e nas quais, o E-Urb - Urbanização Virtual e Serviços Urbanos Telemáticos, sempre esteve para mim de portas abertas. Foi no E-Urb que fiz amigos como Cordeiro de Sá e um conselheiro que me ouviu e orientou nas horas mais críticas, sempre estimulando a acreditar e a seguir em frente – o pesquisador Rodrigo Firmino.

No Departamento de Arquitetura da Escola de Engenharia de São Carlos sempre contei com o apoio incondicional de colegas, que se tornaram realmente amigos no decorrer desses anos em que trabalhamos em conjunto, dentre os quais agradeço pela paciência, pela ajuda e pelas divertidas conversas, Zanardi e Paulo Ceneviva, responsáveis pelo Midimagem; Oswaldo, responsável pelo Laboratório de Informática da Pós-Graduação; Sérgio, Fátima, Geraldo e Marcelinho, secretários da Graduação e da Pós-Graduação; e em especial ao Evandro Bueno, do Laboratório de Ensino de Informática, e suas idéias *fantásticas* para salvar o mundo...o LEI...a Fazenda do Pinhal!

Em eventos realizados pelo Departamento de Arquitetura da EESC.USP ou pelo Nomads.USP, a oportunidade de conversar com pesquisadores sobre temas relacionados direta ou indiretamente à pesquisa de mestrado foi enriquecedora. Dentre os pesquisadores e profissionais com os quais tive contato, agradeço as contribuições do arquiteto Jorge Mário Jáuregui, argentino radicado no Brasil e do designer Belmer Negrillo, mestre pelo Interaction IVREA, Itália.

Nos congressos da SiGraDi - Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital, dos quais participei desde 2004, fiz amigos com os quais mantive contato durante esses anos de pesquisa e que contribuíram em conversas e discussões amistosas, trocando experiências sobre trabalhos nos mais diversos campos de interesse. Dentre estes, o professor Martín Groisman da Universidade de Buenos Aires, Argentina; o professor David Moreno Sperling, da EESC.USP. Ainda, os professores José Ripper Kós da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Julio Bermúdez da University of Utah, Estados Unidos, também membros da SiGraDI, contribuíram no percurso de desenvolvimento da pesquisa através de suas orientações como editores do IJAC – International Journal of Architectural Computing.

No EDG - Emergent Design Group, do Massachusetts Institute of Technologies, nos Estados Unidos, e no EmTech - Emergent Technologies da Architectural Association, em Londres, nas conversas *online* que tanto contribuíram para desvendar os *mistérios* do Emergent Design e as conexões atuais entre arquitetura e complexidade, foram importantes as contribuições do professor Peter Testa, diretor fundador do EDG - MIT, do professor Michael Hensel do EmTech, e de Martin Hemberg, pesquisador do EDG do MIT, atualmente vinculado ao EmTech - Emergent Technologies.

O Nomads.USP foi um ambiente para experimentar e aprender. Um laboratório onde pude interagir com arquitetos, artistas, cientistas da computação, em uma atmosfera de criação conjunta onde coordenadores e colegas sempre estiveram abertos a discutir e compartilhar tempo e idéias. Agradeço em especial ao professor Marcelo Tramontano pela garra com que conduz o grupo, pelo incansável entusiasmo como pesquisador e pela amizade. Aos novos amigos que fiz, amigos *Nomads*, pelos momentos de trocas - Marcos Marchetti, Tatiana Sakurai, Guto Requena, Fernanda Borba, Denise Tahan, Gabriela Carneiro, Cynthia Nojimoto, Mayara Dias, Sandro Canavezzi e, em especial, à Ana Paula Siluk e Luisa Paraguai.

Para além dos círculos acadêmicos, o agradecimento sincero às super tias que, mesmo de longe, sempre me incentivaram e compartilharam meus sonhos - Sonia Ribeiro Sobral e Graça Cruz. Ainda, à tia Ângela Pedroto, por ter me contaminado com seu fascínio pelo universo da ficção científica ainda na infância. Ao tio Ormeu e à tia Lili, ao tio Chico e à tia Tuti, e suas famílias, e em especial à Luiza Ribeiro, agradeço a alegria e a amizade.

À *grande* Família La Rocca que me acolheu com tanta festa e alegria durante esses anos, agradeço o carinho, o apoio e a amizade, sempre. Ao Beto e à Gina, ao Pitú e à Margot, à Dê, Gi, Rô e Líli, ao tio Neuzo, à Lets e à Sussu.

Aos meus queridos *amigos* que nunca deixaram de *estar por perto*, nos momentos de rir, de chorar, de gritar, de beber, de *brincar*, de jogar conversa fora, de dar bronca e de dar colo... Ralf Flores, Danielle Moreira, Isabella Moreira Flores e Fábio Abreu.

À grande *amiga* Renata La Rocca, por ter ajudado a construir esse trabalho quase de maneira *simbiótica* (!) desde a graduação em arquitetura, com entusiasmo incansável em contribuir, com curiosidade e olhar atento na pesquisa, nas leituras, na correção e na finalização dos trabalhos. Além, gostaria de agradecer a grande amizade e a companhia em todos os momentos.

À Anja Pratschke, o agradecimento profundo por ter ensinado. Mais, por ter acreditado nas idéias de uma 'estrangeira de Minas' que teimava em pesquisar um tema assim... um tanto *complexo*! Pela paciência com sua '*primeira orientanda*' que ainda está aprendendo a dormir à noite e acordar cedo para, quem sabe, ir ao Zazen... ou chegar no horário nas reuniões. Obrigada pelo carinho, pela amizade e pelas idéias que nutriram esses anos de pesquisa.

Sem o apoio incondicional de meus pais, Norberto e Conceição, e de minha irmã Candice, que sempre acreditaram em mim, eu não teria vencido os longos meses em que estive distante deles construindo esse trabalho. Agradeço ao suporte e ao carinho com que sempre me incentivaram.

O que é de grande valor no homem é ele ser uma ponte e não um fim;

Entre e Através_ Complexidade e Processos de Design em Arquitetura | Resumo

Partindo da hipótese de que as tecnologias digitais são simultaneamente meios e ambientes capazes de influenciar e viabilizar a emergência de um pensamento arquitetônico pronto a incorporar a *complexidade*, o objetivo do presente trabalho é ampliar a compreensão acerca das interfaces entre *complexidade* e *processos de design* em *arquitetura*. No percurso de construção dessa abordagem, buscamos entender a abrangência da mudança colocada pela complexidade, seu histórico, e seus princípios fundamentais, obtendo subsídios para definir critérios de seleção e análise de exemplos da emergência da *complexidade* em *arquitetura*, focalizando os processos de design. Utilizamos um recorte temporal em dois períodos – décadas de 1960 e 1970, e décadas de 1990 e 2000 –, distinguindo dois momentos específicos intrinsecamente conectados. A intenção é contribuir para uma compreensão efetiva da *arquitetura* não apenas, ou principalmente, como objeto, mas como um sistema complexo – organizado e, sobretudo, organizante.

In-Between and Through_ Complexity and Architectural Design Processes | Abstract

Assuming digital technologies simultaneously as media and environment that influence and make feasible the emergence of an architectural thought ready to incorporate the *complexity*, the goal of this work is to increase the understanding circa interfaces between *complexity* and architectural *design processes*. This approach draws on understanding the scope of the change brought by *complexity*, its historical, and its fundamental principles, aiming to achieve subsidies for defining criteria to analyze and select examples of *complexity* emergence in *architecture*, focusing on *design process*. Two periods of time were selected – from 1960s to 1970s and, from 1990s to 2000s –, distinguishing two specific moments closely related. The intention is to contribute for an effective understanding of *architecture* not merely or specifically as object, but as a complex system, simultaneously organized and organizer.

SUMÁRIO

_Prefácio | 17

_Introdução | 23

Capítulo 01 | Complexidade um modo de pensar

1.1_ Da mecanização à informatização da sociedade, um breve histórico | 29

1.2_ Em direção à complexidade | 33

1.2.1_ Cibernética | 37

1.2.2_ Teoria Matemática da Informação e Comunicação | 45

1.2.3_ Teoria Geral dos Sistemas | 48

1.2.4_ Ordem–desordem–organização | 52

1.2.4.1_ Autômatos e máquinas vivas | 53

1.2.4.2_ A ordem pelo ruído | 55

1.2.4.3_ A organização randômica | 56

1.2.4.4_ Não-equilíbrio como fonte de organização | 58

1.2.5_ Uma temporalidade irreversível | 61

1.2.6_ Emergência | 66

1.3_ A Epistemologia da Complexidade | 69

1.4_ Complexidade e Arquitetura | 80

Capítulo 02 | Arquitetura e Complexidade 1960+1970

2.1_ Arquitetura+ | 83

2.2_ Contagem regressiva_ o início de uma transformação | 85

2.2.1_ Pilotando a 'Espaçonave Terra' | 86

2.2.2_ 9, 10... Divergências Ideológicas | 90

2.3_ 'Lunáticos'? Cibernéticos? | 92

2.3.1_ A fantasia cibernética | 95

2.3.2_ Um arquiteto ciberneticista; um ciberneticista arquiteto | 100

2.4_ Uma nova simbiose | 103

2.4.1_ *Plug-in, fun, cyber, superarchitecture!* | 106

2.4.2_ Arquitetos Metabolistas (!) | 111

2.4.3_ *City in the Air* | 118

2.4.4_ Yona Friedman | 120

2.4.4.1_ Processo e complexidade | 125

2.4.4.1.1_ Entre arquitetura e usuários	127
2.4.4.2_ Flatwriter (1971)	131
2.4.5_ Cedric Price	135
2.4.5.1_ Processo e complexidade	143
2.4.5.2_ Fun Palace (1961)	148
2.4.5.3_ Generator (1978)	150
2.5_ 1960+1970_ arquitetura e complexidade	152
_Capítulo 03 Arquitetura e Complexidade_1990+2000	
3.1_ 1990+2000	159
3.2_ 60s e 70s aqui e agora (!)	165
3.3_ Arquitetura no ciberespaço	171
3.4_ Explorando um diálogo_ arquitetura e complexidade	176
3.4.1_ Transmitindo a complexidade_ <i>orgânico</i> e <i>inorgânico</i>	177
3.4.1.1_ A complexidade de Kas Oosterhuis	178
3.4.1.2_ A complexidade de Reiser+Umemoto	180
3.4.2_ Modelando a Complexidade_ <i>temporalidade irreversível</i>	183
3.4.2.1_ A complexidade de Ali Rahim	187
3.4.2.2_ A complexidade de Karl Chu	190
3.4.2.3_ A complexidade de Greg Lynn	192
3.4.3_ Simulando a Complexidade_ <i>emergência e evolução</i>	202
3.4.3.1_ A complexidade do <i>Emergent Design Group</i>	203
3.4.3.1.1_ O Design Emergente	208
3.4.3.2_ A complexidade do <i>Emergent Technologies</i>	213
3.5_ A <i>'Digital' Space Odyssey</i>	226
_Considerações finais	233
_Referências Bibliográficas	243
_Iconografia	259

PREFÁCIO

“No começo, são, muitas vezes, filhos naturais e bastardos culturais, divididos entre duas origens, dois etnocentrismos, dois modos de pensamento, ou desclassificados, estrangeiros, cristão-novos, exilados, que sentem uma falha de identidade ou de filiação, e a brecha pode ampliar-se até fazer com que neles se desmorone a crença no sistema oficial de Verdade.” [MORIN, 2002c, p.60]

Estar dividido, estar no meio, estar entre. Um sentimento que faz duvidar, que faz desacreditar das verdades únicas e absolutas, que faz acreditar na contradição e na diferença, no relativo e não no absoluto. Sempre me senti entre. Entre duas culturas – meu pai português, minha mãe, do interior do Brasil; Entre duas crenças - o catolicismo de minha mãe, o ateísmo do pai. Talvez por isso tenha sido sempre tão difícil escolher – entre a música, a biologia, a arquitetura. No entanto, essa última é o *lugar* onde me sinto mais à vontade para fazer dialogar todas as escolhas – fazer emergir arquitetura de conexões entre a música e a biologia, por exemplo. Lugar antagônico, diverso, contraditório, que pode se reorganizar continuamente no tempo e no espaço. Um *lugar complexo* onde eu gosto de ser e estar.

A afinidade com a noção de complexidade em arquitetura emergiu na graduação, estimulada por uma não identificação com o método processual simplificador e linear ensinado como *verdade absoluta* da arquitetura pelos meus professores. Estimulada pela vontade de encontrar um método que abrigasse várias verdades possíveis. Curiosidade de descobrir o diferente, o inusitado, talvez estimulada pelo olhar de cientista com o qual aprendi a observar a realidade, o homem na sua relação com o ambiente, na primeira graduação que iniciei em biologia. Impulso não de criar estase mas movimento no tempo, transformação, estimulando os sentidos, o que aprendi estudando música desde a infância.

Foi na graduação em arquitetura, a partir de um trabalho de investigação e reflexão a respeito de possíveis inter-relações entre complexidade e arquitetura, que estruturei a proposta de realizar no trabalho final de graduação o projeto do que chamei de um Túnel para Interação com o Ciberespaço¹ [RIBEIRO, 2003, p. 45-46]. O projeto constituiu uma tentativa de explorar a complexidade das relações espaço-temporais no diálogo dinâmico entre sujeitos, objeto (sistema-arquitetura) e ambiente. A experiência levaria as pessoas a interagir em ambientes virtuais imersivos em um objeto (sistema) arquitetônico que poderia se reconfigurar em resposta à movimentação interna dos interatores, num percurso sobre trilhos, entre dois lugares distantes dentro do campus universitário. Nesse percurso, os sujeitos da interação experimentariam a possibilidade de acrescentar ao concreto, novas dimensões espaço-temporais virtuais.

¹ RIBEIRO, C., GOULART, R. **Túnel para Interação com o Ciberespaço [TIC]**. Anais do VII SIGraDi [Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital] - CULTURA DIGITAL Y DIFERENCIACIÓN. Rosario, Argentina, 2003, pp 45-46.

Ainda na graduação, o contato com professores de áreas como física e ciências da computação foi de crucial importância para moldar as bases de uma compreensão entre arquitetura, tecnologias e cultura digitais, e as ciências da complexidade – para a compreensão do que pode significar ‘pensar complexo’ em arquitetura.

A abordagem do tema da complexidade, ou de um pensar complexo, no contexto da arquitetura, apesar de merecer destaque desde as décadas de 1960 e 1970 em publicações internacionais na área, bem como despontar entre as bases conceituais que orientam o trabalho de arquitetos contemporâneos de vanguarda, ainda ocupa lugar marginal nas discussões acadêmicas, não só no Brasil, mas em grande parte das escolas ao redor do mundo. Diante desse quadro, o acesso a livros e publicações periódicas que tratassem especificamente de questões relacionadas direta ou indiretamente ao tema, foi um dos pontos mais complicados de articular no decorrer do processo de desenvolvimento da pesquisa. No entanto, não sem esforço e ampla demanda de tempo, foi possível encontrar nas bibliotecas da USP, da UNESP e da UNICAMP dos mais diversos institutos e departamentos, unificadas pelo sistema da UNIBIBLWEB, publicações essenciais ao pleno desenvolvimento da dissertação. Destacam-se, entre essas, o número especial do periódico norte americano *Studio Internacional – Cybernetic Serendipity: The Computer and The Arts*² –, de 1969, editado por Jasia Reichardt da biblioteca da FAU.USP, os vários livros do cibernético Gordon Pask do acervo do IME.USP, a coletânea de artigos de Claude Shannon do Instituto de Física da EESC.USP, as publicações do arquiteto Yona Friedman da biblioteca central da EESC e da FAU.USP, as várias edições do periódico inglês *Architectural Design* das décadas de 1950, 1960, 1970, 1990 e 2000 das bibliotecas da EESC e da FAU.USP, sem os quais, dentre muito outros, não seria possível construir as conexões que alimentam nossas análises, discussões e considerações finais.

Além do esforço por conseguir ter acesso a uma ampla bibliografia, no decorrer da pesquisa, sempre foi prioritária a participação em atividades que favoreceram, sobretudo, a troca de experiências e referências com pesquisadores de diversas áreas, atuando em diversos países. Ao longo do mestrado, participei efetivamente de diversos congressos e comunidades, sendo filiada desde 2003 à SIGRADI – Sociedade Ibero-Americana de Gráfica Digital, tendo sido convidada para contribuir como membro avaliador do comitê científico do X Congresso da SIGRADI que será sediado pela *Universidad de Chile* nos dias 21, 22 e 23 de Novembro do presente ano. Foi através da SIGRADI que recebemos o convite para a elaboração de um artigo recentemente publicado no *IJAC – International Journal of Architectural Computing* –, ‘*In-between and Through: Architecture and Complexity*’³.

É importante ressaltar ainda que, no período de desenvolvimento da pesquisa de mestrado, a possibilidade de integrar o corpo de pesquisadores do grupo *Nomads.USP_Habitares Interativos*, na linha de pesquisa *Processo de Design*, constituiu oportunidade de efetivar um

² REICHARDT, J. *Cybernetic Serendipity: the computer and the arts*. **Studio Internacional**. New York: Frederick A. Praeger Publishers, 1969.

³ RIBEIRO, Clarissa; PRATSCHKE, Anja; LA ROCCA, Renata. *In-between and Through: Architecture and Complexity*. **IJAC – International Journal of Architecture and Computing**, United Kingdom: Multi-Science Publication, n.3, v.03, sept. 2005, p.335-354. ISSN 1478-0771.

diálogo intenso entre pesquisadores das diversas linhas de pesquisas e além, com pesquisadores de renome nacional e internacional das áreas de arquitetura e arte mídia, em workshops para pesquisadores do grupo.

Assim, a presente dissertação constitui um nó em uma teia de conexões que venho tecendo em conjunto. Um produto do processo de quem se propôs a olhar para a arquitetura não apenas como objeto mas como sistema organizado e, sobretudo, organizante. O título **Entre e Através_ Complexidade e Processos de design em Arquitetura**, tenta delinear esse olhar. *Entre e através*. Talvez uma maneira poética de compreender o sentimento de ser arquiteto. O que atua, constrói, cria... *entre* e *através*. *Entre* concreto e virtual, *entre* os desejos dos usuários e a arquitetura e, sempre, *através* de realidades, de dimensões diversas. O sujeito de uma disciplina que combina *arte* e *técnica* na busca de conexões com as mais variadas expressões do conhecimento humano. Ser arquiteto é saber conectar, *atravessar*, *transagir*, e criar, a partir desse movimento incessante *entre* e *através*.

Como aprender a ser aquele que conecta e que cria a partir das conexões? Quais as conexões possíveis, as conexões alimentadas? O caminho que escolhemos para responder a essas questões foi o de investigar as relações entre complexidade e processos de design em arquitetura, lançando um olhar crítico ao trabalho de arquitetos que tentam produzir uma arquitetura capaz de promover o diálogo entre sujeitos, objetos (sistemas), e ambiente, pensar a arquitetura como um sistema em processo contínuo e dinâmico de organização no tempo, como um sistema complexo.

Clarissa Ribeiro, inverno de 2006

introdução

INTRODUÇÃO

Partimos do nosso tempo para procurar evidências de relações entre complexidade e arquitetura – o tempo atual onde os modos de vida incorporam efetivamente as tecnologias de informação e comunicação em um processo de constante sofisticação, onde a possibilidade de acesso mundial à Internet a partir de 1994 marca uma ampliação sem precedentes.

Nosso objeto é a questão da complexidade em arquitetura como alternativa não reducionista, um modo de pensar o processo de design como ambiente de interação. A complexidade pode ser uma moldura para compreender a arquitetura como sistema mais que objeto, como processo mais que como produto.

A hipótese inicialmente formulada foi a de que ‘as tecnologias digitais – em um processo que se evidencia, sobretudo a partir do advento da Internet na década de 1990 – são meios e ambientes ao mesmo tempo – meio-ambientes - capazes de influenciar e viabilizar efetivamente o florescimento de processos de design como emergência em um pensamento arquitetônico pronto a compreender e a incorporar a complexidade’.

Com a intenção de confrontar essa hipótese, o objetivo geral do trabalho foi o de ampliar a compreensão acerca das interfaces entre complexidade e processos de design em arquitetura, comportando o objetivo teórico específico de compreender a abrangência da mudança colocada pela complexidade, seu histórico, suas conexões com outras teorias, e seus princípios fundamentais, obtendo subsídios para a definição de critérios para seleção e análise de exemplos. O objetivo empírico consistiu na seleção e análise, a partir de critérios pré-estabelecidos dentro de uma estratégia metodológica, de exemplos em arquitetura que sinalizassem interfaces entre complexidade e processos de design.

Tanto o vislumbre da possibilidade de acesso e disseminação de meios e tecnologias, nos anos 1960 e 1970, quanto à efetivação dessas possibilidades, nas décadas de 1990 e 2000, trouxeram à tona a necessidade de discutir e compreender os impactos de meios e tecnologias nas interações entre homem, meio ambiente, espaço e tempo, no âmbito da arquitetura – disciplina que poderia atuar na articulação dessas dimensões.

Nesse cenário, a complexidade apresenta-se como uma base conceitual, um método, para repensar relações, interconexões e interações – para compreender a organização nos sistemas naturais e artificiais - em sistemas artificiais capazes de dialogar com o orgânico via processos de feedback, capazes de simular processos auto-organizacionais. Sistemas artificiais que, interagindo com sistemas orgânicos, viabilizem simultaneamente uma ampliação das possibilidades e do caráter das interações entre os próprios sistemas, os sujeitos, e o ambiente.

Nesse contexto, a presente dissertação pode ser compreendida como um olhar *entre e através* a partir da complexidade. Um olhar que se desenvolve em três partes. A primeira, que estrutura o olhar dentro do próprio olhar, investigando o rizoma de um pensar complexo – da complexidade; uma segunda parte onde apresentamos emergências da complexidade em

arquitetura, focalizando os processos de design de arquitetos nas décadas de 1960 e 1970, e uma terceira parte focalizando os processos de design de arquitetos nas décadas de 1990 e 2000. Esses movimentos são as bases de articulação dos três capítulos que compõem a dissertação.

Utilizamos assim, um recorte do objeto empírico em dois momentos – décadas de 1960, 1970 e décadas de 1990 e 2000, distinguindo assim, dois momentos específicos. Um primeiro momento de incorporação de um pensar complexo em arquitetura nas décadas de 1960 e 1970, onde se pensava e propunha-se a arquitetura para uma época em que não se dispunha efetivamente da tecnologia – nas palavras de John Frazer, tempos de "computar sem computadores" – '*Computing without computers*'⁴.

Um segundo momento, em que se articula um movimento de resgate das idéias dos pioneiros das décadas de 1960 e 1970, onde a incorporação de um pensar complexo em arquitetura emerge em diálogo efetivo com tecnologias digitais efetivamente disponíveis e incorporadas ao cotidiano. Nesse segundo momento, merece destaque o ano de 1994, que inaugura a possibilidade de trabalho em rede em nível global com o acesso à Internet. Em paralelo, a partir dos primeiros anos da década, ocorre uma aceleração no desenvolvimento e disponibilização no mercado de *hardware* com cada vez maior capacidade de armazenamento e processamento de dados, e *software* com capacidade de suporte aos mais variados processos.

Como mainframe que simultaneamente estrutura e orienta a busca a que nos propomos nessa dissertação, a estratégia metodológica objetiva a construção de um 'olhar a partir da complexidade' para os processos de design em arquitetura, passando por algumas instâncias principais que se articulam dinamicamente definidas com base nos objetivos propostos. Esse olhar se estrutura no sentido de compreender quais os pensamentos arquitetônicos e as bases teórico-conceituais desses pensamentos que apresentam conexões com a complexidade, e que norteiam os processos de design; Quais os meios e tecnologias incorporados aos processos; Como a arquitetura produzida expressa os conceitos, o pensamento que a estrutura; Como interagem como vistas à produção da arquitetura e como interagem *na* arquitetura enquanto objeto-sistema, em um processo organizacional, sujeitos, objetos, ambiente; Como a arquitetura pode ser compreendida e concebida como um sistema complexo.

Procurando contemplar essas questões, a dissertação se estrutura em três capítulos: O capítulo 01, *Complexidade um modo de pensar*, onde procuramos mapear algumas entradas capazes de fornecer o devido suporte para tratar a questão da complexidade em arquitetura nos capítulos posteriores, conduzindo o leitor em um movimento em direção ao *complexo*. A abordagem se estrutura em três partes: 1. A contextualização da abordagem, a partir de um breve histórico das mudanças por que passou a sociedade da mecanização à informatização; 2. A emergência de um pensar complexo a partir da cibernética, da teoria da

⁴ FRAZER, J. Computing without computers. *Architectural Design: The 1970s is Here and Now*, Guest-edited by Samantha Hardingham, London: Wiley-Academy, v. 75, n. 2, march/april, 2005, p. 34-43.

informação e comunicação, da teoria geral dos sistemas; 3. A epistemologia da complexidade, onde são apresentados conceitos que orientam um pensar complexo.

O capítulo 02, *Arquitetura e Complexidade_ 1960+1970*, que trata de uma mudança no pensamento arquitetônico que emerge nas décadas de 1960 e 1970 como alternativa aos ideais do Movimento Moderno, relacionando arquitetura e complexidade, com reflexos nos processos de design. A abordagem se estrutura em duas partes: 1. Contextualização, onde é traçado um panorama das décadas de 1960 e 1970 focalizando discussões em teoria e prática da arquitetura e as interfaces com a complexidade e as tecnologias de informação e comunicação; 2. Apresentação dos principais expoentes de uma vanguarda que compartilhava ideologia e aspirações, se influenciando mutuamente, dando destaque às abordagens de Yona Friedman (França) e Cedric Price (Inglaterra) como exemplos da emergência de um pensar complexo em arquitetura.

O Capítulo 03, *Arquitetura e Complexidade_ 1990+2000*, que trata dos processos contemporâneos de design relacionando arquitetura e complexidade. A partir de uma análise crítica dos processos, procuramos mapear experiências que sinalizam uma abordagem complexista em arquitetura, abrangendo o percurso em direção aos anos 2000+, onde a impossibilidade de excluir o observador da observação se tornou sensível. O capítulo se estrutura em duas partes: 1. contextualização, onde é traçado um panorama das décadas de 1990 e 2000 focalizando discussões que relacionam tecnologias computacionais e cultura digital; a emergência da complexidade em arquitetura nas décadas de 1990 e 2000 e o concomitante resgate de idéias colocadas pela vanguarda dos anos 1960 e 1970; 2. Apresentação de exemplos onde se evidencia um pensamento complexo em arquitetura com considerações sobre pensamento e processos, e a importância das tecnologias computacionais nesse contexto.

Em todos os capítulos que compõem a dissertação, a motivação foi a busca de entradas para criar, de conexões para aprender a conectar. Um esforço que, certamente, não levou a um ponto de chegada, mas a infinitos novos pontos de partida. Convidamos a compartilhar essa busca, para partir em novas buscas. Convidamos a ser e estar *entre e através*.

01

A questão da complexidade se espalha em várias frentes, ecoando atualmente em todas as áreas do conhecimento produzido pelo pensamento humano, em um processo onde os conhecimentos das diversas disciplinas, cada vez mais, combinam-se, misturam-se. Qual o contexto histórico, quais os protagonistas desse contínuo processo de transformação do conhecimento que se articula a partir de interações dinâmicas entre sujeitos, entre sujeitos, objetos e ambiente? Esta é a tarefa a que nos propomos no presente capítulo: entender a abrangência das transformações trazidas pela complexidade para, enfim, observar seu diálogo com modos de pensar os processos de design de um objeto(sistema) eminentemente complexo - a *arquitetura*. Com esse objetivo, procuramos mapear algumas entradas capazes de fornecer o devido suporte para tratar a questão da complexidade em arquitetura nos capítulos posteriores, conduzindo o leitor em um movimento em direção à complexidade.

complexidade_ um modo de pensar

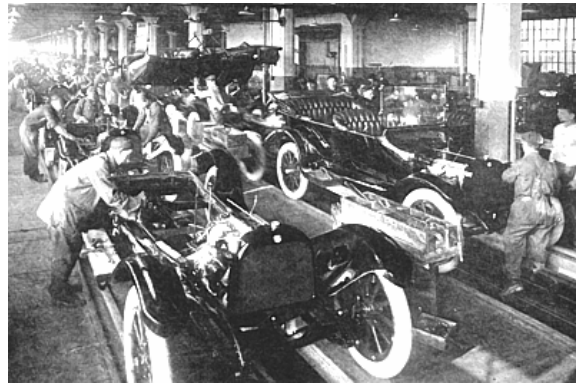
1.1_ Da mecanização à informatização da sociedade, um breve histórico

“A reestruturação da associação e do trabalho humanos foi moldada pela técnica de fragmentação, que constitui a essência da tecnologia da máquina. O oposto é que constitui a essência da tecnologia da automação. Ela é integral e descentralizadora, em profundidade, assim como a máquina era fragmentária, centralizadora e superficial na estruturação das relações humanas.”
[McLUHAN, 1964, p. 21-22]

Com a revolução industrial, a partir do final do século XVIII, a sociedade ocidental experimenta uma sucessão extraordinária de transformações que teve desdobramentos mundiais, das quais o progresso técnico foi elemento chave. A combinação da racionalização dos métodos de trabalho e a standardização da produção em substituição ao artesanato preexistente, estimularam na sociedade industrial, anseios por novos modos de vida. Os impactos desse processo que começou a mais de dois séculos com a introdução da *máquina a vapor*⁵, vêm trazendo desde o início, a tecnologia e seus

⁵ A invenção mais notável do começo da Revolução Industrial foi obra do operário inglês James Watt. James Watt não criou a **máquina a vapor**. Ele a aprimorou. Em 1765, ele criou a primeira máquina a vapor realmente eficaz. A ideia básica era colocar o carvão em brasa pra aquecer a água até que ela produzisse muito vapor. A máquina girava por causa da expansão e da contração do vapor posto dentro de um cilindro de metal. As máquinas a vapor tinham muitas utilidades. Retiravam a água que inundava as minas subterrâneas de ferro e carvão. Movimentavam os teares mecânicos, que produziam tecidos de algodão. Com isso, a Inglaterra se tornou a maior exportadora mundial de tecidos. Nas primeiras décadas do século XIX, as máquinas a vapor equiparam navios e locomotivas. A Inglaterra, a França, a Alemanha e os EUA instalaram milhares de quilômetros de ferrovias e desenvolveram espetacularmente as indústrias de ferro e de máquinas. WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Revolu%C3%A7%C3%A3o_industrial>. Acesso em: 15 jul. 2006.

desdobramentos à praticamente todos os aspectos da vida cotidiana – como vivemos e trabalhamos, como nos divertimos e comunicamos.



001 | 1_ Fábrica de automóveis, 1928: Produção em série. Extremo final da plataforma onde se fazia a montagem progressiva⁶.

Já no século XX, os desenvolvimentos técnico-científicos que se evidenciaram, sobretudo no período posterior à Segunda Guerra Mundial⁷, fizeram com que as máquinas passassem dos primeiros autômatos que funcionavam em base estritamente de mecanismos de relógio a máquinas automáticas com receptores para mensagens externas. Essa revolução teve impactos profundos em todas as esferas da vida humana, desencadeando transformações que vieram a eclodir com mais força, a partir

⁶ Na figura podemos ver os operários dando os últimos retoques em um modelo *Dodge*. Na plataforma da direita se vê um carro finalizado, pronto para ser utilizado. No extremo inicial da extensa plataforma móvel, a unidade correspondente ao eixo frontal e a correspondente ao eixo traseiro se acoplam formando uma armadura única, e essa combinação começava a caminhar com a plataforma que podia chegar a mais de 180 metros longitudinais e se mover a uma razão de dois metros por minuto. Como haviam muitos bastidores dispostos ao longo da plataforma e se movendo com esta, podiam-se montar simultaneamente cerca de 300 veículos em cada plataforma de uma instalação Ford, em uma jornada de oito horas. In: SAPIENSMAN. **Fábrica de automóveis, 1928**. Disponível em: <http://www.sapiensman.com/old_cars/autos_viejos_1.htm>. Acesso em: 01 mai. 2006.

⁷ Segunda Guerra Mundial: 1939-1945

dos anos 1960. Nicolau Sevcenko⁸, em seu livro 'A corrida para o século XXI – no loop da montanha russa', de 2001, afirma que,

“O que distinguiu particularmente o século XX, em comparação com qualquer outro período precedente, foi uma tendência contínua e acelerada de mudança tecnológica, com efeitos multiplicativos e revolucionários sobre praticamente todos os campos da experiência humana e em todos os âmbitos da vida no planeta. Esse surto de transformações constantes pode ser dividido em dois períodos básicos, intercalados pela irrupção e transcurso da Segunda Guerra Mundial. Na primeira dessas fases, prevaleceu um padrão industrial que representava o desdobramento das características introduzidas pela Revolução Científico-Tecnológica de fins do século XIX, [...]. A segunda fase, iniciada após a guerra, foi marcada pela intensificação das mudanças – imprimindo à base tecnológica um impacto revelado, sobretudo pelo crescimento dos setores de serviços, comunicações e informações [...]” [SEVCENKO, 2002, p. 23-24]

Assim, no período posterior à Segunda Guerra Mundial, a grande revolução foi protagonizada pelas tecnologias computacionais. Em finais da década de 1940, Norbert Wiener⁹, na época

professor de Matemática do MIT - *Massachusetts Institute of Technology*, discute os impactos sociais das possibilidades de transmissão de mensagens e controle à distância, ou seja, a possibilidade de o indivíduo, enquanto informação, estar virtualmente existindo e atuando para além dos limites do corpo físico, através dos meios de comunicação. No capítulo 'A organização como mensagem', de 'Cibernética e Sociedade', originalmente publicado em 1950, Wiener tece um raciocínio baseado na metáfora em que *o organismo é visto como mensagem*. Apresenta possibilidades como a de fazer viajar uma pessoa, enquanto informação, por telégrafo, dando o exemplo da possibilidade de *um arquiteto na Europa coordenar uma obra nos Estados Unidos*¹⁰. Wiener conclui o exemplo com a seguinte colocação,

“Referi tais coisas não porquê deseje escrever uma história de ficção científica acerca da possibilidade de telegrafar um homem, mas porquê esta pode ajudar-nos a entender que a idéia fundamental da comunicação é a transmissão de mensagens, e que a transmissão corpórea de matéria e de mensagens é apenas uma das maneiras concebíveis de atingir esse fim.” [WIENER, 1954, p. 103]

⁸ Nicolau Sevcenko, nasceu em São Vicente, São Paulo em 1952, é ex-professor da PUC-SP e da UNICAMP, atualmente ensina história da cultura na USP. Tem atuado como professor visitante na Universidade de Londres, e nas universidades de Georgetown e Illinois, Estados Unidos. É membro do *Centre for Latin American Cultural Studies* do King's College da Universidade de Londres, e um dos editores do *The Journal of Latin American Cultural Studies*, publicado em Cambridge. In: SEVCENKO, N. **A corrida para o século XXI: No loop da montanha russa**. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.

⁹ Norbert Wiener (1894-1963), nasceu nos Estados Unidos, em 1894 e faleceu em Estocolmo, em 1963. Criador do termo "cibernética", consagrou sua vida à pesquisa e ao ensino da

matemática e disciplinas conexas. Foi professor de Matemática do *Massachusetts Institute of Technology* [M.I.T].

¹⁰ “Para compreender a importância maior do transporte de informação comparativamente ao mero transporte físico, suponhamos um arquiteto na Europa superintendendo a construção de um edifício nos Estados Unidos. [...] em tais condições, mesmo sem transmitir ou receber quaisquer utilidades materiais, o arquiteto pode desempenhar papel ativo na construção do edifício. [...] Em resumo, a transmissão corporal do arquiteto e seus documentos pode ser substituída, de maneira muito eficaz, pela transmissão de comunicações por mensagem, que não acarreta a movimentação de uma só partícula de matéria de uma extremidade da linha a outra.” [WIENER, 1954, p.96-97].

As reflexões que emergiram em campos de investigação e produção de conhecimento como as nascentes cibernética, teoria geral dos sistemas e teoria matemática da informação, nos anos 1940 e 1950, forneceram as bases para refletir acerca dos desdobramentos das tecnologias de informação e comunicação. Essas tecnologias e seus desdobramentos engajaram transformações que afetaram a forma como as pessoas interagem entre si e com o ambiente, e em um sentido mais amplo, a percepção espaço-temporal. Segundo Pierre Lévy¹¹,

“Os primeiros computadores (calculadoras programáveis capazes de armazenar os programas) surgiram na Inglaterra e nos Estados Unidos em 1945. Por muito tempo reservados aos militares para cálculos científicos, seu uso civil disseminou-se durante os anos 60. Já nessa época era previsível que o desempenho do hardware aumentaria constantemente. Mas que haveria um movimento geral de virtualização de informação e da comunicação, afetando profundamente os dados elementares da vida social, ninguém, com a exceção de alguns visionários, poderia prever naquele momento.” [LÉVY, 1999, p. 31]

Em finais da década de 1960, a sociedade industrial conheceu uma nova fase. Os reflexos das várias crises energéticas, e, sobretudo, os conflitos

sociais e as inquietudes acerca das condições de vida, marcam um momento de forte questionamento do modelo dominante e de seus valores constituídos.



002 | 1_ **Esquerda:** Manifestação contra a guerra do Vietnã em frente ao obelisco monumental em Washington, em 1971. **Direita:** Quando os universitários de Paris saíram às ruas no começo de maio de 1968, protestavam contra a política obscena que promovia a Guerra do Vietnã e as disparidades sociais. Manifestavam ainda seu descontentamento com o ultrapassado sistema de ensino e as más condições das universidades.

As conseqüências se estenderam em direção a uma ampla reorientação do sistema de produção frente a novas necessidades, viabilizada pelo desenvolvimento de tecnologias compatíveis. Essas transformações foram também impulsionadas pela força de uma juventude que defendia valores sensoriais, sensuais e espirituais. O mercado se apropriou de imagens e *slogans* que refletiam valores proclamados pela juventude como estratégia para vender novos modos de vida através de seus produtos. Como coloca Sevcenko,

“A rebelião juvenil dos anos 60 – catalisada pela resistência obstinada à intervenção norte-americana no Vietnã

¹¹ **Pierre Lévy**, nasceu em 1956, é Filósofo e Professor do Departamento de Hiperâmídia da Universidade de Paris VIII. É também professor da Universidade de Ottawa, Canadá, e pensador dos movimentos da tecnociência na atualidade. Tem formação em História das Ciências, Sociologia e Filosofia com uma experiência técnica na realização de sistemas de informação inteligentes, participou dos trabalhos da missão para a “Universidade da França” sob a responsabilidade de Michel Serres.. In: LÉVY, P., **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999. (Coleção TRANS)

e pelo repúdio à repressão da Primavera de Praga pelas tropas soviéticas – abriu um campo de representação cultural autônomo, desvinculado da polarização da Guerra Fria. [...] as ditaduras da moda, do estilo e do consumo, todas baseadas numa multiplicidade crescente e opressiva de opções, substituiriam a lógica dual da Guerra Fria, cujo ato final, assinalado sintomaticamente por um carnaval de imagens, se deu com a queda do muro de Berlim em 1989.”¹² [SEVCENKO, 2002, p. 85-88]



003 | 1_ Queda do Muro de Berlim 1989. Berlim, 13 de agosto de 1961. Em questão de horas, uma barreira passou a dividir os setores leste e oeste da cidade. Nascia o que ficou conhecido como Muro de Berlim. Considerado um dos maiores símbolos da Guerra Fria, o muro deixou de existir em 8 de novembro de 1989. A demolição do muro continuou por muitos meses, e até hoje há partes dele que permanecem de pé.

Em finais dos anos 1970, o panorama que se configura é o do desenvolvimento exponencial das tecnologias computacionais. Segundo Pierre Lévy,

“A virada fundamental data, talvez, dos anos 70. O desenvolvimento e a

comercialização do microprocessador (unidade de cálculo aritmético e lógico localizada em um pequeno chip eletrônico) dispararam diversos processos econômicos e sociais de grande amplitude. Eles abriram uma nova fase na automação da produção industrial: robótica, linhas de produção flexíveis, máquinas industriais com controles digitais, etc.” [LÉVY, 1999, p.31]

Nos anos 1970, desenvolvimentos científicos e tecnológicos que por muitos anos serviram aos cálculos científicos, às estratégias dos Estados e ao gerenciamento de grandes empresas, viriam, como mostra Lévy, a ser apropriados por um movimento nascido na Califórnia, Estados Unidos, “[...] na efervescência da contracultura”. Esse movimento “[...] apossou-se das novas possibilidades técnicas e inventou o computador pessoal.” [LÉVY, 1999, p.31]. Nos anos 1980, a informática começa a se fundir com as telecomunicações e já se vislumbrava o fato de que os microprocessadores e as memórias digitais tenderiam a tornar-se a infra-estrutura da comunicação mediada. É nesse contexto que, como mostra Lévy,

“Novas formas de mensagens ‘interativas’ apareceram: este decênio viu a invasão dos videogames, o triunfo da informática ‘amigável’ (interfaces gráficas e interações sensorio-motoras) e o surgimento dos hiperdocumentos (hipertextos, CD-ROM).” [LÉVY, 1999, p.32]

Na década de 1990, as redes de computadores que se formaram desde finais da década de 1970 se

¹² Ibid., p. 85-88.

interconectaram e uma rede mundial iniciou um crescimento exponencial – o ano de 1994 marca a possibilidade de acesso internacional à Internet – a rede mundial de computadores. Assim, as tecnologias digitais se articulam como “[...] a infra-estrutura do ciberespaço, novo espaço de comunicação da sociedade, de organização e transação, mas também novo mercado da informação e do conhecimento.” [LÉVY, 1999, p.32].

No contexto dessas transformações aceleradas por que passou a sociedade industrial no século XX, a grande transformação impulsionada pelas pesquisas em cibernética, teoria dos sistemas e teoria da informação na década de 1940, que viria a possibilitar, trinta anos mais tarde, o desenvolvimento dos computadores pessoais, e na década de 1990, a comunicação via Internet, não reside na ‘técnica’ em si. A grande transformação se imprime, sobretudo, no ‘modo de pensar’ – do centralismo à rede, do linear ao não-linear, do reducionismo à *complexidade*.

1.2_ Em direção à complexidade

Foram os próprios desenvolvimentos científicos do século XX que acabaram por produzir uma revolução no pensamento científico, mostrando que a ciência não resume em si a verdade absoluta, a certeza, estando o universo submetido a flutuações e perturbações. Segundo Edgar Morin,

“O princípio de simplificação, que animou as ciências naturais, conduziu às mais admiráveis descobertas, mas são as mesmas descobertas que, finalmente, hoje arruinam a nossa visão simplificadora.” [MORIN, 1982. p. 34]

Na primeira metade do século XX, uma ocorrência histórica assinala o começo de uma preocupação em questionar as ambições de um pensamento científico reducionista: o conceito de ‘holismo’¹³, como proposto por Jan Smuts¹⁴ em 1926. O holismo procura a explicação para os fenômenos ao nível da totalidade, e se opõe ao reducionismo, que procura a explicação ao nível dos elementos base. Seguindo essa tendência de questionar o pensamento científico reducionista, a década de 1940 aparece como momento chave na emergência de um *modo de pensar* em ciência que privilegia a incerteza e a contradição, um modo de *pensar complexo*.

O grande foco da emergência desse modo de pensar foi nos Estados Unidos, onde interagiram pesquisadores de diversos centros que compartilhavam

¹³ **Holismo** [Dicionário Houaiss]: s. m. Abordagem, no campo das ciências humanas e naturais, que prioriza o entendimento integral dos fenômenos, em oposição ao procedimento analítico em que seus componentes são tomados isoladamente [Por ex., a abordagem sociológica que parte da sociedade global e não do indivíduo.] Etimologia: elemento de composição antepositivo, do gr. *hólos, é, on* ‘total, completo, inteiro’; ocorre já em vocábulos formados no próprio gr., como *holocausto* (*holókauston*) e *holocnemo* (*holóknémos*), já em vários outros cultismos do séc. XIX em diante, como *holicismo*, *holista*, *holoblástico*, *holocaína*, *holocéfalo*, *holodisco*, *holófago*, *holoftalmo*, *holofonia*, *holofote*, *holografia*, *holopatia*, entre quase duas centenas de derivações e composições com este antepositivo.

¹⁴ **Jan Christian Smuts** (1870-1950), pensador e estadista sul-americano, criou o termo “holística” em 1926, no livro “*Holism and Evolution*”, onde busca explicar a força que originou todo o Universo e Cosmos e a relação com as suas partes. O termo “Holismo” vem do termo grego “*holos*”, significando “o todo”. Disponível em: <<http://www.holos.com.br/holos/artigos/holistica.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2005.

interesses em áreas de pesquisa afins. Norbert Wiener, que participara anteriormente suas idéias a colegas como o Dr. Von Neuman, do *Institute for Advanced Study* e ao Dr. Goldstine, que integrou os projetos dos computadores ENIAC¹⁵ e EDVAC¹⁶, relata a decisão de efetuar uma reunião de todos os interessados em pesquisas relacionadas à *teoria da comunicação e controle*, que teve lugar em Princeton, no inverno de 1943-1944. Esse encontro foi o germe de uma relação que podemos chamar de fertilização mútua entre pesquisas em andamento em diversos campos disciplinares. Segundo Norbert Wiener,

“Ao fim do conclave, todos estavam convictos de que havia uma base substancial comum de idéias entre os pesquisadores de diferentes domínios, de que as pessoas em cada grupo já podiam empregar noções que haviam sido mais bem desenvolvidas pelos outros, e de que era preciso algum esforço a fim de chegar a um vocabulário comum.” [WIENER, 1970, p.40-41]

Nesse momento, de fertilização cruzada entre ciências e tecnologias, foram dados os primeiros passos em direção à complexidade. Propostas que germinaram num momento em que o mundo era sacudido pelos impactos da Segunda Guerra Mundial, atingiram as bases de um pensamento científico reducionista consolidadas durante séculos. Edward Ploman, vice-reitor da *United Nations University* em Tóquio, considera o ano de 1947 como um ano chave nesse processo. Segundo Ploman,

“Numa perspectiva histórica, algumas análises concordam que existe uma longa tradição no pensamento científico ocidental envolvidas com a exploração dos sistemas complexos. Contudo, em termos de desenvolvimentos recentes e imediatamente mais relevantes, o conceito de complexidade parece ter sido usado pela primeira vez na literatura científica formal em 1947, por Warren Weaver em um famoso artigo intitulado “Ciência e Complexidade”. (American Scientist).”¹⁷ [PLOMAN, 1985, P.13, tradução nossa]

Warren Weaver¹⁸ trabalhou desde 1932 na Divisão de Ciências Naturais da

¹⁵ **ENIAC** (Eletronical Numerical Integrator And Computer ou Computador e Integrador Numérico Eletrônico) foi o primeiro computador eletrônico. Ele foi projetado para fazer cálculos balísticos durante a Segunda Guerra Mundial, mas só se tornou operacional depois do final da guerra. Ele não tinha sistema operacional e seu funcionamento era parecido com uma calculadora simples de hoje. O ENIAC, assim como uma calculadora, tinha de ser operado manualmente. A calculadora efetua os cálculos a partir das teclas pressionadas, fazendo interação direta com o hardware, como no ENIAC, no qual era preciso conectar fios, relés e seqüências de chaves para que se determinasse a tarefa a ser executada. A cada tarefa diferente o processo deveria ser refeito. A resposta era dada por uma seqüência de lâmpadas. WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **ENIAC**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/ENIAC>. Acesso em: 25 mar. 2006.

¹⁶ **EDVAC** (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) foi um dos primeiros computadores eletrônicos e, diferentemente do ENIAC, era binary em lugar de decimal. WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **ENIAC**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/ENIAC>. Acesso em: 25 mar. 2006.

¹⁷ **Do original em inglês:** “In a historical perspective, some analysts maintain that there is a long tradition in Western scientific thought concerned with the exploration of complex systems. However, in terms of recent and more immediately relevant developments, the concept of complexity seems to have been used for the first time in formal scientific literature in 1947, by Warren Weaver in a famous article entitled “Science and Complexity” (American Scientist).” [PLOMAN, 1985, P.13]

¹⁸ **Warren Weaver** [1894–1978], cientista norte-americano, nasceu em Reedsburg, Wisconsin, tendo se graduado pela University of Wisconsin. Ensinou matemática em Wisconsin de 1920 a 1932; foi diretor da ‘Division of Natural Sciences’ no Rockefeller Institute de 1932 a 1955; foi ainda consultor científico (1947–51), fiduciário (1954), e vice-presidente, a partir de 1958, no Sloan-Kettering Institute for Cancer Research. As contribuições principais de Weaver referem-se aos problemas da comunicação em ciências e na teoria matemática da probabilidade. Foi um dos pioneiros da Teoria da Informação. Suas publicações incluem o prefácio ao trabalho seminal de Claude Shannon *The Mathematical Theory of Communication* (1949). In: THE COLUMBIA ELECTRONIC

Fundação Rockefeller, tendo, por ocasião de sua aposentadoria em 1950, elaborado um extenso relatório focalizando os desenvolvimentos científicos tecnológicos dos vinte e cinco anos que precederam sua aposentadoria. É esse relatório, baseado no artigo publicado na revista *American Scientist* em 1947, citado por Ploman, que, segundo Steven Johnson¹⁹, “Em muitos aspectos, merece ser visto como o texto fundador da teoria da complexidade – o momento em que os estudos sobre sistemas complexos começaram a ser vistos como um campo unificado.” [JOHNSON, 2003, p.34]. Como relata Weaver, os desenvolvimentos que confluíram para a configuração da complexidade emergiram em princípios dos anos 1940. Segundo Johnson,

“Utilizando pesquisas em biologia molecular, genética, física, ciência da computação e a teoria da informação de Shannon, Weaver dividiu os últimos séculos de pesquisa científica em três campos. Primeiro o estudo dos sistemas simples: problemas com duas ou três variáveis, como a rotação dos planetas [...]. Segundo, problemas de ‘complexidade desorganizada’, caracterizados por milhões ou bilhões de variáveis que somente podem ser abordadas por métodos de mecânica estatística e teoria da probabilidade. [...] Mas havia uma terceira fase nesse avanço [...]” [JOHNSON, 2003, p.34]

O ‘método estatístico de lidar com a complexidade desorganizada’, como afirma o próprio Weaver, que consistia “[...] um progresso tão poderoso em relação aos primeiros métodos de duas variáveis, deixa um grande campo intocado.” [WEAVER apud JOHNSON, 2003, p.34]. Esse ‘grande campo intocado’ apontado por Weaver – *a terceira fase nesse avanço* –, se referia especificamente ao que definiu como problemas de ‘complexidade organizada’ [WEAVER apud JOHNSON, 2003, p.34]. Segundo o cientista, “Esses problemas, quando contrastados com situações desorganizadas das quais as estatísticas podem dar conta, mostram o aspecto essencial de organização.” [WEAVER apud JOHNSON, 2003, p.34]. Weaver continua suas colocações tentando exemplificar a ocorrência desse tipo específico de ‘problema’ no mundo dos fenômenos. Segundo o cientista,

“O que faz uma prímula noturna se abrir num dado momento? Por que a água salgada não mata a sede? ... Qual é a descrição do envelhecimento em termos bioquímicos? ... O que é um gene, e como a constituição genética original de um organismo vivo se expressa nas características desenvolvidas do adulto? Sem dúvida, todos são problemas complexos, mas não devido à complexidade desorganizada, para a qual métodos estatísticos têm a solução. São problemas que envolvem **a manipulação simultânea de um determinado número de fatores que se inter-relacionam, formando um todo orgânico.**” [WEAVER apud JOHNSON, 2003, p.35, grifo nosso]

ENCYCLOPEDIA. Warren Weaver. 6th ed. New York: Columbia University Press. (Copyright 2006). Disponível em: <<http://www.infoplease.com/ce6/people/A0851711.html>>. Acesso em: 01 mai. 2006.

¹⁹ Steven Johnson: editor e co-fundador da *Feed*, premiada revista cultural online, tendo se graduado em semiótica pela Brown University e em literatura inglesa pela Columbia University.

Para resolver esses problemas de 'complexidade organizada' era preciso desenvolver, como observa Johnson, "[...] uma máquina capaz de processar milhares, senão milhões, de cálculos por segundo." [JOHNSON, 2003, p.34]. Uma possibilidade que se vislumbrava e efetivamente se desenvolvia partindo, principalmente, de três grandes campos de pesquisa nascidos na década de 1940 - *Cibernética, Teoria Matemática da Comunicação e Teoria Geral dos Sistemas*. Campos esses que, desde então, interagiram mutuamente, fertilizando-se. Além dessas, uma outra grande contribuição, foram os trabalhos de Alan Turing²⁰, envolvendo a gênese da forma - o desenvolvimento biológico em termos matemáticos -, publicados em 1952 no artigo '*Morphogenesis*'. Como afirma Johnson, "[...] seu trabalho sobre morfogênese foi uma das primeiras tentativas sistemáticas de conceber o desenvolvimento como um problema de complexidade organizada." [JOHNSON, 2003, p.36].

Uma década mais tarde, a abordagem de Weaver que apontava, no seu relatório de 1950, o momento fundador no estudo de sistemas complexos, teria impactos

para além dos círculos científicos relacionados direta ou indiretamente à cibernética. É no início da década de 1960 que Jane Jacobs²¹ publica seu '*Death and Life of Great American Cities*' (1961) fazendo extensiva referência ao relatório de Weaver para a Fundação Rockefeller e ampliando a compreensão das cidades para além da soma de objetos e seres - habitantes, construções, automóveis. Jacobs propunha compreender a cidade como um organismo vivo - um sistema auto-organizado, um problema de 'complexidade organizada'.

Assim, as pesquisas desenvolvidas na década de 1940, e outros trabalhos inter-relacionados que se desenvolveram posteriormente, desencadearam uma profunda transformação no modo de pensar o mundo e seus sistemas. O próprio homem foi convidado a se compreender como parte interagente de sistemas sociais, econômicos, ecológicos, culturais, que caracteristicamente se auto-organizavam. Como parte interagente de um sistema complexo, via processos e sistemas de comunicação em todas as escalas. O significado da máquina e sua relação analógica com o organismo e o meio ambiente natural,

²⁰ **Alan Mathison Turing**, nasceu em Londres, em junho de 1912, tendo cometido suicídio aos 41 anos, em Junho de 1954. Matemático britânico desenvolveu trabalhos que contribuíram com o esforço Aliado na Segunda Guerra Mundial, projetando as equações e as máquinas que desvendaram o código do dispositivo alemão Enigma. Posteriormente, foi reconhecido como um grande nome na história da computação - seu grande interesse. Suas respostas iniciais vieram sob a forma teórica, relacionadas ao que se poderia fazer através da computação. Aos 24 anos de idade, consagrou-se com o projeto de uma máquina que, de acordo com um sistema formal, pudesse fazer operações computacionais - a Máquina de Turing -, mostrando como um simples sistema automático poderia manipular símbolos de um sistema de regras próprias. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Alan Turing**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing>. Acesso em: 22 mai. 2006.

²¹ **Jane Butzner Jacobs** (Scranton, 4 de maio de 1916 - Toronto, 25 de Abril de 2006) foi uma escritora e ativista política canadense nascida no Estados Unidos da América. Sua obra mais conhecida é *The Death and Life of Great American Cities* de (1961), na qual critica duramente as práticas de renovação do espaço público dos anos cinquenta nos Estados Unidos. Jacobs não tinha nenhuma formação acadêmica ou treinamento profissional no campo do urbanismo ou planejamento urbano. No entanto, utilizou suas próprias observações e reflexões para formular uma filosofia sobre a cidade. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Jane Jacobs**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Jane_Jacobs>. Acesso em: 05 mai. 2006.

foram fortemente impactados. Em lugar de relacionar o organismo à ditadura das máquinas inflexíveis, com propósito fixo, em um universo estático e linear, as máquinas compreendidas e concebidas como *sistemas*, e, por conseguinte, o universo, podiam almejar ser modelados a partir de princípios emergentes dos próprios processos orgânicos – não-linearidade, *feedback*, auto-organização.

1.2.1_ Cibernética

“Se o século XVII e o Início do XVIII constituem a era dos relógios, e o século XVIII e o XIX a era das máquinas a vapor, os tempos presentes são a era da comunicação e do controle.” [WIENER, 1970, p.67]

As idéias com que o matemático Norbert Wiener vinha trabalhando desde o fim da Segunda Guerra Mundial, que diziam respeito às muitas ramificações da teoria das mensagens, converteram-se, como ele mesmo afirma “[...] de algumas poucas idéias que compartilhava com os Drs. Claude Shannon e Warren Weaver, num campo oficial de pesquisa – a cibernética”²² [WIENER, 1954, p.16]. A tese de Wiener era a de que “[...] a sociedade só pode ser compreendida através de um estudo das mensagens e

²² “Decidimos designar o campo inteiro da teoria da comunicação e controle, seja na máquina ou no animal, com o nome de *Cibernética*, que formamos do grego *κυβερνητης* ou *timoneiro*. Ao escolher este termo, quisemos reconhecer que o primeiro trabalho significativo sobre mecanismos de realimentação foi um artigo sobre reguladores, publicado por Clerk Maxwell em 1868, e que *governor* [regulador] é derivado de uma corruptela latina de *κυβερνητης*. Desejávamos também referir ao fato de que os engenhos de pilotagem de um navio são na verdade uma das primeiras e mais bem desenvolvidas formas de mecanismos de realimentação. Embora o termo *cibernética* date tão somente do verão de 1947, julgamos conveniente usá-lo com respeito a épocas anteriores da evolução do campo.” [WIENER, 1970, p.36-37]

das facilidades de comunicação de que disponha” [WIENER, 1954, p.16]. Nesse contexto Wiener ressalta características das tecnologias de comunicação que as distinguem de outras tecnologias. Segundo Wiener,

“Há na tecnologia elétrica uma divisão conhecida na Alemanha como a divisão entre a técnica das correntes fortes e a técnica das correntes fracas, e que conhecemos como a distinção entre força motriz e tecnologia de comunicação. É tal divisão que separa a época que acabou de passar da que ora vivemos. De fato, a tecnologia de comunicação pode lidar com correntes de qualquer natureza e com o movimento de máquinas suficientemente potentes para fazer girar torres de canhão; o que a distingue da força motriz é que o seu interesse fundamental não é economia de energia, mas a reprodução precisa de um sinal.” [WIENER, 1970, p.67]

Profundamente envolvido com pesquisas relacionadas ao tema, Wiener se preocupava em estudar os limites da comunicação, acreditando que o processo de receber e utilizar informação constituía a parte essencial de nosso relacionamento com o meio em que estamos inseridos.

A revolução desencadeada pela cibernética, vem a público mais especificamente a 1948, quando Wiener publica o livro ‘Cibernética’²³. No livro posterior, ‘Cibernética e Sociedade’ (1950), no capítulo ‘Organização como

²³ “Escrevi um livro mais ou menos técnico, intitulado *Cibernética*, que foi publicado em 1948. Para atender a pedidos que me haviam sido feitos no sentido de tornar-lhes as idéias acessíveis ao público leigo, publiquei a primeira edição de *O uso Humano dos Seres Humanos* em 1950.” [WIENER, 1954, p.16]

Mensagem', o matemático discute a questão a partir dos mecanismos reguladores das relações de troca entre organismo vivo e ambiente – processos homeostáticos, ou de *feedback* negativo. Nas palavras de Wiener,

“Já vimos que certos organismos, como o do homem, tendem a manter durante algum tempo, e freqüentemente mesmo a aumentar, o nível de sua organização, como um enclave local no fluxo geral de crescente entropia, de caos e desintegração crescentes. [...]. O processo pelo qual nós, seres vivos, resistimos ao fluxo geral de corrupção e desintegração é conhecido por *homeostase*. [...] mecanismos de realimentação²⁴ negativa, de um tipo que podemos encontrar exemplificado em autômatos mecânicos.” [WIENER, 1954, p.94].

A introdução do conceito de realimentação ou *feedback* implicou um rompimento com a idéia de causalidade e a introdução da idéia de *loop* causal – um mecanismo regulador natural que torna o *sistema* autônomo. A introdução do conceito de *feedback* se coloca no contexto da compreensão da organização como mensagem – o cerne desse campo que se dedica ao estudo do *controle e comunicação no animal e na máquina*²⁵. Wiener continua sua explicação,

focalizando a importância dos mecanismos homeostáticos de realimentação na organização, considerando esta como mensagem:

“Podemos continuar a viver no meio ambiente muito especial que transportamos conosco somente até o momento em que começamos a desintegrar-nos mais rapidamente do que nos podemos reconstituir. [...] Não somos material que subsista, mas padrões que se perpetuam a si próprios. Um padrão é uma mensagem e pode ser transmitido como tal.” [WIENER, 1954, p.95].

Compreender a abordagem de Wiener quando trata de questões como o controle, ou o conceito de *feedback*, implica em compreender que a idéia fundamental da comunicação é a transmissão de mensagens. A questão do controle se coloca para Wiener especificamente em função da comunicação. Nos sistemas estudados pela cibernética a possibilidade de controle está vinculada a uma espécie de subsistema 'controlador', como mostra o ciberneticista Gordon Pask²⁶,

“Um CONTROLADOR é uma montagem natural ou construída que interage com seu ambiente para gerar uma estabilidade denominada a 'meta' ou 'objetivo' do sistema. [...] De fato, sempre que existe um sistema estável, então a princípio, podemos considerar um subsistema atuando como um controlador que mantém a estabilidade.

²⁴ *Feedback*

²⁵ “Ao dar a definição de Cibernética no livro original, coloquei na mesma classe comunicação e controle. Por que fiz isso? Quando me comunico com outra pessoa, transmito-lhe uma mensagem, e quando ela, por sua vez, se comunica comigo, replica com uma mensagem conexa, que contém informação que lhe é originariamente acessível, e não a mim. Quando comando as ações de outra pessoa, comunico-lhe uma mensagem, e embora tal mensagem esteja no modo imperativo, a técnica de comunicação não difere da de uma mensagem de fato. Ademais, para o meu comando ser eficaz, tenho de tomar conhecimento de quaisquer mensagens vindas de tal pessoa que me possam indicar ter sido a ordem entendida e obedecida.” [WIENER, 1954, p.16]

²⁶ **Gordon Pask** (1928-1996)_ Andrew Gordon Speedie-Pask, M.A., Ph.D., D.Sc., Sc. D., ciberneticista, foi professor do *Institute of Cybernetics* da *Brunel University*, e diretor de pesquisas da *System Research Ltd, Surrey*. Seus trabalhos demonstravam uma preocupação em discutir os impactos das tecnologias de informação e comunicação a partir da cibernética, em campos como a psicologia, inteligência artificial, ciência cognitiva e arquitetura.

Mais freqüentemente, entretanto, nos deparamos com controladores que foram deliberadamente construídos (termostatos, controladores de processo) e a divisão que separa esses dispositivos do ambiente é dada por sua construção.”²⁷ [PASK, 1961, p.49, tradução nossa]

Em um sistema, a partir da perspectiva da cibernética, a possibilidade de controle implica na garantia de que a informação contida na mensagem transmitida, e recebida, seja *o mais fiel possível* à contida na mensagem original, com vistas à realização do *objetivo* último do sistema.

Aparecem como atores no desenvolvimento dos estudos relativos à cibernética, pesquisadores das mais diversas disciplinas como o matemático e engenheiro químico húngaro John Von Neumann²⁸ de quem, dentre as maiores contribuições, destacam-se a teoria dos jogos²⁹ e desenvolvimentos relativos à

teoria quântica³⁰. Os trabalhos de Neumann contribuíram para o desenvolvimento da lógica da computação, como sua *Logical Theory of Automata*³¹, diretamente relacionada à teoria matemática da informação e comunicação, e que inclui a necessidade de atomizar os sistemas complexos em unidades de tratamento e memórias – os fluxos informativos. Questões significativas como a possibilidade de reprodução da máquina autômata, como sistema de informação auto-referente e clonável, aparecem em suas pesquisas. Neumann participou também na construção dos primeiros computadores, produzidos a partir do que ficou conhecido como a 'arquitetura Von Neumann'. Essa arquitetura distingue,

²⁷ **Do original em Inglês:** “A CONTROLLER is a natural or constructed assembly which interacts with its environment to bring about a particular stability called the ‘goal’ or ‘objective’. [...] Indeed, whenever there is a stable system, then, in principle, we can envisage a subsystem acting as the controller that maintains this stability. More often, though, we come across controllers that have been deliberately built (thermostats, process controllers) and the partitioning which separates these devices from the environment is given by their construction. ”

²⁸ **John von Neumann** (1903-1957) nasceu em Budapeste em 1903 onde, estudou no Instituto Luterano da capital húngara. Coursou matemática e químicas na Universidade de Budapeste e Berlin e Engenharia Química no Instituto Federal de tecnologia de Zurich. Se doutorou em 1926 pela Universidade de Budapeste, tendo iniciado sua experiência docente nas Universidade de Berlin e Hamburgo [1927-1930], antes de partir para os Estados Unidos. Onde lecionou por mais de um quarto de século na Princeton University, até as vésperas de sua morte prematura em 1957.

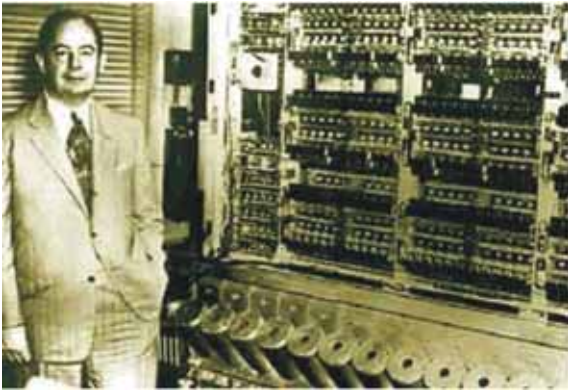
²⁹ **Teoria dos Jogos** é um ramo de matemática aplicada que estuda situações estratégicas onde os jogadores escolhem ações diferentes em uma tentativa de maximização de seus lucros. Primeiramente, foi desenvolvida como uma ferramenta por entender o comportamento econômico, sendo atualmente aplicada em campos acadêmicos diversos que vão da biologia e psicologia à sociologia e filosofia. Seu desenvolvimento tem início nos anos 1970, tendo sido aplicada ao comportamento animal, inclusive na

evolução das espécies através de seleção natural. Foi ainda utilizada em ciência política, ética e filosofia. Finalmente, a Teoria dos Jogos focalizou recentemente a atenção de cientistas da computação devido à aplicabilidade em inteligência artificial e cibernética. In: WIKIPÉDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Game Theory**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Game_theory>. Acesso em: 05 mai. 2006.

³⁰ A **Mecânica Quântica** é a parte da física que estuda o movimento das partículas muito pequenas. O conceito de partícula ‘muito pequena’, mesmo que de limites muito imprecisos, relaciona-se com as dimensões nas quais começam-se a notar efeitos como a impossibilidade de conhecer com *infinita acuidade* e *ao mesmo tempo* a posição e a velocidade de uma partícula (veja Princípio da incerteza de Heisenberg), entre outras. A ditos efeitos chama-se ‘efeitos quânticos’. Assim, a Mecânica Quântica é a que descreve o movimento de sistemas nos quais os efeitos quânticos são relevantes. Experimentos mostram que estes são relevantes em escalas de até 1000 átomos. Entretanto, existem situações onde mesmo em escalas macroscópicas, os efeitos quânticos se fazem sentir de forma manifestamente clara, como nos casos da supercondutividade e da superfluidez. A escala que regula em geral a manifestação dos efeitos quânticos é o raio de Bohr. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Mecânica Quântica** (Redirecionado de Teoria quântica). Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_quantica>. Acesso em: 05 mai. 2006.

³¹ A **Teoria de Autômatos** é um ramo da ciência da computação que estuda as Máquinas de Estados Finitos, através de suas representações matemáticas (autômatos, Máquina de Turing). Abaixo você irá encontrar uma breve referência sobre como autômatos, em geral, são construídos e como eles trabalham. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Teoria de Autômatos**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_de_Aut%C3%B4matos>. Acesso em: 05 mai. 2006.

por exemplo, as unidades de tratamento de informação das de memória. Neumann participou ainda, ativamente, no desenvolvimento dos projetos ENIAC e EDVAC, base dos computadores atuais.



004 | 1_ Von Neumann diante de uma das unidades de trabalho do ENIAC.

Dentre outros nomes envolvidos em pesquisas ligadas à cibernética, destacam-se ainda os do neurofisiologista Warren McCulloch³², os antropólogos Gregory Bateson³³ e

Margaret Mead³⁴, e outros, como Heinz von Foerster³⁵, um dos pioneiros da cibernética, conhecido por suas pesquisas em 'Sistemas Auto-Organizados', por contribuições ao desenvolvimento da 'teoria da informação', e pela proposição do 'Princípio da Ordem pelo Ruído'.

Foerster se preocupava em ampliar a compreensão da cibernética para além dos domínios matemáticos, mostrando que o campo poderia fornecer as bases para a compreensão das ações em sistemas complexos. Segundo Foerster,

"[...] a cibernética é precisamente a ciência que concebe uma teoria da ação que pode dar conta de sua própria operacionalidade; ela fornece também um fundamento matemático, epistemológico e filosófico para as ações nas quais o operador-observador

³² **Warren McCulloch** (1898-1969) neurofisiologista Americano, nasceu em Orange, New Jersey, tendo iniciado seus estudos superiores em Yale, onde recebeu o B.A. in Philosophy and Psychology (1921) e o M.A. in Psychology (1923). Recebeu ainda o M.D. do New York's College of Physicians and Surgeons em 1927. Seu primeiro cargo acadêmico de destaque foi em Yale, onde atuou primeiramente como Sterling Fellow e instrutor e, finalmente, como professor assistente (1935-1941). Transferiu-se em 1941 para a University of Illinois College of Medicine onde lecionou até 1948. Durante esse tempo foi co-autor com Walter Pitts, do que pode ser considerado seu mais famoso artigo: 'A Logical Calculus Immanent in Nervous Activity' (Bulletin of Mathematical Biophysics 5, 1943, p. 115-133). Transferiu-se posteriormente para o Electronics Research Laboratory no MIT em 1949, tendo falecido em Cambridge, Massachusetts, em 1969. In: CSULB. **Warren McCulloch**. Disponível em: http://www.csulb.edu/~cwallis/artificialn/warren_mcculloch.html. Acesso em: 27 abr. 2006.

³³ **Gregory Bateson** (1904-1980), filho do geneticista William Bateson, foi um reconhecido antropólogo, cientista social, linguista e ciberneticista Britânico (tendo se naturalizado cidadão Americano em 1956), cujo trabalho construiu conexões com muitos outros campos disciplinares. Entre algumas de suas mais notáveis contribuições estão os livros 'Steps to an Ecology of Mind' de 1972, 'Mind and Nature' de 1980, e 'Angels Fear' de 1988, (publicado postumamente numa co-autoria com sua filha Mary Catherine Bateson). Os elementos que interconectavam os trabalhos de Bateson eram sem dúvida seus interesses em Teoria dos Sistemas e Cibernética. In: WIKIPEDIA. **Gregory Bateson**.

Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Gregory_Bateson>. Acesso em: 27 abr. 2006.

³⁴ **Margaret Mead** (1901- 1978), antropóloga cultural Americana, nasceu na Philadelphia, Pennsylvania tendo se graduado pelo Barnard College em 1923 e recebido seu Ph.D. pela Columbia University em 1929 tendo, em 1925, viajado à Polynesia para fazer pesquisa de campo. Em 1926 Mead se filiou ao American Museum of Natural History da cidade de Nova York como curadora assistente, atuando eventualmente como curadora de etnologia de 1946 a 1969. Em paralelo, atuou na Columbia University como professora adjunta desde 1954. Seguindo a linha de sua orientadora Ruth Benedict, Mead concentrou suas pesquisas em questões relacionadas à educação infantil, à personalidade e à cultura. (Fonte: The Columbia Encyclopedia, Fifth Edition, 1993.). In: WIKIPEDIA. **Margaret Mead**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Margaret_Mead>. Acesso em: 27 abr. 2006.

³⁵ **Heinz von Foerster** (1911-2002), biofísico vienense estabelecido nos Estados Unidos, a partir de 1933, direcionou seus interesses ao Tratado de Ludwig Wittgenstein que constituiu uma das bases de seu interesse pelos problemas básicos de matemática e, conseqüentemente, pelos debate em torno de seus fundamentos. Seu interesse específico em cibernética levou à fundação do *Biological Computer Laboratory* (BCL) na *University of Illinois* in 1957, que veio a constituir, nas décadas seguintes, um centro de inovação em cibernética e ciências cognitivas. Muitos dos temas e problemas que emergiram na década de 1990 nas ciências cognitivas, foram antecipados pelos desenvolvimentos das primeiras décadas do BCL. Disponível em: <<http://www.univie.ac.at/hvfcongress03/download/HvF-Bio-engl.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2005.

está incluído no sistema, onde ele opera sobre sua própria observação!" [FOERSTER, 1993, p. 200]

A disseminação rápida de idéias como as de Wiener, Neuman, Foerster, Shannon, Weaver, entre muitos outros, desenvolvidas em uma época onde a construção das ditas 'máquinas de calcular' era considerada de extrema importância no contexto do pós-guerra, unia pesquisadores de diversas áreas e indicava a emergência de um modo diferente de compreender e se relacionar com sistemas orgânicos e artificiais. Ou ainda, transformava a noção do orgânico a partir de uma mudança na compreensão da *máquina* – a máquina 'computadora', a máquina de 'raciocinar', que se articula e funciona em função da transmissão de mensagens e do controle.

Wiener, em seu livro 'Cibernética', de 1948, aponta a influência da lógica matemática em seus trabalhos, destacando como referência histórica, a filosofia de Leibniz que, segundo Wiener, "[...] como seu predecessor Pascal, estava interessado na construção de máquinas de calcular em metal." [WIENER, 1970, p.67]. O matemático chama a atenção para o fato de que,

"A filosofia de Leibniz concentra-se em dois conceitos intimamente relacionados – o de um simbolismo universal e de um cálculo de raciocínio. Destes descendem a notação matemática e a lógica simbólica da atualidade. Pois bem, assim como o cálculo da aritmética presta-se a uma mecanização que vai do ábaco e da máquina de calcular de mesa às ultra-rápidas máquinas de computar de

nossos dias, do mesmo modo o *calculus ratiocinator* de Leibniz contém os germes da *machina ratiocinatrix*, a máquina de raciocinar". [WIENER, 1970, p.37].

Nos primeiros anos da Segunda Guerra Mundial e naqueles que a sucederam, marcados pela 'Guerra Fria', observa-se uma verdadeira efervescência intelectual envolvendo pesquisadores das mais diversas áreas, interessados em questões que envolviam tomadas de decisão e sistemas de controle, especialmente aqueles que se caracterizavam pela auto-regulação ou auto-organização, características intrínsecas aos sistemas vivos. O próprio Wiener relata as inter-relações entre os desenvolvimentos dos trabalhos de nomes como Claude Shannon, Alan Turing e Water Pitts. Pitts começou a trabalhar com W. McCulloch "[...] em problemas relativos à união de fibras nervosas por sinapses em sistemas com dadas propriedades globais [...]" [WIENER, 1970, p.38], utilizando princípios da lógica matemática. Segundo Wiener, nesses trabalhos de Pitts e McCulloch,

"Independentemente de Shannon, haviam usado a técnica da lógica matemática para a discussão do que eram, no fim de contas, problemas de comunicação. Acrescentaram elementos que não se salientavam no trabalho anterior de Shannon, embora certamente tivessem sido inspirados pelas idéias de Turing: o uso do tempo como parâmetro, a consideração de redes contendo ciclos, de sinápticos e outros retardadores." [WIENER, 1970, p.39]

Wiener foi o responsável por apresentar o matemático Water Pitts, à época já familiarizado com a lógica matemática e a neurofisiologia, aos desenvolvimentos alcançados por Claude Shannon, mostrando-lhe exemplos das, à época, modernas válvulas, e explicando que “[...] eram os meios ideais para realizar no metal os equivalentes de seus sistemas e circuitos neurônicos” [WIENER, 1970, p.39]. Wiener afirma que,

“Desde aquele tempo, tornou-se claro a nós que as máquinas de calcular ultra-rápidas, dependendo como dependem de dispositivos de comutação consecutivos, devem representar um modelo ideal dos problemas que surgem no sistema nervoso. O caráter tudo-ou-nada da descarga dos neurônios é precisamente análogo à escolha feita ao determinar em dígito na escala binária, que muitos de nós já encarava como a base mais satisfatória de um projeto de máquina computadora. A sinapse não é mais do que um mecanismo para determinar se uma certa combinação de saídas (*outputs*) de outros elementos selecionados atuará ou não como um estímulo adequado para a descarga do elemento seguinte, e deve ter seu análogo preciso na máquina de calcular. O problema de interpretar a natureza e as variedades de memória no animal tem seu paralelo no problema de construir memórias artificiais para a máquina.” [WIENER, 1970, p.39]

Para além de discussões que concernem, sobretudo à intenção de construir um equivalente artificial do orgânico na ‘*machina ratiocinatrix*’, a importância primordial da cibernética reside no fato de constituir um método capaz de auxiliar o estudo e o entendimento de sistemas considerados complexos - a

despeito do fato de serem orgânicos ou artificiais. Um método capaz de ser empregado e ajustado às necessidades das mais diversas áreas do conhecimento. Considerando desdobramentos futuros a partir dessa característica do campo de estudos como um todo, W. Ross Ashby³⁶ acreditava que a cibernética viria a “[...] revelar grande número de paralelismos interessantes e sugestivos entre a máquina, o cérebro e a sociedade[...]”, podendo mesmo “[...] prover uma linguagem comum através da qual descobertas em um ramo possam ser prontamente utilizadas em outros.” [ASHBY, 1970, p.5]. Para Ashby, a cibernética,

“[...] oferece um método para o tratamento científico do sistema em que a complexidade é saliente e demasiado importante para ser ignorada. Tais sistemas são, como bem sabemos, mais do que comuns no mundo biológico. [...] O córtex cerebral do organismo de vida livre, o formigueiro como uma sociedade em funcionamento e o sistema econômico humano eram salientes tanto na sua importância prática como na impossibilidade de serem tratados pelos métodos mais antigos. [...] A cibernética oferece a esperança de proporcionar métodos efetivos para o estudo, e controle, de sistemas intrinsecamente dos mais complexos.” [ASHBY, 1970, p.6-7]

³⁶ **William Ross Ashby** (06 de Setembro de 1903, Londres – 15 de Novembro de 1972) foi um psiquiatra inglês e um pioneiro no estudo de sistemas complexos. Desenvolveu trabalhos de grande influência em campos como a cibernética, a teoria dos sistemas e, mais recentemente, em sistemas complexos. Em 1946, Alan Turing escreveu a Ashby sugerindo que utilizasse seu ACE em experimentos em que tentava construir uma máquina especial – em 1948 Ashby construiu o Homeostato. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **William Ross Ashby**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/W._Ross_Ashby>. Acesso em: 05 mai. 2006.

No estudo de “[...] sistemas abertos à energia mas fechados à informação e ao controle – sistemas que são ‘impermeáveis à informação’ (information-tight)³⁷” [ASHBY, 1970, p. 4], um importante conceito da cibernética envolve todas as mudanças que podem ocorrer com o passar do tempo. Segundo Ashby,

“O conceito mais fundamental da cibernética é o de ‘diferença’, ou de duas coisas que são reconhecivelmente diferentes, ou que uma coisa mudou com o tempo. [...] Todas as mudanças que podem ocorrer com o tempo estão naturalmente incluídas, pois quando plantas crescem e planetas envelhecem e máquinas se movem está implícita alguma mudança de um estado para outro.” [ASHBY, 1970, p.11]

Considerar a ‘mudança’ com o passar do tempo para o estudo de sistemas complexos, implica em considerar, como propõe Ashby, que as mudanças sucedem em passos finitos no tempo e que qualquer diferença é também finita, em lugar de considerar que esta ocorre de modo contínuo, em passos infinitesimais – o que levantaria um sem-número de dificuldades puramente matemáticas.

Nesse contexto, Gordon Pask, ciberneticista britânico que na década de 1960 ajuda a promover um diálogo fértil com entre cibernética e arquitetura, definia assim o campo de interesses de sua área de estudos:

³⁷ O que implica que, no sistema, “[...] nenhuma informação, sinal ou fator determinante pode passar de uma parte a outra sem ser registrado como um evento significativo.” [ASHBY, 1970, p.4]

“O ciberneticista tem um campo de interesse bem especificado, entretanto gigantesco. Seu objeto de estudo é um sistema, construído, ou então extraído do meio natural, que exibe interação entre as partes, por meio do que uma controla a outra, descobertas pelo caráter natural das próprias partes. Ele manipula e modifica seu sistema utilizando técnicas matemáticas, mas, devido ao fato de a cibernética em termos práticos ser mais útilmente aplicada a sistemas muito grandes, ele pode construir artefatos mecânicos para modelá-los. Simplesmente porque os pormenores são irrelevantes, ele pode legitimamente examinar diversos conjuntos como genes em um cromossomo, os conteúdos de livros em uma biblioteca (com respeito ao armazenamento de informação), idéias no cérebro, máquinas de controle e computadoradas (com respeito ao processo de aprendizado).”³⁸ [PASK, 1961, p.17, tradução nossa]

No estudo dos sistemas como os citados por Pask – naturais ou artificiais, que se estruturam a partir de interações entre as partes –, uma importante moldura capaz de auxiliar estudo e compreensão, consiste na caracterização da capacidade de auto-organização desses sistemas. A auto-organização em um dado sistema relaciona-se à interdependência entre as interações

³⁸ **Do original em inglês:** “The cybernetician has a well specified, though gigantic, field of interest. His object of study is a system, either constructed, or so abstracted from a physical assembly, that it exhibits interaction between the parts, whereby one controls another, unclouded by the physical character of the parts themselves. He manipulates and modifies his systems using mathematical techniques, but, because in practical affairs cybernetics is most usefully applied to a very large system, he may build mechanical artifacts to model them. Simply because the particulars are irrelevant, he can legitimately examine such diverse assemblies as genes in a chromosome, the contents of books in a library (with respect to information storage), ideas in brain, government and computing machines (with respect to the learning process).”

entre as partes que o constituem e a emergência da organização no todo. No contexto da cibernética, como coloca Pask,

"[...] von Foerster propôs utilizar a Redundância de Shannon para esse propósito. Um sistema é 'auto-organizado' se a razão de mudança de sua redundância é positiva. [...] redundância é uma função de V^* e V_{max} (duas medidas de informação) onde V^* depende primordialmente de restrições desenvolvidas dentro do sistema especificado e da moldura de referência do observador."³⁹ [PASK, 1961, p.48, tradução nossa]

Segundo Pask, dizer que um sistema é auto-organizado implica em considerar como intrínseca a relação entre um observador e o sistema – que pode ser considerado auto-organizado em relação a um observador e não em relação a outro, ou mesmo, em relação a um objetivo e não a outro. Partindo de estudo realizado no departamento de von Foerster envolvendo a competição e cooperação entre sistemas evolutivos, o ciberneticista mostra que,

"Um híbrido evoluído é um sistema auto-organizado [...] em termos de sua relação com o observador, para um observador que deve mudar continuamente sua moldura de referência para fazer senso deste. Mas, nesse contexto, 'mudar nossa moldura de referência' significa apenas que nós realizamos diferentes

experimentos conceituais, tentando ponderar acerca de ações unitárias e assim por diante, em resumo, o que nós 'conversamos'. As regras de evolução e desenvolvimento são determinadas pela conectividade de um computador muito flexível, uma rede de conexões construída de modo que a forma de tecido que é produzida será irrelevante. Por outro lado, se olharmos para os sistemas auto-organizados no mundo real, sua evolução e desenvolvimento são determinadas pelo seu tecido e em virtude dele, 'mudar nossa moldura de referência' passa a significar fazer tipos de experiência de natureza diferente – freqüentemente incomparável."⁴⁰ [PASK, 1961, p.102-103, tradução nossa]

Assim, em um sistema auto-organizado, sob a perspectiva da cibernética, o operador-observador está incluído no sistema, e opera sobre sua própria observação.

É no contexto do amplo campo que envolve o estudo de sistemas complexos, que as noções desenvolvidas em pesquisas relacionadas direta ou indiretamente à Cibernética foram, como Wiener e seus contemporâneos esperavam, sendo empregadas e adaptadas a problemas nos mais diversos campos disciplinares.

³⁹ Do original em inglês: "[...] von Foerster proposes to use Shannon's Redundancy for this purpose. A system is 'self-organizing' if the rate of change of its redundancy is positive. [...] redundancy is a function of V^* and V_{max} (two information measures) of which V^* depends chiefly upon constraints developed within the specified system but V_{max} depends upon the specification and the observer's frame of reference."

⁴⁰ Do original em inglês: "An evolving hybrid is a self-organizing system [...] in terms of its relation to an observer, for an observer must continually change his reference frame to make sense of it. But, in this context, to 'change our reference frame' only means that we perform different conceptual experiments, try to make sense of unitary actions, sequences of actions and so on, in short, that we 'converse'. The rules of evolution and development are determined by the connectivity of an albeit very flexible computer, a network so constructed that the fabric form which it is made will be irrelevant. On the other hand, if we look at self-organizing systems in the real world, their evolution and development is determined by their fabric and because of this, 'changing our reference frame' comes to mean making physically different – often incomparable – kinds of experiment."

1.2.2_ Teoria Matemática da Informação e Comunicação

A *Teoria Matemática da Informação e Comunicação*, proposta por Claude Shannon⁴¹ em 1948, época em que estava vinculado aos Laboratórios Bell⁴², apresentava um universo em que coexistiam ordem (redundância) e desordem (ruído), e onde, do diálogo entre essas naturezas, derivava alguma coisa nova – a *informação* em si. Segundo teorizou Shannon,

“Uma fonte de informação produz uma mensagem a qual consiste de uma seqüência de escolhas, por exemplo, de letras de um texto impresso ou as palavras elementares ou sons da fala. Nesse caso, [...] a quantidade de informação produzida por segundo ou

por símbolo pode ser calculada.”⁴³
[SHANNON, 1993, p.191, tradução nossa]

Sob essa perspectiva, a informação se torna então instrumento organizador de um sistema complexo – uma *máquina cibernética*, por exemplo –, que envolve problemas de complexidade organizada.

Shannon teve, em 1940, a oportunidade de interagir com o cientista britânico Alan Turing. Os estudos que Turing vinha desenvolvendo nos primeiros anos da década de 1940, relativos a padrões matemáticos, culminaram com o projeto das equações e das máquinas que desvendaram o ‘indecifrável’ código alemão do dispositivo Enigma⁴⁴, constituindo uma importante contribuição para o esforço dos Aliados na Segunda Guerra Mundial⁴⁵. Segundo Steven Johnson,

⁴¹ **Claude Elwood Shannon** [1916-2001], nasceu em Petoskey, Michigan. Graduou-se em pela Michigan University em Engenharia Elétrica e Matemáticas. Sua tese de doutorado em matemáticas desenvolvida no MIT versava sobre a aplicação da álgebra ‘booleana’ na análise de dados [*An Algebra for Theoretical Genetics*]. Como pesquisador do MIT, participou do desenvolvimento dos primeiros computadores, juntamente com Vannevar Bush, cujo projeto, ‘Memex’ foi considerado um precursor da Internet. Seu principal trabalho aparece em 1948, quando apresenta sua Teoria Matemática da Informação e Comunicação, considerado por muitos, “a carta magna da era da informação” [A Mathematical Theory of Communication’, *Bell System Technical Journal*, Vol. 27, julho y octubre 1948, págs. 379-423 y 623-656]. Esse trabalho, revisto um ano mais tarde com a colaboração de Warren Weaver, deu origem ao famoso “*The Mathematical Theory of Communication*”, publicado pela Illinois University. Disponível em: <<http://www.infoamerica.org/teoria/shannon1.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2005.

⁴² Os **Bell Laboratories** (também conhecidos como Bell Labs e formalmente conhecido como AT&T Bell Laboratories e Bell Telephone Laboratories) foram o principal braço de pesquisas e desenvolvimentos do United States Bell System. No seu auge constituiu a primeira instalação dessa natureza, desenvolvendo uma vasta gama de tecnologias revolucionárias, que incluem o *transistor*, o *laser*, a *Teoria da Informação*, e o *sistema operacional UNIX*, tendo sido concedidos seis Prêmios Nobel a trabalhos desenvolvidos nos Bell Laboratories. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Bell Labs** (Redirected from Bell Laboratories). Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Bell_Laboratories>. Acesso em: 22 mai. 2006.

⁴³ **Do original em inglês:** “An information source produces a message which consists of a sequence of choices, for example, the letters of printed text or the elementary Word or sounds of speech. In these case, [...] the amount of information produced per second or per symbol can be calculated.” [SHANNON, 1993, p.191]

⁴⁴ **Enigma** é o nome por que é conhecida uma máquina electro-mecânica de encriptação com rotores, utilizada tanto para a encriptação como para a deciptação de mensagens secretas, usada em várias formas na Europa a partir dos anos 1920. A sua fama vem de ter sido adoptada pela maior parte das forças militares alemãs a partir de cerca de 1930. A facilidade de uso e a suposta indecifrabildade do código foram as principais razões para a sua popularidade. O código foi, no entanto, decifrado, e a informação contida nas mensagens que ele não protegeu é geralmente tida como responsável pelo fim da Segunda Guerra Mundial pelo menos um ano antes do que seria de prever. . In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Enigma**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_Enigma>. Acesso em: 05 mai. 2006.

⁴⁵ A **Segunda Guerra Mundial** (1939–1945) opôs os Aliados às Potências do Eixo, tendo sido o conflito que causou mais vítimas em toda a história da Humanidade. As principais potências aliadas eram a Grã-Bretanha, os Estados Unidos, a China, a França e a União Soviética – que compunham os Aliados –, e a Alemanha, a Itália e o Japão – que por sua vez perfaziam as forças do Eixo. Muitos outros países participaram na guerra, quer porque se juntaram a um dos lados, quer porque foram invadidos, ou por haverem participado de conflitos laterais. Em algumas nações (como a França e a Jugoslávia), a Segunda Guerra Mundial provocou confrontos internos entre partidários de lados

“A pesquisa de guerra de Turing tinha focalizado como detectar padrões ocultos dentro do aparente caos de um código, mas, enquanto morou em Manchester, sua mente gravitou para uma imagem reflexa do problema original de quebrar códigos: de que modo padrões complexos podiam surgir seguindo regras simples? Como uma semente sabe criar uma flor?” [JOHNSON, 2003, p. 31]

No já citado artigo publicado por Turing em 1952 – *Morphogenesis*⁴⁶ – o cientista se aprofunda nas questões que envolviam o surgimento de padrões complexos a partir de regras ou códigos simples. Foi quando esteve nos Estados Unidos, nos primeiros anos da Segunda Guerra, trabalhando nos Laboratórios Bell, que o cientista teve contato com as pesquisa desenvolvidas por Shannon. Segundo Johnson, “Shannon e Turing passaram muitas horas nos Laboratórios Bell, trocando idéias sobre um ‘cérebro eletrônico’ que poderia ser capaz de feitos humanos como o reconhecimento

distintos. O líder alemão Adolf Hitler, Führer do Terceiro Reich, pretendia criar uma “nova ordem” na Europa, baseada nos princípios nazistas da suposta superioridade alemã, na exclusão – eliminação física incluída – de algumas minorias étnicas e religiosas, como os judeus, os ciganos, deficientes físicos e até homossexuais; na supressão das liberdades e dos direitos individuais e na perseguição de ideologias liberais, socialistas e comunistas. Tanto a Itália como o Japão entraram na guerra para satisfazer os seus propósitos expansionistas. As nações democráticas (como a França, a Grã-Bretanha e os Estados Unidos da América) opuseram-se a estes desejos do Eixo. Estas nações, juntamente com a União Soviética, após a invasão desta pela Alemanha, constituíram a base do grupo dos Aliados. WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Segunda Guerra Mundial**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Segunda_Guerra_Mundial>. Acesso em: 05 mai. 2006.

⁴⁶ Segundo Steven Johnson [JOHNSON, 2003, p. 31], Alan Turing chega a discutir sobre os méritos do referido artigo com o químico belga visconde Ilya Prigogine (1917–2004), importante pesquisador que muito contribuiu durante sua carreira para o desenvolvimento das *ciências da complexidade*. Prigogine chega a receber o prêmio Nobel com um trabalho sobre termodinâmica do não-equilíbrio.

de padrões.” [JOHNSON, 2003, p. 33]. Cinco anos após essa oportunidade de interação com Turing, Shannon publica o ensaio, posteriormente lançado como livro, onde apresenta sua *Teoria Matemática da Informação e Comunicação*. Os trabalhos de Shannon, que chegou a ser aluno de Norbert Wiener, apresentam profundas conexões com os conceitos da cibernética. Segundo Shannon,

“A idéia básica da teoria da comunicação é que a informação pode ser tratada em grande medida, como uma quantidade física assim como massa ou energia.”⁴⁷ [SHANNON, 1993, p.190, tradução nossa]

A teoria da informação⁴⁸, que originalmente se referia à transmissão técnica de mensagens foi, desde sua proposição, recorrentemente considerada como uma contribuição de referência. Apesar de não ter sido anunciada como uma ciência nova, de caráter universal, seus desdobramentos em trabalhos de diversos pesquisadores, estimularam idéias, entre outros campos, em biologia, lingüística, teoria da probabilidade, psicologia, nas artes, ciência da computação, e sociologia. Como exemplo desses desdobramentos, o uso dos princípios referentes à quantidade de informação da teoria da informação pelo biólogo francês Henri Atlan, constitui uma aplicação das mais relevantes. O que transparece na pioneira descrição

⁴⁷ **Do original em inglês:** “A basic idea in communication theory is that information can be treated very much like a physical quantity such as mass or energy.” [SHANNON, 1993, p.190]

⁴⁸ **Teoria da Informação:** modo como é mais comumente referida a *Teoria Matemática da Informação e Comunicação* de Claude Shannon.

de conceitos fundamentais para a moderna descrição do ser vivo de Atlan, é a proposição de uma analogia entre complexidade e informação, levantando a questão da *complexidade pelo ruído*. Nas palavras de Atlan,

“Num sistema hierarquizado em diferentes níveis de generalidade, o princípio de complexidade pelo ruído exprime que um aumento da informação [complexidade] é observado quando da passagem de um nível inferior [mais elementar] para um nível mais geral [englobante]. Ora, também já vimos que, normalmente, essa passagem é acompanhada por uma redução da complexidade, já que não levamos em conta uma informação implícita que supostamente possuímos sobre a construção no nível englobante a partir do nível elementar [por exemplo, moléculas a partir de átomos]. Decorre daí que, se o que nos parece ser um ruído [em relação a esse conhecimento prévio] não destrói a organização, mas, ao contrário, permite que ela se desenvolva num estado novo e mais complexo, isso significa que, na verdade, o conhecimento implícito que supostamente possuíamos era imperfeito.”⁴⁹ [ATLAN, 1992, p.73]

Na visão de Atlan, a informação que o sistema teria a seu próprio respeito, que lhe permitiria funcionar e existir evoluindo é, mais que *informação* propriamente dita, a *significação da informação* transmitida pelas vias de comunicação que constituem o sistema. Nesse contexto, o *ruído* é *gerador de informação*. Nas palavras de Atlan, “[...] o princípio da complexidade através do

ruído, ou seja, a idéia de um ruído de efeitos positivos, é a maneira deturpada que temos de introduzir os efeitos do sentido, a significação, numa teoria quantitativa da organização.” [ATLAN, 1992, p.75]. No que concerne à referência primordial à teoria de Shannon, Atlan considera que é o fato de a informação poder ser medida por uma fórmula da qual o sentido está ausente, que faz com que o oposto da informação – o ruído –, possa ser gerador de informação.

Num caminho oposto ao trilhado por Atlan, o conceito de *autopoiese*⁵⁰, proposto no campo das ciências cognitivas pelos biólogos chilenos Humberto Maturana⁵¹ e Francisco Varela⁵², constitui uma tentativa de excluir o conceito de informação completamente, privilegiando, por outro lado, o conceito de *interação* e

⁵⁰ “Nossa proposta é que os seres vivos se caracterizam por – literalmente – produzirem de modo contínuo a si próprios, o que indicamos quando chamamos a organização que os define de organização autopoietica. [...] A característica mais peculiar de um sistema autopoietico é que ele se levanta por seus próprios cordões, e se constitui como diferente do meio por sua própria dinâmica, de tal maneira que ambas as coisas são inseparáveis.” [MATURANA; VARELA, 2004, P.53-54]

⁵¹ **Humberto Maturana**. Nasceu no Chile em 1928. Ph. D. em Biologia [Harvard, 1958]. Nasceu no Chile. Nasceu no Chile. Estudou Medicina [Universidade do Chile] e depois Biologia na Inglaterra e EUA. Como biólogo, seu interesse orienta para a compreensão do ser vivo e do funcionamento do sistema nervoso, e também para a extensão dessa compreensão ao âmbito social humano. É professor da Universidade do Chile. In: MATURANA, H; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Editora Palas Athena, 2004.

⁵² **Francisco Varela**. (nasceu em Santiago do Chile, em 7 de setembro de 1946 e faleceu em Paris, em 28 de maio de 2001) Ph.D. em Biologia, Harvard, 1970, depois de ter trabalhado nos EUA, mudou-se para a França, onde passou a ser diretor de pesquisas no CNRS - Centro Nacional de Pesquisas Científicas, no Laboratório de Neurociências Cognitivas do hospital Universitário da Salpêtrière, em Paris, além de professor da Escola Politécnica, também em Paris. In: MATURANA, H; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Editora Palas Athena, 2004.

⁴⁹ ATLAN, H. **Entre o cristal e fumaça: ensaio sobre a organização do ser vivo**. Tradução de Vera Ribeiro; revisão técnica de Henrique Lins de Barros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1992.

introduzindo o conceito de *auto-organização*. Segundo os pesquisadores,

“O reconhecimento de que aquilo que caracteriza os seres vivos é sua organização autopoietica, permite relacionar uma grande quantidade de dados empíricos a respeito do funcionamento celular e de sua bioquímica. A noção de autopoiese, portanto, não está em contradição com esse corpo de dados. Ao contrário, apóia-se neles e se propõe, explicitamente, a interpretar esses dados a partir de um ponto de vista específico, que destaca o fato de que os seres vivos são unidades autônomas.”⁵³ [MATURANA;VARELA, 2004, p.55]

Para os pesquisadores [MATURANA;VARELA, 2004, p.56], a compreensão do ser vivo a partir do conceito de *organização autopoietica* constitui a proposição de um sistema que, ao funcionar, gere toda a fenomenologia do próprio ser vivo. Assim, o mecanismo que faz dos seres vivos sistemas autônomos, na proposta dos biólogos, é a autopoiese. É no cerne do que os pesquisadores definem como *unidade autopoietica* – um sistema complexo –, que a interação desempenha um papel fundamental. Segundo Maturana e Varela, os componentes “[...] de uma unidade autopoietica deverão estar relacionados numa rede de contínuas interações.” [MATURANA;VARELA, 2004, p.52]

Através desses breves exemplos, é

possível perceber o caráter dos impactos da teoria da informação em campos aparentemente distantes do âmbito de suas proposições matemáticas como é o caso da Biologia.

De maneira geral, no que se refere ao próprio discurso científico, a teoria de Shannon, constituiu conexões íntimas com as teorias da Termodinâmica e da Entropia tendo ainda, seus teoremas, em versões ampliadas, sido aplicados à teorias de sistemas organizados e Evolutivos como conceitos centrais na análise da complexidade desses sistemas.

1.2.3_ Teoria Geral dos Sistemas

“Um sistema pode ser definido como um complexo de elementos em interação.” [BERTALANFFY, 1977, p.84]

A *Teoria dos Sistemas*, proposta nos anos 1940 pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy⁵⁴, constitui o estudo interdisciplinar⁵⁵ da organização abstrata

⁵⁴ **Ludwig von Bertalanffy** [1901–1972] nasceu em Atzgersdorf, próximo a Viena, onde se formou nas Universidades de Innsbruck e Viena onde chegou a ser professor. Bertalanffy deixou a Áustria em 1948, tendo lecionado de 1948 a 1949 na London University, se transferindo já em 1949 para os Estados Unidos, onde lecionou até seu falecimento em 1972 em diversas universidades. Foi um dos mais importantes biólogos da primeira metade do século XX, desenvolvendo pesquisas em fisiologia comparativa, biofísica, câncer, psicologia e filosofia da ciência. Desenvolveu a *Teoria Geral dos Sistemas* e foi um dos primeiros a aplicar a metodologia sistêmica à psicologia e às ciências sociais.

⁵⁵ A **interdisciplinaridade** tem uma ambição diferente daquela da pluridisciplinaridade. *Ela diz respeito à transferências de métodos de uma disciplina para outra*. Podemos distinguir três graus de interdisciplinaridade: a) *um grau de aplicação*. Por exemplo, os métodos da física nuclear transferidos para a medicina levam ao aparecimento de novos tratamentos para o câncer; b) *um grau epistemológico*. Por exemplo, a transferência de métodos para o campo do direito produz análises interessantes na epistemologia do direito; c) *um grau de geração de novas disciplinas*. Por exemplo, a transferência dos métodos da matemática para o campo da física gerou a física-matemática;

⁵³ MATURANA, H; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Editora Palas Athena, 2004.

de fenômenos, independente da substância, tipo, ou escala espacial ou temporal de existência. Segundo o biólogo,

“[...] a inclusão das ciências biológica, social e do comportamento junto com a moderna tecnologia exige a generalização de conceitos básicos da ciência. Isto implica novas categorias do pensamento científico, em comparação com as exigências na física tradicional e os modelos introduzidos com esta finalidade são de natureza interdisciplinar.” [BERTALANFFY, 1977, p.132]

O trabalho de Bertalanffy era movido pela crença na necessidade de “[...] uma mudança nos *métodos de pensamento*.”⁵⁶ [BLAUBERG, SADOVSKY, YUDIN, 1977, p. 44, tradução nossa] necessária ao conhecimento de determinados objetos – *sistemas* de um tipo especial, nomeadamente “[...] muito mais complexos que os objetos da física clássica (compostos de poucos elementos) e similares a organismos vivos em alguns aspectos relativamente gerais.”⁵⁷ [BLAUBERG, SADOVSKY, YUDIN, 1977, p. 46, tradução nossa]. Nas palavras de Bertalanffy, a teoria geral dos sistemas constitui,

“[...] um desenvolvimento da ciência da engenharia em sentido lato, exigido pela

complexidade dos ‘sistemas’ na tecnologia moderna, nas relações entre o homem e a máquina, na programação e em outras considerações que não eram sentidas nas tecnologias do passado recente, mas que se tornaram imperiosas nas complexas estruturas tecnológicas e sociais do mundo moderno.” [BERTALANFFY, 1977, p.7]

Os problemas referidos por Bertalanffy são *problemas de complexidade organizada*⁵⁸, isto é, relativos a sistemas aos quais é inerente a *interação* de um número grande, mas não infinito de variáveis, exigindo novos instrumentos conceituais. A teoria geral dos sistemas pode ser compreendida, assim, como um modelo conceitual ou um *modelo teórico ampliado*, para confrontar esses problemas. Segundo o biólogo,

“Estas construções ou modelos teóricos ampliados e generalizados são interdisciplinares, isto é, transcendem os departamentos convencionais da ciência e se aplicam a fenômenos em diversos domínios.” [BERTALANFFY, 1977, p.132]

Apesar de estar consciente da transcendência de sua teoria a outros domínios disciplinares, Bertalanffy não pretendia que a teoria dos sistemas consistisse um sistema único e totalitário. Acreditava que “Todas as construções científicas são modelos que representam certos aspectos ou perspectivas da realidade.” [BERTALANFFY, 1977, p.133]. Com a intenção de mostrar a capacidade integradora e o caráter interdisciplinar

os da física de partículas para a astrofísica, a cosmologia quântica; os da matemática para os fenômenos meteorológicos ou para os da bolsa, a teoria do caos; os da informática para a arte, a arte informática. In: NICOLESCU, B. **O Manifesto da transdisciplinaridade**. Tradução de Lúcia Pereira de Souza. São Paulo: Triom, 2001, p.50-51.

⁵⁶ **Do original em Inglês:** “[...] knowledge of such objects necessitated a change in the *method of thinking*.”

⁵⁷ **Do original em Inglês:** “[...] much more complex than the objects of classical physics (composed of a few elements) and are similar to living organisms in some, be it quite general, parameters.”

⁵⁸ Warren Weaver, 1948.

da teoria dos sistemas, von Bertalanffy indica seus principais propósitos:

- “1) Há uma tendência geral no sentido da integração nas várias ciências, naturais e sociais.
- 2) Esta integração parece centralizar-se em uma teoria geral dos sistemas.
- 3) Esta teoria pode ser um importante meio para alcançar uma teoria exata nos campos não-físicos da ciência.
- 4) Desenvolvendo princípios unificadores que atravessam ‘verticalmente’ o universo das ciências individuais, esta teoria aproxima-nos da meta da unidade da ciência.
- 5) Isto pode conduzir à integração muito necessária na educação científica.” [BERTALANFFY, 1977, p.62]

Na tentativa de desenvolver ferramentas conceituais – um *método alternativo de pensamento* – para confrontar problemas de complexidade organizada, Bertalanffy produziu importantes contribuições ao desenvolvimento da biologia teórica, tendo formulado o ‘conceito organísmico’⁵⁹, no qual trabalhou de 1920 a 1930. Esse conceito, que se baseia na idéia de que o organismo não é um conglomerado de elementos desconexos, mas um *sistema* que possui organização e integridade, constitui, como afirmam os pesquisadores russos Blauberg, Sadovsky e Yudin, “Um preâmbulo necessário à análise dos conteúdos lógicos e metodológicos da ‘teoria geral dos sistemas’ de Bertalanffy [...]”⁶⁰, assim como “[...] a ‘teoria dos sistemas abertos’ a qual desenvolveu

intensivamente em 1930.”⁶¹ [BLAUBERG, SADOVSKY, YUDIN, 1977, p. 44, tradução nossa]. É assim que emergem no âmago da biologia teórica, as idéias de *complexidade* – os organismos vivos passam a ser compreendidos como *unidades indivisíveis*, todos organizados que emergem das interações entre as partes.

Quando Bertalanffy iniciou sua carreira de cientista, a biologia se encontrava empenhada na controvérsia *mecanicismo-vitalismo*. A visão *mecanicista* considerava o organismo como passível de definição em partes e processos parciais. Segundo o biólogo [BERTALANFFY, 1977, p. 126], os problemas de organização dessas partes ou eram deixados de lado ou explicavam-se pela ótica do *vitalismo*, pela ação de fatores anímicos. No contexto dessa controvérsia, Bertalanffy opta por uma terceira opção – o ponto de vista *organísmico*. Nas palavras do cientista,

“Esforcei-me por executar esse programa organísmico em vários estudos sobre o metabolismo, o crescimento e a biofísica do organismo. Um passo nessa direção foi a chamada teoria dos sistemas abertos [...]. Aconteceu, porém, que não pude deter-me no caminho que havia tomado e assim fui conduzido a uma generalização ainda mais ampla, a que dei o nome de ‘Teoria Geral dos Sistemas’. [BERTALANFFY, 1977, p.127]

⁵⁹ Em inglês: *organismic concept*

⁶⁰ Do original em inglês: “[...] a ‘teoria dos sistemas abertos’ a qual desenvolveu intensivamente em 1930.” [BLAUBERG, SADOVSKY, YUDIN, 1977, p. 44].

⁶¹ Do original em inglês: “[...] the ‘theory of open systems’ which he developed intensively in 1930.”

O organismo para Bertalanffy era compreendido como um *sistema aberto*, ou seja, onde há importação e exportação de matéria. Essa compreensão se coloca em oposição à de um sistema fechado, onde não se verifica a entrada ou saída de material. Um modelo mais familiar àquela época, na escola americana⁶², em lugar da sua *teoria dos sistemas abertos*, era o conceito de *regulação retroativa*. De acordo com esse conceito básico da cibernética, formulado biologicamente no conceito da homeostase, os fenômenos são abertos no que se refere à entrada da informação, mas fechados no que concerne à matéria e energia.

A noção de sistemas abertos formulada por Bertalanffy é posteriormente ampliada, reformulada, no contexto do trabalho de outros pesquisadores, na caracterização de sistemas complexos como 'sistemas simultaneamente abertos e fechados' à entrada e saída de matéria/energia. No tomo I da série 'O Método', Edgar Morin discute a questão. Segundo ele,

"A idéia de sistema permaneceu um envelope mole até Von Bertalanffy; [...] Mas esqueceu-se de repente que a noção de sistema aberto colocava problemas prévios. [...] Não há sistema absolutamente fechado, não há sistema absolutamente aberto. Os sistemas, mesmo termodinamicamente fechados, são 'abertos' do ponto de vista das interações gravitacionais e eletromagnéticas; [...] Reciprocamente, os sistemas termodinâmicos abertos dispõem de um fechamento e de um

refechamento originais. Conceber a abertura é conceber o fechamento que lhe corresponde." [MORIN, 2003, p.245]

Morin destaca ainda a importância do observador na consideração de um sistema como 'fechado' ou 'aberto'. Segundo o pesquisador,

"Iremos ver que sistemas podem nos parecer parcialmente fechados e abertos. Que, segundo o ângulo e o enquadramento da visão, segundo o sistema de referência do observador, o mesmo sistema pode nos parecer ora fechado, ora aberto." [MORIN, 2003, p.248]

Assim, as considerações de Morin mostram como, a partir da consideração de um observador que interfere na observação, procede-se sempre uma relativização das características do sistema observado. Sob a perspectiva da complexidade, aquele que observa integra a própria observação.

As idéias de Bertalanffy relativas à teoria dos sistemas foram apresentadas pela primeira vez em 1937 no seminário de filosofia de Charles Morris na Universidade de Chicago, não alcançando, no entanto, nesse momento, uma boa reputação em biologia [BERTALANFFY, 1977, p.127]. Assim, as primeiras publicações sobre o assunto só aparecem depois da Segunda Guerra Mundial, quando um grande número de cientistas tinham seguido linhas semelhantes de pensamento e, como afirma Bertalanffy [BERTALANFFY, 1977, p. 127], a teoria dos sistemas não estava isolada, não era uma idiosincrasia pessoal como ele

⁶² *Escola americana*: refere-se aos círculos científicos norte-americanos.

mesmo julgava, mas integrava uma tendência do pensamento naquele momento.

Apesar de um tanto extenso, consideramos importante citar na íntegra o trecho do livro 'teoria geral dos sistemas', no qual Bertalanffy enumera um certo número de criações recentes à época, que considerava serem destinadas a satisfazer as exigências de uma teoria geral dos sistemas:

“1) A cibernética, baseada no princípio da retroação ou dos encadeamentos causais circulares, fornecendo mecanismos para a procura de uma meta e o comportamento autocontrolador.

2) A teoria da informação, introduzindo o conceito de informação como quantidade mensurável por uma expressão isomórfica da entropia negativa em física e desenvolvendo os princípios de sua transmissão.

3) A teoria dos jogos, analisando, dentro de uma nova moldura matemática, a competição racional entre dois ou mais antagonistas que procuram o máximo de ganho e a mínima perda.

4) A teoria da decisão, analisando igualmente as escolhas racionais nas organizações humanas, baseada no exame de determinada situação e de seus possíveis resultados.

5) A topologia ou a matemática relacional, incluindo campos de natureza não métrica, por exemplo a teoria das redes e dos gráficos.

6) A análise fatorial, isto é, o isolamento, por meio da análise matemática, de fatores onde existem múltiplas variáveis, em psicologia e outros campos.

7) A teoria geral dos sistemas em sentido restrito (T.G.S.), que procura

derivar da definição geral de 'sistemas' como complexo de componentes em interação, conceitos característicos das totalidades organizadas, tais como interação, soma, mecanização, centralização, competição, finalidade, etc., e aplicá-los a fenômenos concretos.” [BERTALANFFY, 1977, p. 128]

De um modo geral, os trabalhos de Bertalanffy relacionados à teoria geral dos sistemas, podem ser vistos como uma alternativa ao reducionismo, um modo de pensar onde o princípio unificador é a *organização*, encontrada em sistemas em todos os níveis. A teoria a que Bertalanffy se refere como 'interdisciplinária' [BERTALANFFY, 1977, p. 75] é formulada para ser capaz de tratar noções da organização como crescimento, diferenciação, ordem hierárquica, dominância, controle, competição, quer de um organismo vivo, quer de uma sociedade.

1.2.4_ Ordem-desordem-organização

É dessa forma, buscando uma dinâmica interconexão entre campos disciplinares diversos que, cibernética, teoria matemática da informação e comunicação e teoria geral dos sistemas forneceram as bases para a emergência de uma teoria da organização, convergindo em contribuições para o desenvolvimento pleno das *ciências da complexidade* e para a emergência de um *pensar complexo*. No sentido de dar continuidade às transformações desencadeadas pelas referidas teorias nos anos do Pós-Guerra, pesquisadores reconhecidos nos mais diversos campos do conhecimento, têm trabalhado

incansavelmente.

Assim, no transcurso da segunda metade do século XX a chamada *scienza nuova*⁶³ se coloca diante das alternativas clássicas em ciência não para destruir, mas para fazer dialogar o pensamento simplificador e o *pensamento complexo*. Nas palavras de Edgar Morin,

“A teoria unitária, para evitar a disjunção entre os saberes separados, obedece a uma sobressimplificação redutora, amarrando o universo inteiro a uma única fórmula lógica. De fato, a pobreza de todas as tentativas unitárias, de todas as respostas globais, confirma a ciência disciplinar da resignação do luto. Assim, a escolha não se situa entre o saber particular, preciso, limitado, e a idéia geral abstrata. Situa-se entre o luto e a investigação dum método capaz de articular aquilo que está separado e de unir aquilo que está dissociado.” [MORIN, 1977, p. 19]

Morin chama a atenção para o momento em que o pensamento, o próprio método do conhecimento, está em transformação. A importância maior reside em articular *ciência clássica* e *scienza nuova*, dar continuidade, acrescentar, ampliar e não, substituir. No cerne do desenvolvimento das *ciências da complexidade* e, concomitantemente, de um *pensar complexo*, está o estudo da *organização*, com foco especial para o estudo da *auto-organização*. Segundo Fiedler-Ferrara,

“Nos anos sessenta, os trabalhos do físico-químico Ilya Prigogine (estudo de sistemas abertos longe do equilíbrio), do matemático von Neumann, do físico Heinz von Foerster e do médico e filósofo Henri Atlan (ordem a partir do ruído) vão fornecer os elementos de uma teoria da auto-organização.” [FIEDLER-FERRARA, 2005, p.327]

Assim, dando continuidade ao movimento de transformações protagonizado nos anos 1940 por cibernética, teoria da informação e teoria geral dos sistemas, florescem desenvolvimentos conceituais, nomeadamente no contexto da década de 1960, relacionados à idéia de auto-organização. Como sugere Edgar Morin, “Quatro nomes que devem ser mencionados nesse contexto são os de John von Neumann, Heinz Von Foerster, Henri Atlan e Ilya Prigogine.”⁶⁴ [MORIN, 1996, p.12, tradução nossa].

1.2.4.1_ Autômatos e máquinas vivas

John von Neumann, em sua teoria dos autômatos⁶⁵ discute a questão a organização a partir da diferença entre autômatos artificiais e o que chama ‘máquinas vivas’⁶⁶. De acordo com o paradoxo colocado por Neuman, os componentes dos autômatos – ou máquinas artificiais – por mais precisamente projetados e construídos, começam a deteriorar-se no momento em que a máquina começa a operar. Na máquina viva – constituída por

⁶³ Ver: MORIN, Edgar. *Introdução ao pensamento complexo*. Tradução de Dulce Matos. Lisboa: Instituto Piaget, 1990. p.78.

⁶⁴ **Do original em inglês:** “Four names that must be mentioned in this context are those of John von Neumann, Heinz Von Foerster, Henri Atlan and Ilya Prigogine.”

⁶⁵ Ver anteriormente: *Logical Theory of Automata*.

⁶⁶ Em inglês: *Living machines*.

elementos como proteínas, que estão constantemente sujeitos à deterioração – algo diferente se verifica: elas têm a capacidade de se desenvolver, de se regenerar e de se reproduzir. No contexto de suas investigações, o pesquisador destaca a importância dos estudos envolvendo autômatos e organismos naturais. Segundo Neumann,

“Os autômatos tem desempenhado um papel continuamente ampliado, e no momento bastante considerável, nas ciências naturais. [...] Seu papel em matemática apresenta uma interessante contrapartida a certos aspectos funcionais da organização na natureza. Organismos naturais são, via de regra, muito mais complicados e sutis, e portanto muito menos compreendidos em detalhe, do que o são os autômatos artificiais. No entanto, algumas regularidades as quais observamos na **organização** dos primeiros podem ser muito instrutivas em nosso pensamento e planejamento no que se refere aos últimos; e reciprocamente, uma boa porção de nossas experiências e dificuldades com nossos autômatos artificiais pode ser por extensão projetada em nossas interpretações de organismos naturais.”⁶⁷ [NEUMANN, 1951, p. 288, tradução nossa, grifo nosso]

Diferentemente dos autômatos artificiais, as *máquinas vivas* constituem *sistemas complexos* com capacidade de

se *auto-organizar*. O estudo da auto-organização nos organismos vivos pode, no entanto, ser útil, como coloca Neumann, para as pesquisas relacionadas a autômatos artificiais. A compreensão, por exemplo, de como se articulam, como interagem as partes em um organismo vivo com vistas a constituir um todo auto-organizado, pode ser fundamental. Nas palavras de Neumann,

“Comparando organismos vivos – em particular um organismo mais complicado, o sistema nervoso central humano –, com o autômato artificial, a limitação seguinte deveria ser considerada. Os sistemas naturais são de enorme complexidade, e é claramente necessário, subdividir o problema que representam em várias partes. [...] parte do problema consiste em compreender como esses elementos estão organizados em um **todo**, e como o funcionamento do todo é expresso em termos de seus **elementos**.”⁶⁸ [NEUMANN, 1951, p. 289, tradução nossa, grifo nosso]

Nas considerações de Neumann aparece uma questão fundamental para a compreensão dos sistemas complexos – a que envolve o estudo das relações entre parte e todo. Nesses sistemas, as partes interagem dinamicamente, com vistas à organização do todo,

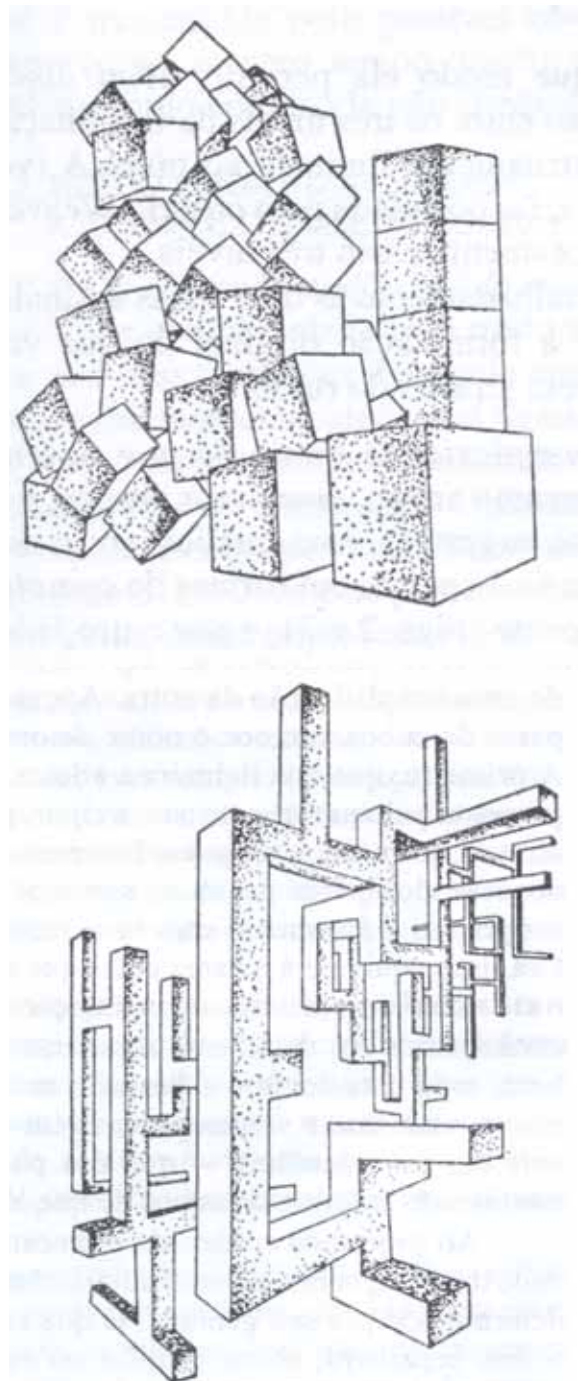
⁶⁷ Do original em inglês: “Automata have been playing a continuously increasing, and have by now attained a very considerable, role in the natural sciences. [...] Their role in mathematics presents an interesting counterpart to certain functional aspects of organization in nature. Natural organisms are, as a rule, much more complicated and subtle, and therefore much less well understood in detail, than are artificial automata. Nevertheless, some regularities which we observe in the organization of the former may be quite instructive in our thinking and planning of the latter; and conversely, a good deal of our experiences and difficulties with our artificial automata can be to some extent projected on our interpretations of natural organisms.”

⁶⁸ Do original em inglês: “In comparing living organisms, and, in particular, that most complicated organism, the human central nervous system, with artificial automata, the following limitation should be kept in mind. The natural systems are of enormous complexity, and it is clearly necessary to subdivide the problem that they represent into several parts. “[...] part of the problem consists of understanding how these elements are organized into a whole, and how the functioning of the whole is expressed in terms of these elements.”

constituindo a base da auto-organização.

1.2.4.2_A ordem pelo ruído

A grande contribuição do biofísico Heinz Von Foerster, por muitos anos pesquisador da Universidade de Illinois onde dirigiu o BCL - *Biological Computer Laboratory*, foi a proposição do princípio da 'ordem pelo ruído'. Uma famosa ilustração do princípio de Foerster, num modelo sugestivo proposto pelo cientista consiste nos 'ímãs de Von Foerster'. A ilustração do princípio é a seguinte: sacudindo uma caixa onde está contida uma coleção de cubos aleatoriamente arranjados, cada qual magnetizado em duas faces, observa-se que os cubos se organizam espontaneamente em um todo coerente. Assim, um princípio de ordem (magnetização) adicionado de energia desordenada (o sacudir da caixa) cria uma organização ordenada – a *ordem* é criada pela *desordem*.



005 | 1_ Acima à esquerda: os ímãs de Von Foerster antes da agitação. Abaixo à direita: os ímãs de Von Foerster após a agitação.

Posteriormente, Henri Atlan propõe uma ampliação da formulação original de Foerster compreendendo a questão como de "[...] complexidade (mais do que ordem) através do ruído." [ATLAN, 1992, p.71]

Acreditando em um pensamento constantemente em evolução, Foerster em entrevista concedida em 1984 à jornalista científica francesa Guitta Pessis-Pasternak, se refere à *scienza nuova* de maneira bem humorada, como '*scienza vecchia*' [FOERSTER, 1984, in PESSIS-PASTERNAK, 1993, p. 198], já que algumas das questões tinham sido elaboradas a aproximadamente um quarto de século, como o próprio princípio da *ordem pelo ruído*. O pesquisador fala do contexto em que emergiram as bases dessa *scienza nuova*. Segundo Foerster,

"Por volta de 1947, alguns biólogos, matemáticos e informaticistas se questionaram sobre os novos conceitos que acabavam de surgir na termodinâmica e na nova ciência da informática, e sobre as quais ninguém possuía idéias precisas. Tratava-se de noções como a 'ordem', a 'desordem' ou a 'auto-organização'." [FOERSTER, 1984, in PESSIS-PASTERNAK, 1993, p. 198]

Foerster fala ainda da importância de um momento posterior que constituiu um marco no contexto das discussões sobre os conceitos referidos que tiveram lugar nos anos 1940. Segundo Foerster,

"[...] quando ocorreu o grande colóquio intitulado 'Os princípios da auto-organização', em 1959, que pretendia elucidar essa nova problemática, os participantes não acreditaram no que ouviam: eu ousara sustentar que não havia sistemas auto-organizadores 'isolados', já que era necessário um meio para que estes pudessem existir, e que era preciso que um observador pudesse constatar se essa auto-

organização realmente ocorreria!" [FOERSTER, 1984, in PESSIS-PASTERNAK, 1993, p. 198]

A compreensão que Foerster apresenta em 1959 é sobremaneira importante para entender a relação entre um sistema auto-organizado e o meio. Segundo Foerster, "[...] para organizar, para ordenar-se, todo sistema, todo organismo é obrigado a buscar energia fora de si mesmo, ou seja, em seu ecossistema." [FOERSTER, 1984, in PESSIS-PASTERNAK, 1993, p. 198-199]. Assim coloca-se a relação intrínseca entre sistema e ambiente em um processo onde articulam-se dinamicamente ordem, desordem e organização.

1.2.4.3_ A organização randômica

A maior contribuição de Henri Atlan⁶⁹ constitui a proposição do princípio da 'organização randômica' - da 'complexidade (mais que ordem) pelo ruído'. No livro 'Entre o Cristal e a Fumaça', de 1979, Atlan refere-se a trabalhos iniciados em finais da década de 1960 envolvendo a questão da organização no organismo vivo. Esses estudos, segundo o pesquisador, referiam-se à "[...] lógica da organização natural, o papel nela desempenhado pelo aleatório - o 'ruído' e o famoso princípio da ordem, ou melhor, da

⁶⁹ Henri Atlan. Biólogo e filósofo radicado na França, nasceu em 1931 na Algeria. Professor Emerito da *Paris VI University*, e da *Hebraic University of Jerusalem*; Diretor de pesquisas da *Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales* (EHESS) de Paris; Director do *Research Centre in Human Biology*, Hadassah Teaching Hospital, Jerusalem e author de vasta bibliografia, dentre a qual podemos destacar o livro *Entre o cristal e fumaça: ensaio sobre a organização do ser vivo* de 1979. Disponível em: <<http://www.academie-universelle.org/ememb.htm>>. Acesso em: 02 jan. 2005..

complexidade pelo ruído –, e sobre a lógica das redes físico-químicas dotadas de propriedades de auto-organização.” [ATLAN, 1992, p.9]

Essas questões estavam relacionadas nos trabalhos de Atlan a preocupações biológicas – a organização e as propriedades de auto-organização eram aquelas encontradas em organismos vivos ou em modelos que os simulam. Preocupações relacionando o que trata como máquinas naturais e máquinas artificiais estão presentes em sua abordagem. Segundo Atlan,

“Antes mesmo de se contemplarem os problemas da auto-organização e da auto-reprodução, uma das mais importantes diferenças reconhecidas entre as máquinas artificiais e as máquinas naturais foi a aptidão destas últimas para integrar o ruído.” [ATLAN, 1992, p.37]

Nesse contexto o biólogo cita os trabalhos anteriores de Neumann que, com o objetivo de ‘melhorar’ a confiabilidade dos autômatos, concebia a diferença de reação ao ruído como uma diferença fundamental na lógica da organização do sistema.

Na proposição de seu princípio da ‘complexidade a partir do ruído’ Atlan fez referência, ainda, aos trabalhos de Heinz Von Foerster – pioneiro na expressão da necessidade de um ‘princípio de ordem a partir do ruído’, para explicar as propriedades mais singulares dos organismos vivos como sistemas auto-organizadores, dentre as quais, a adaptabilidade.

O princípio da complexidade a partir do ruído de Atlan apresenta íntima conexão com os desenvolvimentos de Claude Shannon referentes à teoria matemática da informação e comunicação. No que se refere à teoria de Shannon, o biólogo considera que, embora o campo de aplicação da teoria de Shannon em sua forma primitiva parecesse limitado aos problemas de transmissão de mensagens nas vias de comunicação, essa teoria aplicada à análise de sistemas organizados, não exclui a possibilidade de um papel positivo, organizacional, do ruído. Segundo Atlan,

“Quanto mais um sistema se compõe de um grande número de elementos diferentes, maior é a sua quantidade de informação, pois maior é a improbabilidade de construí-lo *tal como ele é* através da reunião aleatória de seus componentes. Por isso é que foi possível propor essa grandeza como uma medida da complexidade de um sistema, por ela ser uma medida do grau de variedade dos elementos que o constituem.” [ATLAN, 1992, p.41]

Dessa forma, na proposta de Atlan, a aplicação da teoria da informação na análise de sistemas implica uma transposição da noção de informação transmitida numa via de comunicação para a de informação contida em um sistema organizado. Nesse contexto, o biólogo mostra que,

“Vemos, assim, de que modo um papel positivo, ‘organizacional’, do ruído pode ser concebido dentro do contexto da teoria da informação, sem por isso contradizer o teorema da via com o

ruído: ao diminuírem a transmissão de informação nas vias de comunicação do interior do sistema, os fatores de ruído diminuem a redundância do sistema em geral e, por isso mesmo, aumentam sua quantidade de informação. É perfeitamente óbvio, no entanto, que o funcionamento do sistema está ligado à transmissão de informação pelas vias de um subsistema a outro, e que, ao lado desse papel 'positivo' do ruído, fator de complexificação, o clássico papel destrutivo não pode ser ignorado." [ATLAN, 1992, p.44]

Atlan compreende o ruído como fator simultaneamente de desorganização e organização no sistema. Para que essas duas possibilidades coexistam, ele considera que o sistema deve ser um sistema complexo. O que Atlan compreende como complexo, como ele mesmo afirma, é o que Von Neumann chamava de um 'sistema extremamente altamente complicado' [NEUMANN apud ATLAN, 1992, p.44] e que Edgar Morin compreende como um 'sistema hipercomplexo' [ATLAN, 1992, p.250, nota 8]. Segundo Atlan, esses sistemas caracterizam-se,

"[...] como sistemas de extrema complexidade no sentido de que o número de seus componentes pode ser extremamente elevado (10 bilhões de neurônios do cérebro humano) e de que as relações entre esses componentes podem ser extremamente entrelaçadas, podendo cada um deles, em princípio, estar direta ou indiretamente ligado a todos os demais." [ATLAN, 1992, p.44]

A partir dos trabalhos de Atlan podemos compreender como uma produção de informação sob efeito de

fatores aleatórios constitui uma consequência de produções de erros – ruídos – num sistema constituído de modo a não ser destruído por um número relativamente pequeno de erros. Ainda, de um ponto de vista interno ao sistema, na medida em que a organização consiste precisamente numa seqüência de desorganizações resgatadas, eles só aparecem como erros no instante exato de sua ocorrência em relação ao sistema. Depois desse instante, esses erros ou ruídos, são integrados e recuperados como eventos do processo de organização.

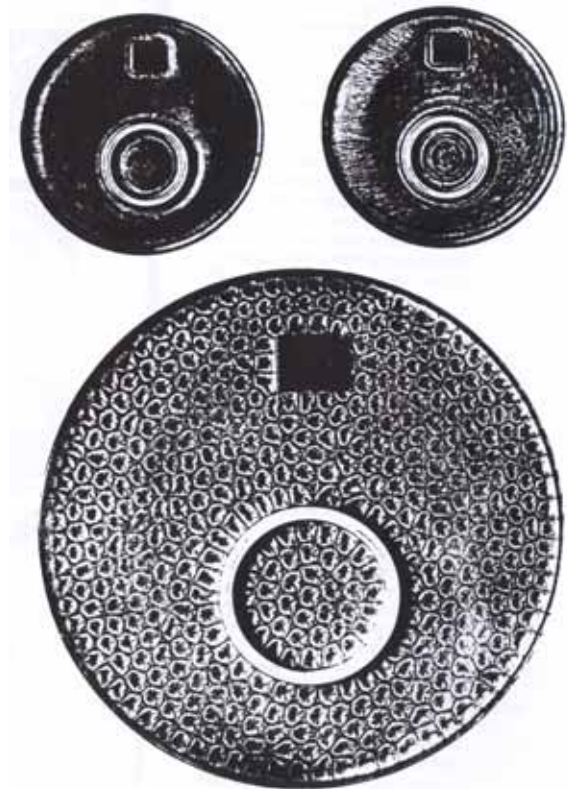
1.2.4.4_Não-equilíbrio como fonte de organização

Ilya Prigogine⁷⁰ introduziu a idéia de auto-organização a partir da desordem de uma forma peculiar, onde o não-equilíbrio aparece como fonte de organização. Seus trabalhos contribuíram para o estudo de sistemas fora do equilíbrio, e a compreensão das relações complexas entre partes e todo no processo de auto-organização. Nos sistemas estudados por Prigogine, é no ponto em que o equilíbrio se torna instável que o sistema como um todo adquire autonomia, se diferenciando do seu ambiente.

⁷⁰ O Visconde Ilya Prigogine, nasceu em Moscou em 1917. Foi diretor dos Institutos Solvay de Física e Química, em Bruxelas, e diretor do Centro Ilya Prigogine de Mecânica Estatística, Termodinâmica e Sistemas Complexos, em Austin, Texas. Recebeu o prêmio Nobel de Química de 1977. Prigogine faleceu em 2004. In: PRIGOGINE, I. **As leis do caos**. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

Um exemplo que ilustra a questão é apresentado pelo pesquisador em artigo intitulado '*New Perspectives on Complexity*', publicado pela *The United Nations University* em 1985. Nesse exemplo, nas chamadas células de convecção Rayleigh-Bénard, são formadas e mantidas estruturas coerentes entre dois níveis de temperatura, quando um fluido é cuidadosamente aquecido. Para que sejam sustentáveis, essas estruturas precisam de suprimento de energia, o qual consomem e dissipam. Segundo Prigogine,

"Essas células de convecção apresentam uma organização espacial singular, com o fluido se movendo para cima o centro de cada célula e para baixo os lados, e a forma dessas células, como pode ser visto na figura (005 | 1), é hexagonal. Esse é um fenômeno muito singular envolvendo o comportamento coerente de algumas moléculas, e uma privilegiada direção de rotação emerge. O espaço Euclidiano é destruído no fluido, desde que o papel desempenhado por cada ponto já não é o mesmo. Uma organização espacial complexa e funcional emerge."⁷¹ [PRIGOGINE, 1985, p.108, tradução nossa, parêntese referente à figura, nosso]



006 | 1_ Organização espacial de células de convecção.

Pensando comparativamente a partir desse exemplo nos sistemas vivos, estes têm suficiente autonomia para extrair energia, além de informação de seu ambiente. Edgar Morin define esse processo como de 'auto-eco-organização'⁷². No que se refere ao estudo e compreensão desses fenômenos em organismos vivos, Prigogine coloca que,

"Certamente, a despeito de sua complexidade, estamos ainda claramente a um longo caminho do incrível comportamento organizado encontrado nos sistemas biológicos, mas o ponto importante é que entendemos a partir desse exemplo que o não-equilíbrio é uma fonte de organização, e que o fluxo de energia através do sistema

⁷¹ Do original em inglês: "These convection cells display a remarkable spatial organization, with the fluid moving up the centre of each cell and down the sides, and the form of these cells, as can be seen from the figure, is hexagonal. This is a very remarkable phenomenon involving the coherent behaviour of some molecules, and a privileged direction of rotation emerges. Euclidian space is destroyed in the fluid, since the role played by each point is no longer the same. A complex structural and functional organization of space emerges." [PRIGOGINE, 1985, p.108]

⁷² Do trecho original em inglês: "I have called this process auto-eco-organization." [MORIN, 1996, p.13]

pode dar lugar a um novo tipo de estrutura – uma estrutura dissipativa.”⁷³ [PRIGOGINE, 1985, p.108, tradução nossa]

No processo de auto-organização dos sistemas dissipativos fora do equilíbrio, Prigogine discute a importância dos chamados ‘atratores’. Segundo o pesquisador, “O que é de importância primordial em sistemas dissipativos é que eles possuem atratores.”⁷⁴ [PRIGOGINE, 1985, p.111, tradução nossa]. Assim, em um sistema onde a dissipação é inerente, os atratores funcionam como uma espécie de *orientadores da evolução do sistema no tempo*. Esses atratores em sistemas dissipativos podem ser apenas um simples ponto, uma trajetória periódica ou um ‘atrator estranho’⁷⁵. Segundo Prigogine,

“Novos métodos estão agora se tornando disponíveis para estimar a dimensionalidade do atrator, e isso oferece, portanto, uma excitante perspectiva para o estudo de muitos sistemas complexos. Se estivermos diante de um sistema que tem um atrator pontual ou atrator de limite

simples, a dimensionalidade destes pode ser baixa, mas se temos um fenômeno completamente estocástico, como o movimento Browniano, onde não existia estritamente correlação entre o que aconteceu no passado e o que vai acontecer no futuro, então a dimensão do atrator é muito grande.”⁷⁶ [PRIGOGINE, 1985, p.115, tradução nossa]

Uma das chaves para compreender a abordagem de Prigogine é a compreensão do sistema auto-organizado dentro de uma temporalidade irreversível - o tempo da evolução, onde se alternam dialogando dinamicamente nos sistemas fora do equilíbrio, ordem, desordem e organização. Segundo Prigogine, “No mundo real da ‘complexidade’, o futuro dos objetos já não é determinado. [...] o futuro está em construção [...]”⁷⁷ [PRIGOGINE, 1985, p.117, tradução nossa].

As abordagens de John von Neumann, Heinz Von Foerster, Henri Atlan e Ilya Prigogine, que contemplam a auto-organização como objeto de estudo, constituem entradas para compreender, por exemplo, fenômenos relacionados a sistemas auto-organizados como a *emergência* – característica de sistemas adaptativos.

⁷³ **Do original em inglês:** “Of course, despite its complexity, we are still clearly a long way from the incredibly organized behaviour found in biological systems, but the important point is that we realize from this example that non-equilibrium is a source of organization, and that the flow of energy through the system can give rise to a new kind of structure – dissipative structure.” [PRIGOGINE, 1985, p.108]

⁷⁴ **Do original em inglês:** “What is of primary importance in dissipative systems is that they have attractors.” [PRIGOGINE, 1985, p.111].

⁷⁵ “O fato curioso é que agora descobrimos que o mesmo tipo de fenômeno de instabilidade, o qual caracteriza sistemas dinâmicos conservativos, pode ocorrer em sistemas dissipativos onde o número de variáveis é maior que três. A presença de fatores dissipativos não é suficiente para assegurar que o sistema vai evoluir para um estado estável. Isso parece paradoxal e é o por isso que Ruelle se referiu ao fenômeno como ‘atratores estranhos.’” In: PRIGOGINE, I. *New perspectives on complexity*. In: *The Science and Praxis of Complexity: contributions to the Symposium held at Montpellier, France, 9-11 May, 1984*. Tokyo: The United Nations University, 1985, p.112.

⁷⁶ **Do original em inglês:** “New methods are now becoming available to estimate the dimensionality of the attractor, and this offers, therefore, an exciting perspective for the study of many complex systems. If we were faced with a system having a point attractor or a simple limit attractor, its dimensionality would be low, but if we have a completely stochastic phenomenon, such as Brownian motion, where there was strictly no correlation between what happened in the past and what will happen in the future, then the dimension of the attractor is very large.” PRIGOGINE, 1985, p.115]

⁷⁷ **Do original em inglês:** “In the real world of ‘complexity’, the future of objects is no longer determined. [...] the future is in construction [...]” [PRIGOGINE, 1985, p.117]

Às concepções aqui apresentadas, outras noções podem ainda ser adicionadas, constituindo o vasto universo de exploração de processos auto-organizacionais, no contexto da complexidade.

1.2.5_ Uma temporalidade irreversível

“O futuro não é mais dado. Torna-se, como havia escrito o poeta Paul Valéry, uma ‘construção’.” [PRIGOGINE, 1996, p.111]

Para além das abordagens até aqui apresentadas, a teoria do caos determinístico desempenha, já nas décadas de 1970 e 1980, papel fundamental no contexto dos estudos concernentes à complexidade. Segundo o professor Nelson Fiedler-Ferrara do Instituto de Física da Universidade de São Paulo,

“Nos anos setenta e oitenta a teoria do caos determinístico, além de conciliar determinismo e imprevisibilidade, favorecendo uma nova visão dos processos, fornecerá um arcabouço conceitual e ferramentas matemáticas originais e poderosas para tratar fenômenos da natureza e da sociedade os quais, até então, não se compreendiam bem. Essas teorias vão constituir os fundamentos das abordagens complexistas.” [FIEDLER-FERRARA, 2005, p.327]

Segundo Ilya Prigogine, “O caos é sempre a consequência de fatores de instabilidade.” [PRIGOGINE, 2002, p.12]. Um sistema é considerado instável quando uma pequena perturbação amplifica-se e, trajetórias inicialmente

próximas divergem, o que introduz aspectos essenciais ao estudo desses sistemas. Como coloca Prigogine, “[...] quando se leva em consideração o caos, pode-se falar de uma reformulação das leis da natureza.” [PRIGOGINE, 2002, p.12]. E nesse contexto, a introdução do tempo no esquema conceitual da ciência clássica significou um importante progresso. Prigogine afirma que,

“[...] o surgimento dos paradigmas evolutivos contribuiu para trazer de volta o paradoxo do tempo ao domínio da ciência, pois por um lado, na ciência newtoniana, não existia uma seta do tempo, e por outro, o conceito de irreversibilidade é essencial tanto para a termodinâmica quanto para a biologia.” [PRIGOGINE, 2002, p.16]

De um modo geral, a recente história do paradoxo do tempo pode ser analisada em momentos que vão da tomada de consciência em finais do século XIX a seu reaparecimento na segunda metade do século XX, caminhando em direção a uma solução em finais desse século, onde as noções de caos e instabilidade assumem papel crucial.

Como protagonista dessa história, o físico austríaco Ludwig Boltzmann⁷⁸ em

⁷⁸ **Ludwig Boltzmann**, (1884-1906) Físico austríaco nascido em Viena em 1844, propôs um tratamento fundamental da teoria cinética dos gases, base para os métodos da mecânica estatística. Tendo estudado em Linz e na Universidade de Viena ensina, a partir de 1896, físicas matemáticas vinculado à Universidade de Graz onde trabalhou com Helmholtz e com Kirchhoff, ocupando de 1876 à 1890 a cátedra de física experimental. O trabalho de Boltzmann, muito contestado pelos cientistas de seu tempo, veio a ser confirmado em grande parte, com dados experimentais, pouco depois de seu suicídio em 5 de outubro de 1906. In: LEONARDO. **Biografia Ludwig Boltzmann**. Disponível em: <<http://biografie.leonardo.it/biografia.htm?Biold=68&biografia=Ludwig+Boltzmann>>. Acesso em: 20 out. 2006.

1872 tentou dar uma justificação dinâmica microscópica para a seta do tempo termodinâmica. No entanto, partindo do arcabouço conceitual da mecânica clássica, o esquema de Boltzmann mostra que a irreversibilidade do tempo se deveria “[...] aos limites de nossa paciência.” [PRIGOGINE, 2002, p.18]. No esquema de Boltzmann, considerando duas caixas conectadas por um tubo onde, em uma das caixas foram colocadas muitas partículas e poucas na outra, com o passar do tempo espera-se um nivelamento de partículas – um nivelamento irreversível, ou que pode ser compreendido como um *eterno retorno*. No entanto, sob a perspectiva da *hipótese ergódica* proposta por Boltzmann, como explica David Ruelle,

“[...] no transcorrer do tempo, o sistema deveria visitar todas as configurações possíveis do ponto de vista energético. Em outras palavras, todas as configurações de posições e de velocidades das partículas com a energia total certa seriam realizadas, e as observaríamos se esperássemos durante um tempo suficiente.” [RUELLE,1993, p. 155].

É importante considerar aqui, que existem interpretações divergentes da irreversibilidade do tempo, como é o caso das de Ilya Prigogine e David Ruelle. Este último integra a comunidade científica que aceita a explicação da irreversibilidade seguindo as idéias de Boltzmann. Sob essa perspectiva, segundo Ruelle,

“Em princípio, depois de um tempo muito longo, o sistema retornará a seu improvável estado inicial... mas nunca

veremos isto acontecer. Um físico gostará de idealizar esta situação fazendo o número de partículas do sistema tender ao infinito, de sorte que o tempo do eterno retorno também tenda ao infinito. No limite, temos, portanto, uma evolução temporal realmente irreversível.” [RUELLE,1993, p. 157]

A despeito das divergências acerca da interpretação da irreversibilidade temporal, o fato é que os trabalhos de Ludwig Boltzmann, assim como os do americano J. Willard Gibbs⁷⁹, contribuíram para a emergência, em finais do século XIX, do paradoxo do tempo no cerne do pensamento científico.

Podemos, ainda, observar relações entre questionamentos acerca de irreversibilidade do tempo entre os resultados da termodinâmica do não-equilíbrio e a filosofia de Bergson, por exemplo.

Na filosofia de Bergson, a distinção entre o tempo reversível das leis clássicas de Newton e um tempo reversível da evolução aparece, como coloca Wiener, como um eco filosófico das transformações desencadeadas pelo trinômio Maxwell-Boltzmann-Gibbs⁸⁰ que constroem a ponte na direção de uma “[...] redução progressiva da

⁷⁹ Josiah Willard Gibbs, nasceu em New Haven, Connecticut, EUA, em fevereiro de 1839, tendo falecido na mesma New Haven, em 28 de abril de 1903. Foi um físico matemático norte-americano que muito contribuiu para a fundamentação teórica da termodinâmica química, tendo desenvolvido a análise vetorial. Como matemático e físico, foi o primeiro a receber o PhD em engenharia pela Yale University, sendo um dos primeiros físico norte-americanos e, possivelmente, um dos primeiros químicos teóricos desse país. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. Josiah Willard Gibbs(Redirected from J. Willard Gibbs). Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/J._Willard_Gibbs>. Acesso em: 22 mai. 2006.

⁸⁰ Clerk Maxwell, Ludwig Boltzmann, Josiah Willard Gibbs

termodinâmica à mecânica estatística[...]" [WIENER, 1970, p.66], onde considera-se lidar com uma distribuição estatística de sistemas dinâmicos em lugar de um sistema dinâmico único. Segundo Wiener,

"Tal transição de um tempo newtoniano, reversível, para um tempo gibbsiano, irreversível, teve os seus ecos filosóficos. Bergson salientou a diferença entre o tempo reversível da física, no qual nada de novo acontece, e o tempo irreversível da evolução e biologia, no qual há sempre algo novo." [WIENER, 1970, p.66]

Wiener parte de uma comparação metafórica entre o tempo *astronômico* – onde no movimento de um planetário que gira para frente e para trás, o futuro repete o passado e o tempo é reversível –, e o tempo *meteorológico* – onde a formação de uma tempestade é eminentemente irreversível, para ilustrar questões relacionadas ao paradoxo do tempo. Segundo Wiener, no que se refere a esse tempo astronômico, "[...] quando Newton reduziu tudo isso a um conjunto formal de postulados e a uma mecânica fechada, as leis fundamentais desta mecânica permaneceram inalteradas pela transformação da variável tempo t em sua negativa[...]" [WIENER, 1970, p.59], o que confere à reversibilidade do tempo em física, caráter universal, e elimina a flecha do tempo. Assim, na visão defendida por Wiener no capítulo do livro 'Cibernética' (1948) – 'Tempo Newtoniano e Bergsoniano',

"Não há uma única ciência que esteja precisamente conforme ao estrito padrão newtoniano. As ciências

biológicas com certeza compartilham em grande porção fenômenos unidirecionais. O nascimento não constitui o reverso exato da morte, nem o anabolismo – a construção dos tecidos – é o reverso exato do catabolismo – a destruição dos tecidos." [WIENER, 1970, p. 63]

Wiener utiliza como exemplo os estudos do filho de Charles Darwin – George Darwin – sobre o que chamou teoria da *evolução mareal*⁸¹ – um campo da astronomia –, para mostrar que mesmo a astronomia contém uma meteorologia cósmica, o que implica a consideração da irreversibilidade do tempo. Segundo Wiener, no que concerne à *evolução mareal*,

"Nem a ligação da idéia do filho com a do pai nem a escolha do nome 'evolução' é fortuito. Na evolução 'mareal', assim como na origem das espécies, temos um mecanismo pelo qual uma variabilidade fortuita, a dos movimentos casuais das ondas em um mar de marés e das moléculas da água, converte-se por meio de um processo dinâmico em um modelo de desenvolvimento que verse em uma única direção. A teoria da evolução 'mareal' é definitivamente uma aplicação astronômica do velho Darwin." [WIENER, 1970, p.64-65]

Já na segunda metade do século XX, o reaparecimento do paradoxo do tempo deve-se essencialmente à descoberta das estruturas de não-equilíbrio – as estruturas dissipativas –, e, curiosamente, à nova evolução da mecânica clássica – uma transformação profunda da dinâmica clássica, transcorridos três séculos de sua

⁸¹ **Evolução mareal:** evolução do tipo ou da forma das marés.

formulação original. Essa evolução diz respeito à Teoria dos Sistemas Dinâmicos e à Teoria do Caos determinístico. Nesse âmbito, Ilya Prigogine contextualiza essas contribuições trazidas pela física ao estudo da complexidade, mostrando que,

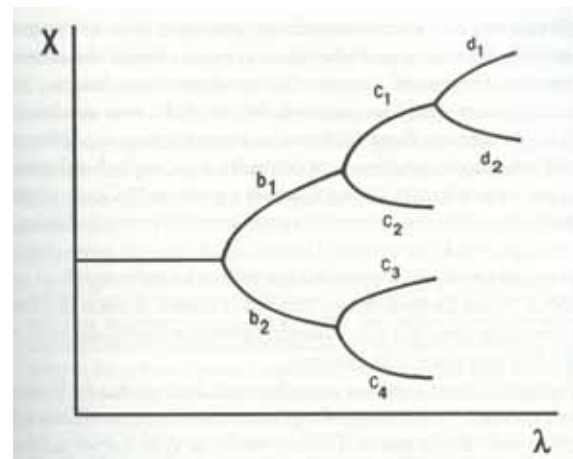
"A mudança da simplicidade para a complexidade não é uma mudança ideológica devido, simplesmente, a algumas razões *a priori*. Em vez disso, é o resultado do fato de que, por muitos anos, através de avanços como a mecânica quântica, por exemplo, parecia que poderíamos resolver praticamente quase tudo. No entanto, ficou gradualmente claro que permaneciam muitos problemas não solucionados em nossa própria escala, e esse é o motivo pelo qual nos interessamos por um grupo de problemas que, anteriormente, foram estudados por um número muito pequeno de especialistas. Dois ramos da ciência contribuíram enormemente para esta mudança de percepção: físicas do não-equilíbrio e a teoria dos sistemas dinâmicos clássicos.⁸²" [PRIGOGINE, 1985, p. 107-108, tradução nossa]

Para entender a contribuição da física do não-equilíbrio, podemos abordar a questão imaginando um sistema em situação de não equilíbrio, onde os fenômenos irreversíveis desempenham

papel fundamental – as estruturas de não-equilíbrio só existem enquanto o sistema dissipa energia e permanece em interação com o mundo exterior. Segundo Prigogine, um exemplo de estrutura dissipativa é a cidade:

"Uma cidade é diferente do campo que a rodeia; as raízes dessa individualização estão nas relações que ela mantém com o campo adjacente: se estas fossem suprimidas, a cidade desapareceria." [PRIGOGINE, 2002, p.22]

Em sistemas em situação de não-equilíbrio, ocorrem bifurcações e a escolha entre elas é dada por um processo probabilístico. Assim, a existência de bifurcações confere um caráter histórico à evolução de um sistema.



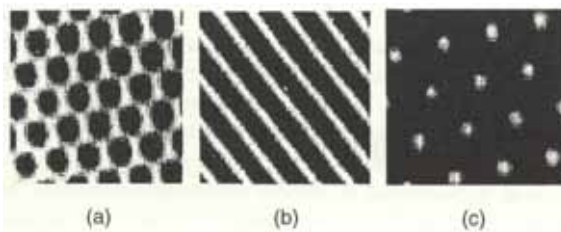
007 | 1_ Bifurcações sucessivas num sistema de não-equilíbrio.

Além do fenômeno das bifurcações, outra importante manifestação da ruptura de simetria introduzida pela seta do tempo em sistemas fora do equilíbrio, é a formação de *estruturas*

⁸² Original em inglês: "The shift from simplicity to complexity is not an ideological shift due simply to some a priori reasoning. Instead, it results from the fact that for many years, through such advances as quantum mechanics, for example, it seemed that we were going to be able to solve nearly everything. However, it gradually became clear that there remained many unsolved problems on our own scale, and this is why we became interested in a group of problems that, previously, was only studied by a very small number of specialists. Two branches of science have contributed enormously to this change of perception: non-equilibrium physics and the theory of classical dynamic systems." [PRIGOGINE, 1985, p. 107-108]

*estacionárias de não equilíbrio*⁸³. Como coloca Prigogine,

"[...] os fenômenos de não-equilíbrio representam com especial evidências o paradoxo do tempo, que revela, antes de tudo, o papel 'construtivo' do tempo. Os fenômenos irreversíveis não se reduzem a um aumento da 'desordem', como se pensava tempos atrás, mas, ao contrário, têm um importantíssimo papel construtivo." [PRIGOGINE, 2002, p.29]



008 | 1_ Estruturas de Turing.

No que concerne à teoria dos sistemas dinâmicos clássicos, a transformação que veio a contribuir para o reaparecimento do paradoxo do tempo consiste na descoberta dos *sistemas dinâmicos caóticos* onde se verifica uma 'sensibilidade às condições iniciais'. Assim, como coloca David Ruelle, no que concerne ao estudo dos sistemas dinâmicos, "O que agora chamamos de caos é uma evolução temporal com dependência hipersensível das condições iniciais." [RUELLE,1993, p. 93]. Um exemplo do impacto do conceito de 'dependência hipersensível das condições iniciais' pode ser encontrado na meteorologia. Segundo Ruelle,

⁸³ **Estruturas estacionárias de não equilíbrio:** a formação dessas estruturas foi predita por Alan Turing em seu estudo sobre morfogênese de 1952, aprofundada pelo grupo de pesquisas de Ilya Prigogine na década de 1960 vindo a ser observada apenas em 1992 nos laboratórios de Bordeaux e de Austin, no Texas, Estados Unidos. In: PRIGOGINE, I. **As leis do caos**. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 2002, p. 26-27.

"De acordo com as idéias de Edward Lorenz, a meteorologia lucrou muito com a noção de dependência hipersensível das condições iniciais. De fato, segundo Lorenz, o bater de asas de uma borboleta, depois de certo tempo, terá como efeito mudar completamente o estado da atmosfera terrestre (é o que chamamos 'efeito borboleta')." [RUELLE,1993, p.105]

No contexto desses desenvolvimentos científicos os sistemas computacionais com grande capacidade de processamento de dados, desempenharam papel crucial. É a partir do uso de ferramentas computacionais adequadas que se progrediu no estudo dos sistemas dinâmicos caóticos. Mais ainda, foi a possibilidade de utilização da capacidade de computação que possibilitou a elaboração – e continua a possibilitar evidentemente –, de ferramentas matemáticas originais e poderosas para tratar, por exemplo, fenômenos da natureza e da sociedade.

Os problemas envolvendo sistemas fora do equilíbrio, ou sistemas dinâmicos caóticos, são nomeadamente problemas de *complexidade organizada*, como os descreveu Warren Weaver em finais da década de 1940. Esses sistemas evoluem no tempo alternando estados de ordem, desordem e organização, em interação dinâmica com o ambiente e a partir de interações também dinâmicas entre suas partes. Assim, a questão da irreversibilidade do tempo se coloca como elemento chave no estudo e na compreensão da lógica da complexidade – dos sistemas complexos, da

problemática da organização e das interações nesse contexto.

No entanto, um aspecto importante deve ser apreendido para que seja possível construir um *olhar a partir da complexidade* para essa questão. É preciso considerar em *diálogo* e em *complementaridade*, e não em *oposição*, uma temporalidade reversível – o tempo de duas flechas –, e um tempo que pode ser irreversível e reiterativo. Devemos considerar, como coloca Edgar Morin, “[...] o problema de uma temporalidade extremamente rica, extremamente múltipla e complexa. É preciso ligar a idéia de reversibilidade e de irreversibilidade, a idéia de organização à complexificação crescente e à idéia de desorganização crescente.” [MORIN, 2000, p.50-51].

É esse o aspecto da questão com o qual se defronta a complexidade. Enquanto o pensamento reducionista elimina o tempo, ou o concebe como um processo reversível, o pensamento complexo comporta não somente o tempo mas o problema de uma *politemporalidade*, em que se encontram conectados, como coloca Morin, “[...] a repetição, o progresso e a decadência.” [MORIN, 2000, p.51].

1.2.6_ Emergência

As teorias aqui apresentadas, em conjunção com as três teorias fundadoras – cibernética, teoria da informação e teoria dos sistemas –, constituem os fundamentos das abordagens complexistas. Todo esse

arcabouço conceitual converge para tratar fenômenos relacionados à organização em vários campos disciplinares onde as interações entre as partes de um sistema – a troca de informação, dados, matéria – e destas com o ambiente, são as chaves de processos de auto-organização e ainda, elementos essenciais para a compreensão de um fenômeno definido como ‘emergência’. Como mostra Fiedler-Ferrara, “Em geral, os fenômenos de emergência que se têm estudado compõem numa situação de auto-organização.” [FIEDLER-FERRARA, 2005, p.329]

Assim, não existe emergência se não existe auto-organização. Em sistemas complexos adaptativos que mostram comportamento emergente, o processo de auto-organização gera um *todo organizado* – um *macro-comportamento observável* que se constitui a partir das interações entre as partes, seguindo regras locais, além de interações entre o todo e o ambiente. A interação com o ambiente implica adaptabilidade, ou seja, a capacidade de o sistema se reestruturar, se reorganizar sob uma outra perspectiva, em função das interações dinâmicas de trocas de informação, de energia, de matéria com o ambiente.

No livro dedicado ao tema e publicado inicialmente em 2001, ‘Emergência: a dinâmica de rede em formigas, cérebros, cidades e softwares’, Steven Johnson constrói um breve histórico do interesse pela emergência, a partir dos estudos relacionados à auto-organização. Como

mostra Fiedler-Ferrara, Johnson divide a história da emergência em três fases onde,

“As duas fases anteriores são: inicialmente, as indagações para ‘entender as forças da auto-organização’, sem imaginar o que fossem; uma segunda fase, ‘quando a auto-organização torna-se objeto de estudo’. Para Johnson, na fase atual, ‘paramos de analisar o fenômeno da emergência e passamos a criá-lo.” [FIEDLER-FERRARA, 2005, p.330]

A abordagem de Johnson é interessante, apesar de ele cometer um equívoco ao afirmar que *paramos* de analisar o fenômeno e passamos a criá-lo, ou recriá-lo por meio de simulações em ambientes computacionais, como mostra Fiedler-Ferrara em resenha sobre o livro ‘Emergência’. Johnson fornece um panorama dos estudos e desenvolvimentos relacionados ao tema, focalizando a fase atual, em que muitos trabalhos são viabilizados pela sofisticação de ambos hardware e software, além da crescente capacidade de transmissão de dados numa rede mundial.

Como o professor do Instituto de Física da USP afirma, “[...] deve ficar claro que apenas se começa a compreender alguns aspectos do fenômeno da emergência, com a necessidade de esforços teóricos e experimentais adicionais vigorosos para o aprofundamento dessa compreensão” [FIEDLER-FERRARA, 2005, p.330]. O momento atual – a terceira fase de Johnson no estudo da auto-organização e, por conseguinte do

fenômeno da emergência –, caracteriza-se, assim, por um grande esforço de criação de sistemas emergentes artificiais. Segundo o autor,

“O primeiro passo foi construir sistemas de auto-organização com aplicações de software, videogames, arte, música. Construimos sistemas emergentes para recomendar novos livros, reconhecer vozes ou encontrar parceiros. Pois os organismos complexos, desde que surgiram, passaram a viver sob as leis da auto-organização, mas nos últimos anos nossa vida cotidiana foi invadida pela emergência *artificial*: sistemas construídos com o conhecimento consciente do que é emergência [...]” [JOHNSON, 2003, p.17]

Simular a emergência em ambiente computacional, criar sistemas complexos adaptativos artificiais que mostram comportamento emergente, só se tornou possível a partir do desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de viabilizar essa simulação. Uma peça-chave no desenvolvimento desses sistemas foram os trabalhos de Oliver Selfridge, orientando de Norbert Wiener no Massachusetts Institute of Technology, acerca do reconhecimento de padrões por computadores. O interesse de Selfridge, como ele mesmo afirma, “[...] era não tanto sobre o processamento em si, mas sobre como os sistemas se modificam, como evoluem – em uma palavra, como eles aprendem.” [SELFRIDGE apud JOHNSON, 2003, p.39]. Em um simpósio realizado em 1958, Selfridge apresenta um trabalho com o curioso título de *Pandemônio: um paradigma para a aprendizagem*, onde

mostrava um caminho para ensinar o computador a reconhecer padrões. Segundo Johnson,

“O brilho do novo paradigma de Selfridge estava no fato de que ele se baseava em uma inteligência distribuída, bottom-up, e não em uma inteligência unificada, top-down. Mais do que construir um programa único e engenhoso, Selfridge criou uma quantidade de miniprogramas limitados, aos quais chamou demônios.” [JOHNSON, 2003, p.40]

Outro aluno de Wiener com interesses semelhantes ao de Selfridge, John Holland, se dedicou à exploração do modo pelo qual regras simples podiam levar a comportamentos complexos, com a intenção de criar um software capaz de aprendizado ilimitado. Segundo Johnson,

“O maior avanço de Holland foi controlar o poder de outro sistema aberto bottom-up: a seleção natural. Construindo sobre o modelo do Pandemônio de Selfridge, Holland tomou a lógica da evolução darwiniana e transformou-a em um código. Ele chamou sua nova criação de **algoritmo genético**.” [JOHNSON, 2003, p.42, grifo nosso]

Assim, os algoritmos genéticos de Holland simulavam *evolução*. Simulavam a *auto-organização* de sistemas complexos adaptativos no *tempo*. No programa criado por Holland, o programador daria os parâmetros iniciais que definiriam a adequação genética – as regras locais para a interação entre as partes do sistema –, e o software faria o sistema evoluir. Holland realizou

suas pesquisas entre as décadas de 1960 e 1970, no entanto, sem contar com o suporte de uma tecnologia plena ou mesmo, suficientemente desenvolvida para explorar as possibilidades de seus algoritmos genéticos.

Com o desenvolvimento de computadores com maior capacidade de processamento já na década de 1980, começou a ser possível explorar as possibilidades dos algoritmos de Holland. Em uma dessas explorações, focalizou-se exclusivamente a simulação do comportamento das formigas. Nos insetos sociais como as formigas, a *emergência* de um macro-comportamento adaptativo observável – o que pode ser compreendido como a *inteligência* do sistema –, é o que garante seu sucesso evolutivo, sua sobrevivência. Essas mesmas características podem ser observadas em outros sistemas complexos adaptativos, como o cérebro, ou as cidades, por exemplo. Todos esses sistemas caracterizam-se por se auto-organizarem em uma perspectiva bottom-up. Compreender a emergência no contexto da auto-organização implica em entender a lógica bottom-up, onde as interações desempenham papel fundamental.

Atualmente as simulações de sistemas emergentes tem sido aplicadas ao desenvolvimento de *software* para redes de computadores, tendo ampla utilização em sistemas para a *Web*. Segundo Johnson,

“Os algoritmos buscadores de padrões e que estão nos softwares emergentes

já começaram a se tornar um dos principais mecanismos da grande parafernália da vida social moderna [...]. Atualmente, o software inteligente já circula pelos cabos para juntar amantes de livros ou parceiros potenciais. No futuro, nossas redes serão acariciadas por um milhão de mãos invisíveis, à procura de padrões na sopa digital, à procura de vizinhos em uma terra onde cada um é, por definição, estrangeiro.” [JOHNSON, 2003, p.93]

Assim, a exploração da emergência, como mais uma fase do estudo e compreensão da auto-organização em sistemas complexos, constitui um elemento capaz de contribuir para a articulação de um *pensar complexo*.

1.3_ A Epistemologia da Complexidade

“O estudo do fenômeno complexo pode [...] ser visto como um edifício de vários andares. O andar térreo consiste de três teorias (informação, cibernética e sistemas) e contém as ferramentas necessárias ao desenvolvimento de uma teoria da organização. No segundo andar estão as idéias de von Neumann, von Foerster, Atlan e Prigogine em auto-organização. Eu acrescentei algumas outras partes ao edifício, particularmente o princípio dialógico, o princípio da recursão e o princípio hologramático.”⁸⁴ [MORIN, 1996, p.13, tradução nossa]

No campo da epistemologia, ou seja, do

método, ou do estudo crítico dos princípios, a complexidade surge com força de transformação. Edgar Morin, Humberto Maturana e Francisco Varela constituem referências de caráter basilar. Mas, o que podemos compreender como um *pensar complexo*? Nelson Fiedler-Ferrara explica que,

“O pensar complexo não afirma que ‘tudo é complexo’, sinônimo de ‘não se pode compreender’. Não é um pensamento da imprecisão, da incerteza – apesar de incluir a imprecisão e a incerteza. A sua finalidade é servir de base para construir conceitos e metodologias – utensílios de pensamento, reflexão e ação no mundo – para articular saberes especializados. Ele não forma uma ‘teoria acabada’, mas sim um equipamento conceitual em curso de elaboração.” [FIEDLER-FERRARA, 2003, p. 2]

Esse pensamento aparece não como uma alternativa ao pensamento clássico na tentativa de controlar o que é real, mas coloca-se num caminho onde se verificam os limites de um pensamento simplificador na intenção de constituir um pensamento capaz de promover o diálogo. Partindo dessa compreensão, a crença numa mudança de direção do pensamento científico que influenciaria a própria estrutura da ciência sem excluir seu caráter racional, encontra desdobramentos no pensamento de Edgar Morin, em seu livro ‘Ciência com consciência’, de 1982, onde tenta construir uma reflexão em direção a um conhecimento capaz de compreender a si próprio, considerando a possibilidade de uma evolução da razão em direção do

⁸⁴ Do original em inglês: “The study of complex phenomena can [...] be seen as a building with several floors. The ground floor consists of three theories (information, cybernetics and systems) and contains the tools needed to develop a theory of organization. On the second floor are the ideas of von Neumann, von Foerster, Atlan and Prigogine on self-organization. I have added some other features to the building, notably the dialogical principle, the recursion principle and the hologrammatic principle.” [MORIN, 1996, p.13]

que chama uma *razão complexa*⁸⁵. Essa transformação, como mostra Morin no tomo IV da série 'O Método', "[...] realiza-se no *Arché*-nível da computação/cogitação e no *Arche*-nível da cultura/sociedade", transformando as nossas próprias regras de transformação. Trata-se de uma revolução do *nucleus* generativo."⁸⁶ [MORIN, 2002c, p. 287]

Por muito tempo, a separação entre observador e observação foi essencial ao conhecimento dos fenômenos – objetos de conhecimento. A idéia de determinismo absoluto constitui-se como uma idéia consolidada no âmago do pensamento científico clássico. Segundo Morin, "Descartes formulou este Paradigma mestre do Ocidente, ao separar o sujeito pensante (*ego cogitans*), e a coisa extensa (*res extensa*), quer dizer, filosofia e ciência, e ao colocar como princípio de verdade as idéias «claras e distintas», ou seja, o próprio pensamento disjuntivo" [Morin, 1990, p.16]. Segundo Ferdinand Alquié,

"[...] a obra de Descartes parece toda ela inspirada por uma tripla preocupação: substituir a ciência incerta da Idade Média por uma ciência cuja certeza esteja igual à da matemática, tirar dessa ciência as aplicações práticas que, segundo o célebre 'Discurso do Método', tornarão os homens 'em senhores possuidores da

natureza', situar enfim, a dita ciência relativamente ao Ser, dando assim a solução ao conflito que, nessa época, opõe ciência e religião." [ALQUIÉ, 1987, p.16]

Esse conhecimento científico objetivo implicava na eliminação do indivíduo e da subjetividade – era essencial ao conhecimento científico, *separar* para *conhecer*. A lógica aparece como artifício para eliminar a contradição, baseada nos princípios aristotélicos⁸⁷ da *identidade*, da *não-contradição* e do *terceiro excluído*.

Comportando uma lógica diferente, onde é possível conceber um *terceiro termo incluído*⁸⁸, a razão complexa só encontra sentido dentro de um pensamento complexo, um pensamento do diálogo, e

⁸⁷ " [...] o conjunto das obras de Aristóteles – o *Corpus aristotelicum* – remonta a Andrônico de Rodes, que dirigiu a escola peripatética no séc. I a. C. O conteúdo do *Corpus aristotelicum* apresenta uma distribuição sistemática: Primeiro, os tratados de lógica cujo conjunto recebeu o nome de *Organon* – já que para Aristóteles a lógica não seria uma parte integrante da ciência e da filosofia, mas apenas um instrumento (*organon*) que elas utilizam em sua em sua construção. O *Organon* inclui: as *Categorias*, que estudam os elementos do discurso, os termos da linguagem; *Sobre a Interpretação*, que trata do juízo e da proposição; os *Analíticos (Primeiros e Segundos)*, que se ocupam do raciocínio formal (*silogismo*) e da demonstração científica; os *Tópicos*, que expõe um método de demonstração geral, aplicável a todos os setores, tanto nas discussões práticas quanto no campo científico; *Dos Argumentos Sofísticos*, que completam os *Tópicos* e investigam os tipos principais de argumentos capciosos." [FLORIDO, J. (Org.), 2004, p.10-11] Ver: ARISTÓTELES. *Organon*. Tradução e notas de Pinharanda Gomes. São Paulo: Editora Nova Cultural, 2004. p.79-140. (Os Pensadores, Aristóteles).

⁸⁸ A *lógica do terceiro incluído* é uma alternativa ao reducionismo, vindo de encontro à *lógica do terceiro excluído* formulada por Aristóteles. Essa lógica, segundo Maria F. de Mello, se apóia na noção de sistema aberto, no qual um par de opostos, A e não A, regido por um dado grupo de leis, e no qual cada elemento do par exclui o outro, pode encontrar um terceiro termo T, regido por outro conjunto de leis, onde a polaridade A, não-A é resolvida. Esse estado T gera um novo par de opostos que, por sua vez, vai se resolver em um novo estado T, e assim sucessivamente. O termo T integra os opostos, e, nesse sentido, amplia o campo cognitivo e a consciência. MELLO, M. F. *Mediação permeada pela Transdisciplinaridade*. Mesa redonda sobre os "Novos paradigmas da Mediação". Disponível em: <<http://www.cetrans.futuro.usp.br>>. Acesso em 25 ago. 2004.

⁸⁵ "A razão fechada era simplificadora. Não podia enfrentar a complexidade da relação sujeito-objeto, ordem-desordem. A razão complexa pode reconhecer estas relações fundamentais." Ver: MORIN, E. *Ciência com Consciência*. Tradução Maria Gabriela de Bragança. Mem Martins: Publicações Europa-América, 1982. p. 214.

⁸⁶ MORIN, E. *O Método 4. As Idéias – habitat, vida, costumes, organização*. Tradução de Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina, 2002. p. 287]

deve ser capaz de reconhecer a complexidade das relações fundamentais entre sujeito, objeto, entre ordem, desordem e organização. Segundo Morin,

“A razão complexa já não concebe em oposição absoluta, mas em oposição relativa, isto é, também em complementaridade, em comunicação, em trocas, os termos até ali antinômicos: inteligência e afetividade; razão e desrazão. Homo já não é apenas sapiens, mas sapiens-demens”. [MORIN, 1982, p. 214]

Ainda, na medida em que propõe a inclusão do sujeito observador como fundamental ao processo de conhecimento, essa razão complexa resgata a essência do pensamento sofista, banida por séculos da história do pensamento ocidental. Bárbara Cassin⁸⁹ relata o banimento:

“A primeira sofística perdeu a guerra filosófica: Platão e Aristóteles reduziram-na ao *psêudos*, não-ser, falso, falsificação, e a relegaram ao estatuto de má retórica, vazia de sentido. Expulsão bem sucedida: a segunda sofística pertencerá então não ao corpus dos filósofos, mas ao dos oradores: se quase não se hesita mais em lhe conceder apenas uma existência real, isolável, é necessário constatar que a importância que lhe atribuímos é sempre somente histórica e literária.” [CASSIN, 1990, P.13]

Para os sofistas da Grécia antiga, o homem, o sujeito da observação, era ‘a medida de todas as coisas’⁹⁰. Esses gregos construíram um pensamento que era capaz de se relacionar com o mundo dos fenômenos abrigando a contradição, a incerteza, o relativismo, incluindo o observador na observação. Bárbara Cassin considera que,

“Para fazer justiça a seu ‘relativismo’, é preciso sem dúvida compreender que o homem é medida [...] também no sentido das palavras e das frases: a cada um sua significação. Não há nada de deplorável no fato de que, se digo uma coisa, vocês entendam outra; é isso mesmo que nos permite entrar em acordo.” [CASSIN, 1990, P.279-280]

O resgate desse pensamento surge em um contexto em que, questões levantadas no âmago do pensamento científico encaminham para uma revisão do pensamento racional. Essas questões referem-se, sobretudo, a uma necessidade de repensar a relação entre sujeitos e objetos do conhecimento científico. Morin discute a questão, mostrando as limitações de um pensamento redutor no que concerne à consideração fundamental da organização. Segundo o pesquisador,

“O fato de todo objeto poder ser definido a partir de leis gerais às quais ele é submetido e a partir de unidades elementares pelas quais ele é constituído exclui todas as referências

⁸⁹ **Bárbara Cassin**, nascida em 1929, é Filóloga e filósofa, é diretora do CNRS [Centre National de la Recherche Scientifique] e co-diretora da coleção L'Ordre Philosophique das Editions du Seuil. Especialista em antiguidade clássica, e também em sua relação com a modernidade, ela procura compreender as relações entre filosofia, desde os primeiros escritos pré socráticos de ontologia e outros, como a sofística, a retórica, a literatura.

⁹⁰ Mais célebre frase de Protágoras que foi, diz-se, o primeiro dos sofistas do qual chegaram até os nossos dias, apenas duas frases: “O homem é a medida de todas as coisas: daquelas que são, que são, daquelas que não são, que não são.” In: CASSIN, B. **Ensaio Sofístico**. Tradução de Ana Lúcia de Oliveira e Lúcia Cláudia Leão; Transliteração do grego e revisão técnica e filosófica de Maura Iglesias. São Paulo: Siciliano, 1990, p.9.

ao observador e ao ambiente, e a referência à organização do objeto só pode ser acessória.” [MORIN, 2003, p.125]

As propostas convergem para o fato de que o sujeito observador nas ciências deve aprender a agir no limite em que aparecem a imprecisão e a ambigüidade. Esse observador precisa compreender a complexidade para não mutilar o objeto pela própria natureza da sua observação. O observador, no contexto de um pensar complexo, está incluído na própria observação. Essas noções interferem na construção do próprio conceito de sistema que, segundo Morin, “só pode ser construído na e pela transação sujeito/objeto, e não na eliminação de um pelo outro.” [MORIN, 2003, p.178]. Nesse contexto, Morin ressalta ainda a essencialidade da idéia de organização no âmbito de um pensar complexo. Segundo afirma,

“[...] saltar diretamente das inter-relações ao sistema, retroceder diretamente dos sistemas às inter-relações, como fazem os sistemistas que ignoram a idéia de organização, é mutilar e desvertebrar o próprio conceito de sistema.” [MORIN, 2003, p.164]

Com os seis tomos da série ‘O Método’, Morin vem concentrando esforços no sentido de construir uma epistemologia⁹¹ da complexidade. A intenção que move o

⁹¹ Segundo o Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa Folha / Aurélio: **Epistemologia**. s. f. Filos. Estudo crítico dos princípios, hipóteses e resultados das ciências já constituídas, e que visa a determinar os fundamentos lógicos, o valor e o alcance objetivo delas. In: FERREIRA, A. B. H. Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa. Obra em 19 fascículos semanais encadernados da Folha de S. Paulo, de outubro de 1994 a fevereiro de 1995. São Paulo: Editora Nova Fronteira, 1995.

esforço do pensador conforma-se no sentido de re-conectar conhecimentos de diversas disciplinas, num movimento que edifica a face de um *pensar complexo*, tecendo juntas ciências da natureza (física, biologia, etc.), ciências formais (matemática, geometria, etc.) e antropossociologia, seguindo o percurso que se constrói da cibernética, da teoria da informação e da teoria dos sistemas, aos estudos sobre auto-organização e emergência.

Segundo a pesquisadora Izabel Petraglia⁹² do Núcleo Interinstitucional de Investigação da Complexidade, o termo *complexidade*, enquanto definição, surge na obra de Edgar Morin a partir do final dos anos 1960. Em texto onde fala sobre o percurso de construção de seu pensamento, Morin declara que desde seus primeiros livros, confrontou-se com a idéia de complexidade, mas que, o emprego ou a ocorrência da palavra *complexidade*, veio posteriormente, fruto de um longo processo de investigação e reflexão:

“Desde os meus primeiros livros, confrontei-me com a complexidade, que se tornou o denominador comum de tantos trabalhos diversos que a muitos pareceram dispersos. Mas a própria palavra complexidade não me vinha ao espírito, foi preciso aguardar os finais dos anos 60 para que ela surgisse veiculada pela teoria da informação, pela cibernética, pela teoria dos sistemas, pelo conceito de auto-organização e para que emergisse sob

⁹² Isabel Cristina Petraglia é Pedagoga e Doutora em Educação pela USP – Universidade de São Paulo. É coordenadora do Núcleo Interinstitucional de Investigações da Complexidade – NIIC.

minha caneta, ou antes, sobre o meu teclado.” [MORIN, 1990, p.10]

Morin, que construíra um histórico de preocupações políticas e sociais, participando ativamente como combatente da resistência francesa na Segunda Guerra Mundial, e tendo sido filiado ao Partido Comunista Francês, do qual foi expulso em 1951 por divergências ideológicas, envolveu-se, nas décadas de 50 e 60, com a crítica à realidade sob os aspectos sociais, políticos, artísticos, literários, científicos, filosóficos e humanos. Segundo Petraglia, o ano de 1968 é marcado por muitas interrogações expressas na obra de Morin. Segundo a pesquisadora,

“Este ano forte o impulsionou a voltar a ser estudante. De 1968 a 1975, integrou um grupo de estudos chamado ‘Grupo dos 10’. Este grupo de discussão composto por ciberneticista e biólogos o fez descobrir que a cibernética não trata de uma redução a sistemas mecanicistas, mas é uma introdução à complexidade.” [PETRAGLIA, 1995, p.27]

Contemporâneo de Henri Atlan e Ilya Prigogine, Edgar Morin sofreu ao longo de sua vida várias influências. No contexto da construção de uma reflexão epistemológica da complexidade, Henri Atlan afirma que,

“Edgar Morin com sua pesquisa, cujo ponto de partida foi marcado por *Le Paradigme Perdu: La Nature Humaine* [O Paradigma Perdido: A Natureza Humana], René Thom com sua *Teoria das Catástrofes*, e Raymond Ruyer com *La Gnose de Princeton* [A Gnose de

Princeton], cada qual num gênero diferente e irredutível, desencadearam novas interrogações, essencialmente metodológicas, quanto a diversas novas abordagens de um antigo problema: quais as implicações dos fatos da experiência pelos quais constatamos ou encontramos [criamos?] uma ‘ordem na natureza’?” [ATLAN, 1992, p.11]

A Epistemologia da complexidade construída no cerne do pensamento de Morin funciona – como afirma o próprio autor, como um rio, no fundo de um vale, para o qual convergem todas as águas. Segundo o pesquisador,

“Inspirado no ‘Espírito do Vale’, [capítulo] do Tao Te Ching, de Lao-Tsé, queria me tornar o vale para onde confluem todas essas idéias novas. Desejava que elas se conjugassem com minha cultura antiga, histórica, filosófica e literária, para discernir de que maneira é possível pensar em nossa época. Queria encontrar os instrumentos que permitissem interligar conhecimentos dispersos e distintos.”⁹³ [MORIN, 2005, p.1]

Articuladas com essa filosofia oriental, emergem, nos trabalhos de Morin, as noções de ordem, desordem, organização, sujeito, autonomia e auto-eco-organização, como elementos decorrentes e presentes na complexidade.

Uma outra entrada para uma epistemologia da complexidade dá-se

⁹³ MORIN, E. Harmonia dos extremos [jan. 2005]. Entrevistadores: Redação Jornal Folha de S. Paulo. Tradução de Clara Allain. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 09 jan. 2005. Folha Mais. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mais/fs0901200505.htm>>. Acesso em: 09 jan. 2005.

pelo pensamento dos biólogos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela. Contemporâneo de Edgar Morin, o biólogo Humberto Maturana, nascido no Chile em 1928, é atualmente professor na Universidade do Chile.

Aluno de Maturana, o também biólogo Francisco Varela, nascido no Chile, depois de ter trabalhado nos EUA, mudou-se para a França, onde passou a ser diretor de pesquisas no CNRS (Centro Nacional de Pesquisas Científicas) no Laboratório de Neurociências Cognitivas do Hospital Universitário da Salpêtrière, em Paris, além de professor da Escola Politécnica, também em Paris.

O interesse dos biólogos se orientou para a compreensão do ser vivo e do funcionamento do sistema nervoso, e ainda para a extensão dessa compreensão ao âmbito social humano. Maturana e Varela procuraram, por meio de um verdadeiro entrelaçamento de conhecimentos provenientes de diversas disciplinas, ampliar a visão fazendo interagir biologia, sociologia, antropologia e ética, na construção de uma epistemologia da complexidade.

Uma das grandes preocupações emergentes na obra dos cientistas refere-se à necessidade de se compreender o processo de conhecimento humano do mundo – da realidade objetiva. No livro 'A árvore do conhecimento', publicado pela primeira vez em 1984, eles colocam como ponto de partida a seguinte questão: "[...] a vida é um processo de conhecimento; assim, se o objetivo é compreendê-la, é

necessário entender como os seres vivos conhecem o mundo." [MATURANA; VARELA, 2004, prefácio]. Com essa preocupação, os autores discutem questões ligadas ao processo mesmo de conhecer, a consideração da relatividade da observação e da incerteza, a relação intrínseca entre organismos e o meio ambiente. Essas questões perpassam toda a obra dos pesquisadores.

Um dos conceitos centrais na visão dos autores, a noção de *autopoiese*, ou *organização autopoietica*, levanta a questão da capacidade de auto-produção dos organismos, uma característica inerente ao que chamamos de vida. Nesse sentido, o ponto crucial é a questão das interações que viabilizam essa auto-produção em sistemas onde a flexibilidade e a possibilidade de complexificação, segundo os autores, é praticamente ilimitada.

O conceito de autopoiese já extrapolou a obra desses dois grandes nomes, tendo sido utilizado, como afirma o professor Nelson Fiedler-Ferrara, por alguns autores trabalhando em educação, mais especificamente no que concerne à possibilidade de autoformação nos processos educacionais, encontrando eco no pensamento arquitetônico de expoentes contemporâneos como o arquiteto Ali Rahim, professor da *University of Pennsylvania*.

De um modo geral, como procedemos aqui através dos trabalhos de Edgar Morin, Humberto Maturana e Francisco Varela, a entrada pela epistemologia da

complexidade visa ajudar a compreender como se articula o 'pensar complexo'. Isso implica em entender como cada um dos aportes teóricos da complexidade – veiculados principalmente pela cibernética, pela teoria dos sistemas, pela teoria da informação, pelos estudos em auto-organização, e um vasto universo relacionado, contribuem para a construção de um *método de conhecer*. Em 'Ciência com Consciência', de 1982, Morin tenta articular diferentes aportes teóricos em um percurso onde apresenta parâmetros capazes de orientar a compreensão do que é *complexo*.

Com a intenção central de definir balizas para orientar a busca por afinidades entre a *complexidade* – ou um *pensar complexo* – e os processos de design em arquitetura, tentamos articular as reflexões de Edgar Morin, Humberto Maturana e Francisco Varela, discutindo e ilustrando a estrutura proposta por Morin em 'Ciência com Consciência' [MORIN, 1982, p. 237-240]. Complementamos as aproximações a partir de diversas leituras que se relacionam ao tema, realizadas no decorrer da pesquisa que convergiu na elaboração do presente capítulo, nas mais diversas áreas do conhecimento.

O *primeiro parâmetro*, coloca a necessidade de associar o objeto (sistema) ao seu ambiente. Esse parâmetro trata da relação intrínseca entre o organismo vivo e o ambiente em que se insere. Um exemplo recorrente, mostra a impossibilidade de estudar a inteligência de um animal, o chipanzé,

por exemplo, isolando-o de seu ambiente em um laboratório. Excluído de seu ambiente, na impossibilidade de concretizar suas interações sociais e ecológicas, o chipanzé é um ser incompleto. Varela e Maturana discutem a questão da relação indissociável entre organismo – enquanto sistema autopoietico – e o meio, mostrando que,

"Organismo e meio variam de modo independente; os organismos variam em cada etapa reprodutiva e o meio segundo uma dinâmica deferente. Do encontro dessas duas variações surgirão a estabilização e a diversificação fenotípicas, como resultado do mesmo processo de conservação da adaptação e da autopoiese." [MATURANA; VARELA, 2004, P.125]

Assim, podemos compreender mais claramente o princípio de auto-eco-organização, podendo-se considerar que a autonomia de um organismo vivo é proporcional à intensidade da relação desse organismo com seu ambiente. É importante esclarecer aqui que, como afirmam os pesquisadores [MATURANA; VARELA, 2004, P.113], deve-se ter cuidado ao compreender esse processo como um processo que implica *seleção*. *Seleção* para Maturana e Varela consiste em uma "[...] seleção de caminhos de mudança estrutural." [MATURANA; VARELA, 2004, P.113], um sentido diverso do incorporado com a divulgação das idéias que Darwin enunciara no seu *A Origem das Espécies* – 'uma fonte de interações instrutivas do meio'. Na compreensão dos biólogos chilenos, nesse processo,

não só “[...] o meio pode ser visto como um contínuo ‘seletor’ das mudanças estruturais que o organismo experimenta em sua ontogenia,” [MATURANA; VARELA, 2004, P.115] mas também, o organismo pode ser visto como um contínuo ‘seletor’ das mudanças estruturais no ambiente. No que chamam *acoplamento estrutural*, organismo e meio sofrem transformações. Segundo os pesquisadores,

“[...] a manutenção dos organismos como sistemas dinâmicos em seu meio aparece como centrada em uma compatibilidade organismo/meio. É o que chamamos *adaptação*.” [MATURANA; VARELA, 2004, P.115]

Assim, a conservação da *autopoiese* e a manutenção da *adaptação* são condições essenciais à existência dos organismos vivos. No tomo II de ‘O Método’, Morin reafirma esse – ao qual refere-se como *paradigma ecológico* –, como um princípio de complexidade. Segundo o pesquisador,

“O paradigma ecológico comporta e associa duas idéias-chave: a idéia de

sistema e a idéia de *oikos* organização e a idéia de *eco* auto-relação

Por isso esse paradigma comporta um princípio de complexidade.”⁹⁴ [MORIN, 2002a, p. 108]

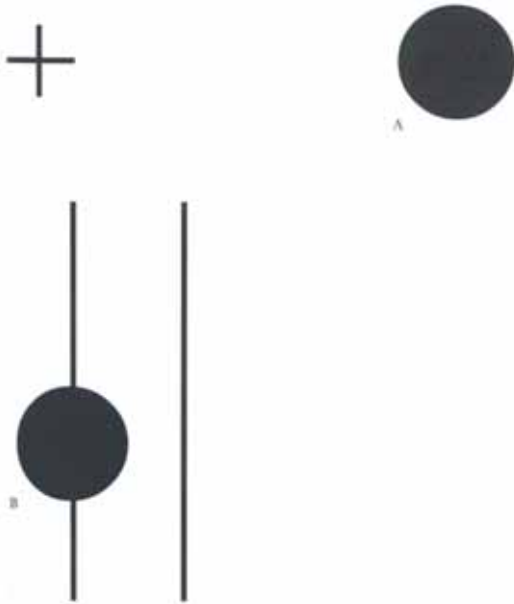
Transportando essas questões para uma arquitetura capaz de comportar a complexidade, esta, enquanto *processo no tempo*, deve ser compreendida como um *sistema complexo* – simultaneamente aberto e fechado – que se auto-organiza a partir de interações dinâmicas entre sujeitos, objetos e ambiente.

O *segundo parâmetro* coloca a necessidade de ligar o objeto a seu observador. A objetividade do conhecimento científico colocava a necessidade de uma observação imparcial por parte do cientista observador, separando sujeito e objeto. No entanto, a partir do momento em que se amplia a compreensão do objeto – se for organizado e, sobretudo, se for organizante –, como um *sistema*, pode-se considerar que o observador integra o próprio sistema – um *sistema complexo, auto-organizado*. Segundo Morin, “A noção de sistema assim entendida conduz o sujeito não apenas a verificar a observação, mas a integrar a auto-observação ao sistema.” [MORIN, 2003, 179]. Essa compreensão eclodiu em áreas que ilustram os extremos do conhecimento da realidade pelas ciências, como a microfísica e a antropologia. A antropologia, por exemplo, desenvolveu uma autocrítica onde o antropólogo deve aprender a relativizar seu próprio ponto de vista no processo de conhecimento de seu objeto de estudo – o homem, os grupos humanos.

Utilizando exercícios simples ligados à peculiaridades da percepção visual humana como o exercício do ponto cego

⁹⁴ Em O Método 2, de onde foi extraída a presente citação, Morin explica a origem do termo utilizado: “*Oikos*: esse termo que designa o habitat originou a ecologia e a ecúmena [a terra habitada, concebida como universo]. Ver: MORIN, E. *O Método 2: a vida da vida*. Tradução de Marina Lobo. Porto Alegre: Sulina, 2002.

reproduzido a seguir, Maturana e Varela tentam problematizar a questão da observação.



009 | 1_ Experiência do Ponto Cego.

A orientação dos autores para o leitor é de que cubram o olho esquerdo e olhem fixamente para a cruz desenhada no canto superior esquerdo da figura referida a uma distância de cerca de 40 centímetros. O efeito: o ponto negro desaparece. Os biólogos têm a intenção de mostrar que,

“Na verdade, tais experimentos – ou muitos outros similares – contém de maneira capsular o sabor da essência do que queremos dizer. Eles nos mostram como nossa experiência está indissolavelmente atrelada à nossa estrutura. Não vemos o espaço do mundo, vivemos nosso campo visual.”
[MATURANA; VARELA, 2004, p. 28]

A observação é função do observador e o objeto (sistema) é composto em função dessa observação. Aquele que observa não tem como se desvincular do sistema que observa para observar.

O **terceiro parâmetro** coloca que o objeto já não é principalmente objeto se for organizado e, sobretudo, se for organizante – vivo, social: esse objeto pode ser considerado um sistema. Essa noção de sistema considera que um todo é simultaneamente mais e menos que a soma de suas partes constituintes, mais pelas emergências que a sua organização produz e que retroagem sobre esta mesma organização. Um exemplo interessante para ilustrar essas colocações pode ser a observação da trama de um tecido. O tecido (o todo) não é simplesmente um conjunto de fios, ele é o resultado das interações, das relações constituídas entre esses fios organizados na trama, tecida por um homem, ou por uma máquina.

Essa compreensão de uma problemática complexa da organização, parte principalmente da cibernética e da teoria dos sistemas em um primeiro momento, se desenvolvendo em diálogo com os estudos sobre auto-organização em diversos campos como as ciências da computação e a biologia.

Podemos relacionar nesse parâmetro, o que Maturana e Varela chamam de **organização autopoietica**, ou seja, a possibilidade de organismos vivos reproduzirem de modo contínuo a si próprios, estando as partes constituintes do que chamam *'unidades*

autopoiéticas' dinamicamente relacionadas numa rede contínua de interações. As unidades autopoiéticas podem, assim, ser consideradas sistemas complexos.

Morin, no primeiro volume de 'O Método', ilustra uma noção enriquecida das relações entre parte e todo, mostrando que,

"O circuito explicativo todo/partes não pode [...] escamotear a idéia de organização. Ele deve, portanto, ser enriquecido da seguinte forma:



[...]. Assim, o sistema deve ser concebido segundo uma constelação conceitual em que ele poderá enfim tomar forma complexa."⁹⁵ [MORIN, 2003, p. 159]

Em complementaridade a esse parâmetro coloca-se o *princípio hologramático* proposto por Morin, que ressalta o aparente paradoxo de certos sistemas onde "[...] não somente a parte está presente no todo, mas o todo está presente na parte."⁹⁶ [MORIN, 1996, p.14, tradução nossa]. O pensador ilustra esse princípio dizendo que, por exemplo, podemos considerar que o patrimônio genético está presente em cada célula individual, do mesmo modo que um indivíduo é parte de uma sociedade e que a sociedade está presente em cada indivíduo.

⁹⁵ MORIN, E. *O Método 1: a natureza da natureza*. Tradução de Ilana Heineberg. Porto Alegre: Editora Sulina, 2003. p. 159.

⁹⁶ **Do original em inglês:** "[...] not only are the part present in the whole, but the whole is present in the part." [MORIN, 1996, p.14]

O *quarto parâmetro* considera que o elemento *simples* desintegrou-se. A obsessão por conseguir chegar em ciências sempre ao elementar, à unidade absoluta – o que foi inegavelmente fértil na história das ciências físicas e biológicas, produzindo avanços importantes no conhecimento da natureza – eliminou incessantemente o incerto, o contraditório, que acabaram por emergir naturalmente a partir da própria ciência. Descobertas desestabilizaram um universo determinista e levaram à necessidade de pensar simultaneamente ordem-desordem-organização e considerar o caráter simultaneamente complementar, e antagônico destes termos. Morin ilustra com clareza esse parâmetro na primeira parte de 'O Método I', relacionando a ordem, a desordem e a organização. Segundo o pesquisador,

"[...] a ordem, perdendo seu caráter absoluto, nos obriga a considerar o mais profundo mistério que, como todos os grandes mistérios, é coberto pela mais obtusa evidência: o desaparecimento de Leis da Natureza coloca enfim a questão da natureza das leis. Somos mais uma vez remetidos ao tetrálogo:



A co-produção da ordem e da desordem. A ordem que se rompe e se transforma, na presença da desordem, o surgimento da organização, suscitam exigências fundamentais: toda teoria a

partir de agora deve conter a marca da desordem e da desintegração, toda teoria deve relativizar a desordem, toda teoria deve nuclear o conceito de organização." [MORIN, 2003, p.104]

É sobremaneira importante considerar aqui, ainda, a questão do tempo. O processo através do qual é possível pensar simultaneamente ordem-desordem-organização, acontece em função de um *tempo complexo* – um tempo irreversível, o tempo da evolução, de interações complexas. Esse tempo complexo, como afirma Morin, é uma trama tecida pela interação simultânea de tempos diversos. Morin diz que

"A complexidade do tempo real está nesse sincretismo rico. Todos esses tempos diversos estão presentes, agindo e interferindo no ser vivo e, certamente, no homem: todo ser vivo, todo humano, traz em si o tempo do acontecimento/acidente/catástrofe (o nascimento, a morte), o tempo da desintegração (a senilidade que, via morte, conduz à decomposição), o tempo do desenvolvimento organizacional (a ontogênese do indivíduo), o tempo da reiteração (a repetição cotidiana, sazonal, dos ciclos, ritmos e atividades), o tempo da estabilização (homeostase). De maneira refinada, o tempo catastrófico e o tempo da desintegração se inscrevem no ciclo reiterativo, ordenado/organizador (os nascimentos e as mortes são constitutivos do ciclo de recomeço, de reprodução). E todos esses tempos se inscrevem na hemorragia irreversível do cosmos." [MORIN, 2003, p. 114]

O quinto e último parâmetro coloca a questão da confrontação e da

contradição. Na lógica aristotélica, o surgimento de uma *contradição* era indicativo de *erro*. No entanto, em muitos casos observa-se que essa contradição pode assinalar a complexidade de um dado objeto que ainda não temos conhecimento ou instrumentos suficientes para compreender. Aceitar a contradição é aceitar a multidimensionalidade e a complexidade das relações que constituem um objeto (sistema). Para aceitar a contradição, é preciso relativizar o princípio tornado imperativo e universal pela lógica clássica – o princípio aristotélico do terceiro excluído, que tem o objetivo de *eliminar a contradição* no ato de conhecer. Segundo Morin, "O princípio do terceiro excluído é suspenso em todas as proposições incertas (quando é impossível fornecer uma prova a favor ou contra elas) [...]" e, "[...] pode se achar suspenso onde o pensamento tem a necessidade racional de associar duas proposições contrárias."⁹⁷ [MORIN, 2002c, p. 245]

Com esse conjunto de parâmetros, podemos começar a compreender o que implica um 'pensar complexo'. *Pensar complexo*, para confrontar problemas nas mais diversas áreas do conhecimento, e aí incluímos a arquitetura, significa propor a recuperação de um caminho, um método de conhecimento, que deve ligar o objeto ao sujeito e ao seu ambiente; deve considerar a possibilidade de esse objeto não ser apenas um objeto se for

⁹⁷ MORIN, E. *O Método 4. As Idéias – habitat, vida, costumes, organização*. Porto alegre: Editora Sulina, 2002. p. 245.

organizado e, sobretudo, organizante, considerando-o como *sistema-organização* e levantando os problemas complexos da organização; deve respeitar a multidimensionalidade dos seres e das coisas; deve considerar um tempo complexo, onde interagem todos os diversos tempos, num diálogo simultâneo e fluido; deve trabalhar dialogar com a incerteza, com o irracionalizável; não deve desintegrar o mundo dos fenômenos, mas tentar dar conta dele mutilando-o o menos possível.

1.4_ Complexidade e Arquitetura

A partir da abordagem do presente capítulo esperamos fornecer parâmetros iniciais para tecer as relações entre complexidade e processos de design em arquitetura.

A intenção central nos capítulos seguintes será observar as diferentes formas de incorporação da complexidade, de um pensar complexo, nos processos de design, considerando os recortes temporais propostos. Nesse sentido, o professor Fiedler-Ferrara, chama a atenção para o fato de que:

“É preciso tomar cuidado, na minha opinião, porquê você tem um problema, que é a arquitetura, no caso, um problema eminentemente complexo e, ao tratar esse problema complexo, o método reducionista não é suficiente para dar respostas. O indivíduo, teoricamente, sempre esteve envolvido com problemas complexos, problemas reais, no mundo real, que, em geral, são complexos. Mas ele usava, até o século

XVIII, ou XIX, principalmente, o reducionismo como estratégia para tentar atacar os problemas do real. E ele continua atacando os problemas do real, só que, com uma estratégia que não é reducionista: a partir da consideração da complexidade do objeto; das articulações que se dão entre as disciplinas que eles articulam; da possibilidade de processos de emergência, de auto-organização.” [FIEDLER-FERRARA, 2004]

Assim, é a partir desse pensamento do diálogo, que nos colocamos para procurar relações com um *pensar complexo em arquitetura*, que emergiu à mesma época em que Edgar Morin gestava sua obra prima, ‘O Método’. A concepção de uma arquitetura da complexidade, levantada já na década de 1960 por nomes como Yona Friedman na França, Cedric Price na Inglaterra, os arquitetos do grupo inglês Archigram, os Metabolistas no Japão, entre outros, desencadeia questionamentos na base do pensamento arquitetônico. Desdobramentos desses questionamentos podem ser verificados nos trabalhos contemporâneos de arquitetos com forte ligação com o pensamento digital como o norte-americano Greg Lynn, os pesquisadores dos grupos EDG do Massachusetts Institute of Technology dos Estados Unidos e do EmTech da Architectural Association de Londres, para citar alguns aos quais nos referiremos nos capítulos ulteriores.

02

ALL WATCHED OVER
BY MACHINES OF LOVING GRACE
(GREENE, 1969, p.239)

I like to think (and
the sooner the better!)
of a cybernetic meadow
where mammals and computers
live together in mutually
programming harmony
like pure water
touching the clear sky

I like to think
(right now, please!)
of a cybernetic forest
filled with pines and electronics
where deer stroll peacefully
past computers
as if they were flowers
with spinning blossoms

I like to think
(it has to be!)
of a cybernetic ecology
where we are free of our labours
and joined back to nature
returning to our mammal
brothers and sisters
and all watched over
by machines of loving grace.

The Realist

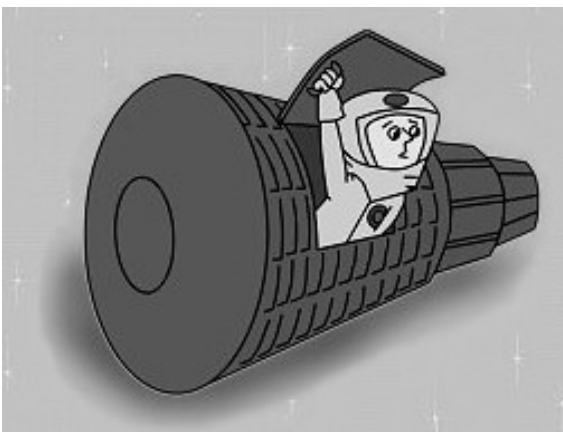
arquitetura e complexidade_ 1960+1970

2.1_ Arquitetura+



001 | 2_ o homem e suas extensões eletrônicas. Desenho anatômico do século XVII lado ao lado com uma armadura equipada na qual o motor impulsionado pelos nervos e músculos está conectado a músculos artificiais incrementando a performance mecânica humana.

Nos anos 1960 e 1970, a corrida espacial estimulada pela tensão da Guerra Fria entre as grandes potências hegemônicas – Estados Unidos e União Soviética –, se misturava com as fantasias consumistas de uma cultura *pop* difundida globalmente por poderosos meios de comunicação de massa – o cinema e a televisão. Em 1969 o homem chega à lua e o desafio de projetar e construir uma cápsula espacial – uma espécie de ecossistema em miniatura – é um estímulo à criatividade em ciência, tecnologia, em arquitetura.



002 | 2_ o astronauta Capitão Anthony Nelson saindo de sua cápsula. “Quando o lançamento de um foguete para uma missão espacial dá errado, seu astronauta, Capitão Anthony Nelson, se encontra encalhado em uma ilha deserta. Lá, ele acha uma bonita garrafa antiga caída na areia. Quando Tony abre a garrafa, fica chocado ao achar uma linda gênia de 2000 anos de idade, chamada Jeannie, que o chama de seu novo Mestre, prometendo lhe conceder qualquer coisa ele desejar.”⁹⁸ Seriado originalmente exibido pela NBC, tendo sido produzido a partir de 1 de setembro de 1964. Produzido e criado por Sidney Sheldon Categoria Comédia de Ficção Científica.

Nesse contexto, o universo dos heróis de histórias em quadrinho e suas adaptações para cinema e televisão, junto a um imaginário fantástico da ficção científica ajudaram a difundir novos modos de vida para uma sociedade industrializada, ávida por incorporar ao cotidiano, avanços científicos e tecnológicos de ponta.



003 | 2_ 2001 uma odisséia no espaço: cenas do filme.

⁹⁸ Do original em inglês: “When the rocket launch for a space mission goes awry, its astronaut, Captain Anthony Nelson, finds himself stranded on a desert island. There, he finds a beautiful antique bottle lying there on the sand. When Tony opens the bottle, he is shocked to find a beautiful, 2,000-year-old genie named Jeannie, who is now calling him her new Master and willing to grant him anything he wishes.” In: TV.COM. **Dream of a Jeannie**. Disponível em: <<http://www.tv.com/i-dream-of-jeannie/show/608>> Acesso em: 13 dez. 2005.

Em um movimento alavancado pelas pesquisas dos anos 1940 em campos como a cibernética, a teoria dos sistemas, a teoria da informação, pelos trabalhos do britânico Alan Turing, e impulsionado pelas tensões do pós-guerra entre as potências mundiais, as máquinas passaram dos primeiros autômatos que funcionavam em base estritamente de mecanismos de relógio a máquinas automáticas com receptores para mensagens externas – as *máquinas computadoras*.



004 | 2_ Terra vista do espaço. "Sobre nuvens abaixo a 130 milhas náuticas de distância, o astronauta Mark C. Lee flutua sem cordões, 1994."⁹⁹

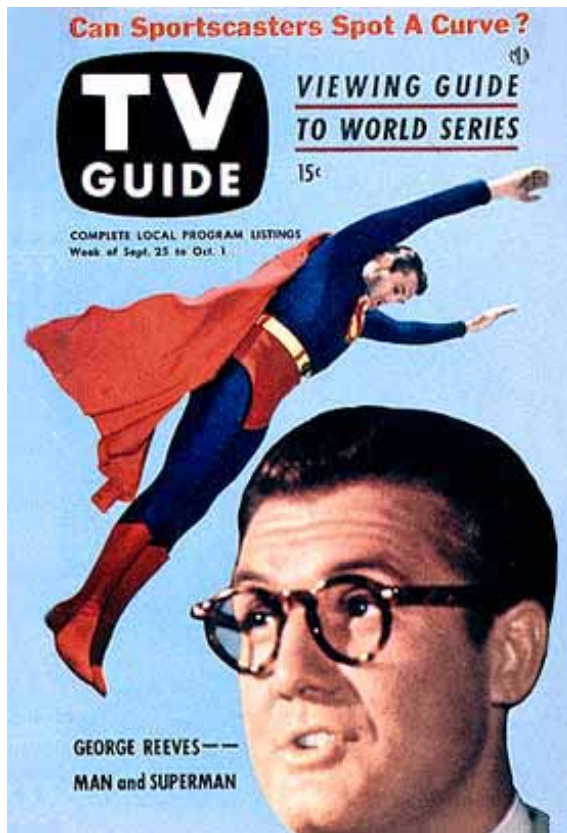
⁹⁹ Do original em Inglês: 'Back dropped against clouds 130 nautical miles below, astronaut Mark C. Lee floats without tethers, 1994.' In: FUNDACION TELEFONICA. *Ingravidos*. Disponível em: <<http://www.fundacion.telefonica.com/at/ingravidos/paginas/ec1.html>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

Tempos em que o homem experimentava a possibilidade de voar, com cada vez mais segurança e conforto cruzando países e fronteiras; viajar para além do planeta a que Buckminster Fuller¹⁰⁰ se referia como 'espaçonave Terra'¹⁰¹; habitar cápsulas espaciais ou subaquáticas, se alimentando de *cápsulas* nutricionais; estender e ultrapassar os limites do corpo através da interação com as tecnologias *eletrônicas*; ser biónico (biológico mais eletrônico); cibernético; ser mais, o **Homem+** anunciado pelo número 2000+ da AD¹⁰² de fevereiro de 1967; o *Super Homem*.

¹⁰⁰ Richard Buckminster Fuller (1895-1983), nasce em Milton, Massachusetts, tendo sido expulso da *Harvard University* durante o primeiro ano de faculdade. Ao longo de sua vida – a que Buckminster se referia como um 'experimento' – recebeu 44 títulos honorários de doutorado, foi condecorado com a '*Gold Medal of the American Institute of Architects*'; '*Gold Medal of the Royal Institute of British Architects*'; e diversas outras, tendo indicado para o 'Prêmio Nobel da Paz'. Entre seus mais relevantes trabalhos podemos citar: 1932_ The portable Dymaxion house manufactured; 1934_ The Dymaxion car; 1938_ *Nine Chains to the Moon*; 1949_ Developed the Geodesic Dome; 1967_ US Pavilion at Expo '67, Montreal, Canada; 1969_ *Operating Manual for Spaceship Earth*; 1970_ *Approaching the Benign Environment*. Disponível em: <<http://architecture.about.com/library/bl-fuller.htm>>.

¹⁰¹ Buckminster Fuller cunhou a expressão '*Spaceship Earth*' – a 'espaçonave terra', um sistema, parte de outros sistemas maiores, capaz de sustentar a vida.

¹⁰² AD: sigla referente ao periódico internacional '*Architectural Design*' editado pela Wiley Academy, Londres, UK.

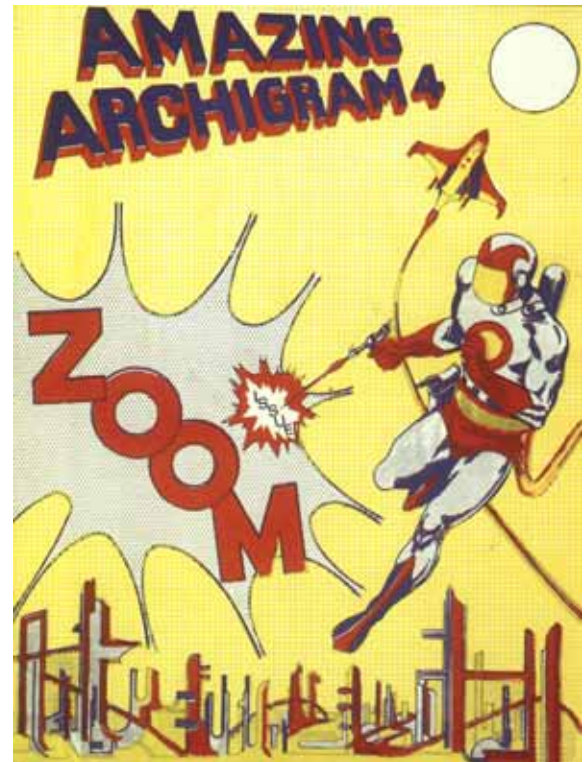


005 | 2_ Divulgação da Primeira temporada do seriado norte Americano *The Adventures of Superman* (1951-1957). "Mais rápido que uma bala. Mais poderoso que uma locomotiva. Capaz saltar edifícios altos em um único salto. Olhe! Para cima no céu. É um pássaro. É um avião. É o Super-Homem! Sim, é o Super-Homem - visitante estranho de outro planeta que veio para a Terra com poderes e habilidades muito além dos de simples mortais. Super-homem - que pode mudar o curso de rios poderosos, dobrar aço com as mãos, e que disfarçado como Clark Kent, repórter moderado e amável de um grande jornal metropolitano, trava uma batalha incansável pela Verdade, Justiça, e o *American Way*."¹⁰³

Como pensar e produzir uma arquitetura para esse homem? O homem que poderia viver e, sobretudo, precisava sobreviver,

¹⁰³ Do original em inglês: "Faster than a speeding bullet. More powerful than a locomotive. Able to leap tall buildings in a single bound. Look! Up in the sky. It's a bird. It's a plane. It's Superman! Yes, it's Superman - strange visitor from another planet who came to Earth with powers and abilities far beyond those of mortal men. Superman - who can change the course of mighty rivers, bend steel in his bare hands, and who disguised as Clark Kent, mild-mannered reporter for a great metropolitan newspaper, fights a never-ending battle for Truth, Justice, and the American Way." In: SUPERMANHOMEPAGE. *The Adventures of Superman* (1951-1957). Disponível em: <<http://www.supermanhomepage.com/tv/tv.php?topic=episode-guides/t-aos>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

em trânsito, em uma relação quase simbiótica com as tecnologias de informação e comunicação? A arquitetura de uma época onde tudo *precisava* ser *fun, plug-in, cyber, super...*



006 | 2_ Colagem de 1964, publicada na newsletter Archigram de nº 4 em 1964.

2.2_ Contagem regressiva_ o início de uma transformação

Em um movimento paralelo ao hegemonismo ideológico do Movimento Moderno que se configurava desde a década de 1920, emergiram idéias que ganharam força nos anos 1950 e que se destacaram por propor outros modos de pensar em arquitetura. Idéias dos que procuravam entender a relação entre homem, natureza e tecnologias sob outras perspectivas; entender o homem e seu papel numa arquitetura

compreendida mais como processo que como produto; pensar e propor métodos em arquitetura capazes de corresponder a uma cultura tecnológica. Idéias como as de Buckminster Fuller que, já na década de 1920, pensava uma arquitetura *sustentável*, ou as do grupo de arquitetos que se auto-intituiu *Team 10* no final da década de 1950, produzindo impactos de transformação no pensamento arquitetônico, e inspiração para uma vanguarda de arquitetos com forte ligação com o pensamento científico-tecnológico, que despontou nos anos 1960.

2.2.1_ Pilotando a 'Espaçonave Terra'

Sustentando uma ideologia de raiz Futurista que ia de encontro ao Estilo Internacional¹⁰⁴, o designer e arquiteto autodidata, Buckminster Fuller, conseguiu incorporar e traduzir de modo peculiar, a partir de uma ampla pesquisa sobre tecnologias de ponta, a mudança científico-tecnológica que se anunciava na primeira Era da Máquina.



007 | 2_ Fuller, carro e avião.

Fuller foi um crítico incisivo da falta de treinamento técnico da Bauhaus¹⁰⁵, que, segundo ele, pecava por um formalismo e ilusionismo, deixando escapar questões fundamentais da tecnologia. Ele acreditava que era preciso se debruçar sobre questões que diziam respeito, sobretudo, à *sustentabilidade* de uma arquitetura condizente com as

¹⁰⁴ **International Style** ou *Estilo Internacional*, (embora seja mais comum manter a expressão original) diz respeito à arquitetura funcionalista praticada na primeira metade do século XX em todo o mundo. Não existe grande rigidez quanto ao uso da expressão em si: não é incomum usá-la para referir-se ao movimento moderno como um todo (e vice-versa).

¹⁰⁵ **Bauhaus** é como é conhecida a **Staatliches Bauhaus** (*casa estatal de construção*), escola de design, artes plásticas e arquitetura de vanguarda que funcionou entre 1919 e 1933 na Alemanha. A Bauhaus foi uma das maiores e mais importantes expressões do que é chamado Modernismo no Design e na Arquitetura, sendo uma das primeiras escolas de design do mundo. A escola foi fundada por Walter Gropius em Weimar no ano de 1919, a partir da união da **Escola do Grão-Duque para Artes Plásticas** com a **Kunstgewerberschule**. A maior parte dos trabalhos feitos pelos alunos nas aulas-oficina foi vendida durante a Segunda Guerra Mundial. A intenção primária era fazer da Bauhaus uma escola combinada de arquitetura, artesanato, e uma academia de artes.

necessidades inerentes à sociedade industrial. Segundo Fuller,

“[...] O Estilo Internacional obteve uma influência sensorial dramática sobre a sociedade, do mesmo modo como um prestidigitador obtém a atenção das crianças [...], eles somente se preocupavam com os problemas de modificação da superfície dos produtos finais, produtos finais estes que eram subfunções inerentes de um mundo tecnicamente obsoleto.” [FULLER apud BANHAM, 1979, p.509]

A grande diferença do pensamento refletido nas propostas de Fuller em relação à Bauhaus era a busca por um entendimento da tecnologia e da ciência não como metáforas para formalismo ou funcionalismo, mas para a concepção de verdadeiros sistemas-arquitetura sustentáveis em relação ao ambiente – uma busca por compreender a natureza através de ciência e tecnologia, para projetar em função desta. Em 1927, com o projeto experimental da casa *Dymaxion*, Fuller propõe um conceito radical para uma habitação pensada para estar ideológica, científica e tecnologicamente contextualizada em relação à Era da Máquina.



008 | 2_ Foto do projeto experimental da casa *Dymaxion*, de 1927

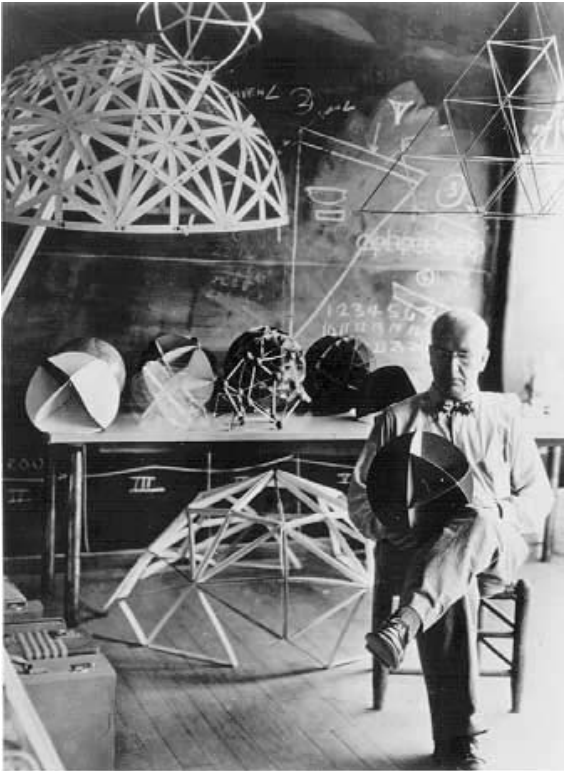
*Dymaxion*¹⁰⁶ incorporava a proposta de uma casa leve – em alumínio e plástico –, de baixo custo, procurando ser menos agressiva ao meio ambiente, mas não necessariamente perene, incorporando avanços científico-tecnológicos da época.

Entre outros trabalhos, a geometria a que Fuller chamou ‘sinérgica’¹⁰⁷ para seu projeto do ‘Domo Geodésico’¹⁰⁸, consistia em uma matriz triangular articulada em uma rede de vetores com ângulos de sessenta graus. *Sinérgia*, na proposta de Fuller, caracterizava sistemas cujo comportamento era imprevisível a partir da consideração do comportamento de suas partes em separado, assinalando afinidades com a complexidade.

¹⁰⁶ Em termos construtivos, as paredes da *Dymaxion*, eram um sanduíche de plástico, com transparência proporcional às diferentes necessidades de iluminação do ambiente interno; a sustentação se dava a partir de cabos presos a um corpo central cilíndrico - um mastro central de alumínio (*duralumínio*) - que abrigava todos os serviços mecânicos.

¹⁰⁷ Conceito proveniente de sua “*energetic-synergetic geometry*” que desenvolveu durante a Segunda Guerra Mundial.

¹⁰⁸ **Domo Geodésico:** Fuller inventou o domo geodésico no final dos anos 1940. In: FEARNLEY, C. J. **The R. Buckminster Fuller FAQ.** Disponível em: <<http://www.cjfeanley.com/fuller-faq-4.html>>. Acesso em: 11 mai. 2006.



009 | 2_ Fuller e seu Domo Geodésico.

Em todas as suas proposições experimentais, Fuller se preocupava em articular a relação entre homem, natureza e desenvolvimentos científico-tecnológicos, inspirando-se nos sistemas observáveis na natureza e nas inter-relações entre suas partes. Segundo Scott Eastham¹⁰⁹,

“Fuller considera a tecnologia como aquilo que a natureza fez com tanta elegância (o mecanismo hidráulico do caule das árvores, a força gravitacional que mantém nosso planeta em órbita), a qual nós seres humanos imitamos de maneira desajeitada e mecânica. Na visão de Fuller, sofremos por ignorância das tecnologias altamente eficientes da natureza, capazes de nos ajudar a refinar nossos artefatos e melhorar

nossas vidas.”¹¹⁰ [EASTHAM, 2005, tradução nossa]

A postura de Fuller seguia um caminho diametralmente oposto à do Movimento Moderno que, segundo Reyner Banham¹¹¹, deixou de prestar atenção na revolução mecânica, limitando-se, no que se refere aos equipamentos domésticos, em “[...] distribuí-los pela casa conforme a distribuição de seus equivalentes pré-mecânicos.” [BANHAM, 1979, p.510]. Como assinala Banham, “Na versão de Fuller todo equipamento é visto mais como sendo assemelhado (porque mecânico) do que diferente em virtude das diferenciações funcionais provocadas pelo tempo [...]” [BANHAM, 1979, p.510]. Banham chega a representar uma proposta inspirada no pensamento de Fuller em sua ‘Power Membrane House’:

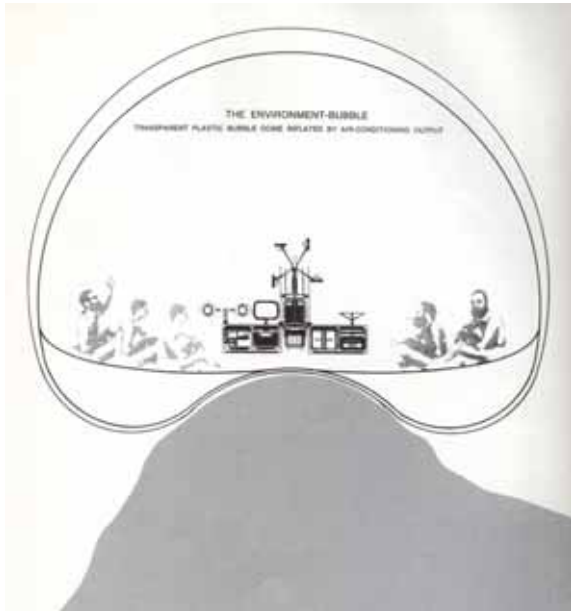
“Quando sua casa contém um complexo de canos, fluxos, dutos, fios elétricos, luzes, entradas e saídas de energia, fornos, pias, depósitos de lixo, amplificadores *hi-fi*, antenas, conduítes, frízeres, aquecedores – quando ela contém tantos serviços que o hardware pode sustentar-se por si só sem nenhum suporte da casa, porquê uma

¹¹⁰ **Do original em inglês:** “Fuller regarded technology as what nature already does so elegantly (the hydraulic leveraging that holds up the branches of a tree, the tensile gravitation that keeps our planet in its orbit), and which we human beings mimic only clumsily and mechanistically. In Fuller’s view, we suffer from our ignorance of nature’s highly efficient technologies, which could help us refine our own artifacts and enhance our lives.” (EASTHAM, 2005)

¹¹¹ **Reyner Banham** (1922-1988), historiador, crítico e ensaísta, treinou como engenheiro aeronáutico durante a Segunda Guerra Mundial, antes de estudar sob a tutela do historiador de arte Nikolaus Pevsner no Courtauld Institute em Londres, no final dos anos 1940. Reescreve e publica em 1960 sua dissertação sob o título de ‘Theory and Design in the First Machine Age’. OCKMAN, J. 1967. In: OCKMAN, J. (ORG). **Architectural Culture 1943-1968: a documentary anthology**. New York: Rizzoli International publications, Inc., 1993, p.370.

¹⁰⁹ **Scott Eastham**, é professor do ‘English Department’, ‘Massey University’, em Palmerston North, Nova Zelândia.

casa tem que envolvê-lo?”¹¹² [BANHAM, 1965, in OCKMAN, 1993, p.371, tradução nossa]



010 | 2_ Reyner Banham, A bolha-ambiente. “Domo bolha de plástico transparente inflado por entrada de ar condicionado.”¹¹³

Banham chega a apresentar uma espécie de diagnóstico diante da postura de arquitetos que, não se esforçando em criar um diálogo fértil com um pensamento científico-tecnológico e, por conseguinte, com uma cultura tecnológica, comprometiam o futuro de teoria e prática da área. Segundo Banham,

“O arquiteto que se proponha acertar o passo com a tecnologia sabe agora que terá a seu lado uma companheira rápida

e que, a fim de manter o ritmo, pode ser que ele tenha de seguir os futuristas e deixar de lado toda sua carga cultural, inclusive a indumentária profissional pela qual é reconhecido como arquiteto. Se, por outro lado, decidir não fazer isto, pode vir a descobrir que uma cultura tecnológica decidiu ir à frente sem ele. Trata-se de uma escolha que os mestres da década de 20 deixaram de observar até que a fizeram por acidente; este, entretanto, é um tipo de acidente ao qual a arquitetura pode não sobreviver uma segunda vez – podemos acreditar que os arquitetos da Primeira Era da Máquina estavam errados, mas nós, da Segunda Era da Máquina, ainda não temos uma razão para sermos superiores a eles.” [BANHAM, 1979, p.515]

Banham critica os mestres da década de 1920 por terem se dado conta da necessidade de compreensão, em essência, de um pensamento científico-tecnológico emergente, tarde, e ‘por acidente’. Como essa opção, ou acidente, não partiu de um movimento de evolução pelo diálogo entre arquitetura, ciência e tecnologia, não foi capaz de produzir uma efetiva transformação no ‘modo de pensar’ em arquitetura – a arquitetura continuava a priorizar o estático em lugar do dinâmico, os sistemas fechados em lugar dos complexos; continuava a ser arquitetura de objetos e não de sistemas.

É assim, em um clima de contestação geral de valores consolidados, afinados com a linearidade e a racionalidade, que emerge uma forte crítica ao Movimento Moderno em arquitetura. Um dos focos centrais das discussões era o *sujeito*, e

¹¹² Do original em inglês: “When your house contains such a complex of piping, flues, ducts, wires, lights, inlets, outlets, ovens, sinks, refuse disposers, hi-fi reverberators, antennae, conduits, freezers, heaters – when it contains so many services that the hardware could stand up by itself without any assistance from the house, why have a house hold it up?” (BANHAM, 1965, p. 371)

¹¹³ Do original em inglês: “The environment-Bubble. Transparent plastic bubble dome inflated by air-conditioning output.” In: LANDAU, R. *Nuevos caminos de la arquitectura Inglesa*. Tradução para o espanhol de Juan J. Garrido. Barcelona: Editorial Blume, 1969, p. 101.

a importância de valorizar e compreender suas interações em sociedade, com o meio ambiente e contexto, permeadas ou não pelos meios *eletrônicos*. Posturas que produziram impactos sensíveis no âmago do Movimento Moderno em finais da década de 1950.

2.2.2_ 9, 10... Divergências Ideológicas

O CIAM¹¹⁴ 9, que teve lugar em Aix-em-Provence, no verão de 1953, se estruturou em torno do propósito de elaboração de uma 'carta da habitação', dando seqüência à 'carta do urbanismo' escrita em Atenas em 1933. Participando pela primeira vez do congresso, os jovens arquitetos britânicos Alison e Peter Smithson, contribuíram com um artigo que se posicionava, como afirma Joan Ockman "[...] em oposição direta ao isolamento arbitrário das assim chamadas comunidades da *Unité*."¹¹⁵ [OCKMAN, 1993, p. 181, tradução nossa, grifo nosso]. A intenção era apresentar um contraponto ao purismo estático e diagramático da 'Carta de Atenas'¹¹⁶.



011 | 2_ Allison e Peter Smithson.

Durante o congresso, os Smithsons fizeram contatos e alianças com colegas de diversas nacionalidades entre os jovens membros do CIAM. O ponto de vista compartilhado pelo grupo de jovens arquitetos fez com que se encontrassem no ano seguinte à realização do nono CIAM de Aix-em-Provence, em Doorn, na Holanda. Das discussões que tiveram lugar nesse encontro do jovem grupo, emergiu o '*Doorn Manifesto*' que confrontava a hierarquia das quatro funções promulgada na 'carta de Atenas' de 1933 (*habitação, trabalho, recreação, circulação*), com questões que o grupo considerava mais fundamentais, relacionadas à escala e tipo específicos de cada coletividade humana. A tônica do manifesto era colocar a questão da consideração do usuário como elemento central no processo da arquitetura. Segundo os arquitetos,

¹¹⁴ Os *Congrès Internationaux d'Architecture Moderne* (Congressos internacionais da arquitetura moderna ou simplesmente CIAM) constituíram uma organização e uma série de eventos organizados pelos principais nomes da arquitetura moderna europeia a fim de discutir os rumos da arquitetura, do urbanismo e do design. Um dos seus principais idealizadores foi o franco-suíço Le Corbusier. Fundados em 1928 na Suíça, os CIAM foram responsáveis pela definição daquilo que costuma ser chamado *International Style*: introduziram e ajudaram a difundir uma arquitetura considerada limpa, sintética, funcional e racional. Talvez o produto mais influente dos CIAM tenha sido a Carta de Atenas, escrita por Le Corbusier baseada nas discussões ocorridas na quarta conferência da organização. I

¹¹⁵ Do original em inglês: "(...) in direct opposition to the arbitrary isolation of the so-called communities of the *Unité*." (OCKMAN, 1993, p. 181).

¹¹⁶ Em francês: '*Charte d'Athenes*'

“O urbanismo considerado e desenvolvido em termos da *Charte d’Athenes* tende a produzir ‘cidades’ nas quais as associações humanas vitais são inadequadamente expressas. Para compreender essas associações humanas devemos considerar cada comunidade como um todo complexo particular. Em função de tornar essa compreensão possível, propomos estudar o urbanismo como comunidades de graus de complexidade variantes. [...] esse método de trabalho vai induzir um estudo das associações humanas como um *princípio primordial*, e das quatro funções como *aspectos* de cada problema como um todo.”¹¹⁷ [TEAM 10, 1954, in OCKMAN, 1993, p.183, tradução nossa]

O CIAM 10, de 1956, foi sediado em Dubrovnik e o tema, preparado pelo grupo que se auto-intitulou *Team 10*. No entanto, durante o congresso, uma exacerbação das divergências ideológicas entre diferentes gerações e a emergência de problemas de ordem administrativa, trouxeram à tona uma discussão sobre a própria viabilidade do CIAM, que deflagrariam, em última instância, sua dissolução.

É por ocasião do CIAM 10 que os colegas modernistas chegaram a questionar a abordagem universalista de um dos participantes, o arquiteto e urbanista francês Yona Friedman. Friedman apresentava pela primeira vez os

princípios de uma arquitetura capaz de abranger as mudanças e transformações requeridas pela ‘mobilidade social’, baseada em um ‘método’ que viabilizava a composição e re-composição dentro de programas de habitação, arquitetura e urbanismo, em função das intenções e necessidade dos ocupantes. Isso, em um congresso onde a maioria dos arquitetos compreendia por ‘arquitetura móvel’ a possibilidade de ‘mobilidade’ das unidades.

Assim como o grupo de jovens arquitetos do *Team 10*, Friedman acreditava na necessidade de revisão dos métodos e dos processos da arquitetura em função de novas necessidades emergentes em um contexto em que os modos de vida se alteravam em diálogo com novas tecnologias.

Esse clima de divergências que emergiu nos anos 1950 se estendeu à década seguinte, e ganhou força nas propostas de arquitetos influenciados ideologicamente não mais pelo Estilo Internacional, mas por um pensamento afinado com noções da cibernética, da teoria dos sistemas e da teoria da informação.

Buckminster Fuller, em uma conferência proferida no *San José State College*, Califórnia, em março de 1966, discorre sobre as transformações no contexto de uma cultura tecnológica dinâmica. Transformações estas que deveriam ser observadas por arquitetos interessados em corresponder a elas e serem capazes de produzir uma arquitetura

¹¹⁷ **Do original em inglês:** “Urbanism considered and developed in the terms of the *Charte d’Athenes* tends to produce “towns” in which vital human associations are inadequately expressed. To comprehend these human associations we must consider every community as a particular total complex. In order to make this comprehension possible, we propose to study urbanism as communities of varying degrees of complexity.(...) this method of work will induce a study of human association as a *first principle*, and of the four functions as *aspects* of each total problem.” [TEAM 10, 1954, in OCKMAN p. 231].

condizente com as necessidades e expectativas. Visionário talvez, apresentou uma reflexão sobre as transformações que poderiam acontecer no decorrer dos 35 anos seguintes a partir de então – ‘The Year 2000’.



012 | 2_ Capa do periódico inglês Architectural Design, número especial: 2000 +, 1967.

Na versão editada pela AD em 1967 da conferência, o arquiteto expõe sua visão de um futuro onde as tecnologias e as ciências se desenvolveriam de maneira exponencial. Fuller não compreendia a industrialização ou as tecnologias como algo à parte da vida – inorgânico, simplesmente. Ele apresentava uma visão da industrialização como um sistema do qual o homem seria parte, ou mais, como uma extensão do orgânico. Segundo Fuller,

“Nós nos tornamos mais cientes desta singularidade do princípio organizado e organizante no universo, em ciência. O mito sustentado por muito tempo de que a ciência extrai ordem do caos está desaparecendo rapidamente [...]. Quando nós nos referimos ao computador e à assumida automação, nos referimos realmente a uma externalização das funções internas e orgânicas do homem em um sistema orgânico total que chamamos industrialização.”¹¹⁸ [FULLER, 1967, p.63, tradução nossa]

As idéias de Fuller referentes à consideração de uma relação sistêmica entre homem, natureza e tecnologias, influenciaram arquitetos que despontavam na década de 1960 no cenário internacional, oriundos de países industrializados como Inglaterra, França, Estados Unidos e Japão. Suas experimentações em arquitetura, design, matemática, entre outras áreas, estimularam a concepção de propostas experimentais em compasso com os desenvolvimentos científicos e tecnológicos correntes, refletindo um diálogo com a complexidade.

2.3_ ‘Lunáticos’? Cibernéticos?

A tecnologia espacial incorporou, por décadas, a imagem acabada (*par excellence*) do progresso científico e tecnológico. Para transportar e manter um organismo humano fora da Terra, desprovido de seus mecanismos de

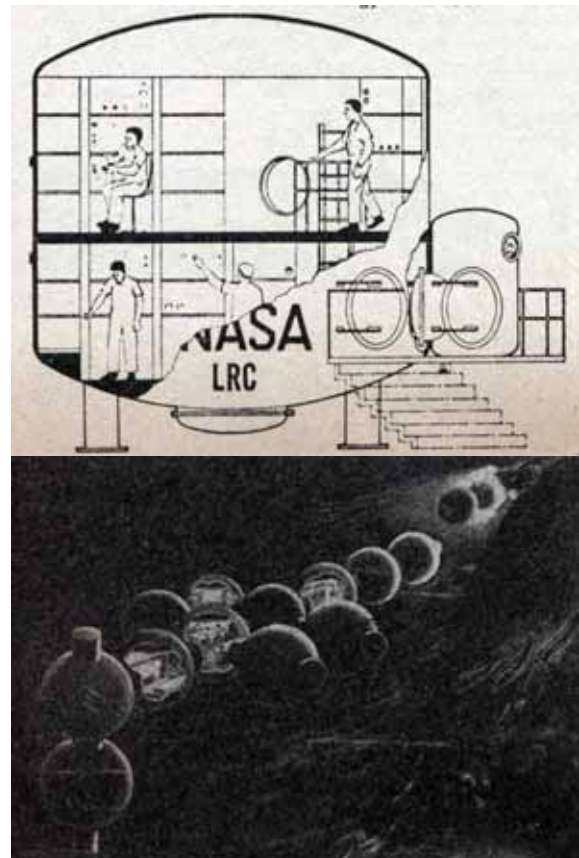
¹¹⁸ Do original em inglês: “We become more aware of this uniqueness of organized and organizing principle in the universe, in science. The long-held myth that science wrests order out of chaos is fast disappearing [...]. When we refer to the computer and automation taking over, we refer really to man’s externalization of his internal and organic functions into a total organic system which we call industrialization.” [FULLER, 1967, p.63]

sustentabilidade da sobrevivência, era necessário conceber uma espécie de 'réplica da terra' – enquanto sistema capaz de suportar a vida e do qual o homem seria parte integrante. Esse 'ecossistema em miniatura' consistiria em um *sistema complexo* – simultaneamente aberto e fechado – como o próprio planeta.

John Frazer, que se formou como arquiteto nos anos 1960 e 1970 tendo estudado em Londres e Cambridge durante essas décadas, fala do contexto em que a corrida espacial, e marcos como a chegada do homem à Lua, estimularam a relação entre arquitetura, ciências e tecnologia. Segundo Frazer,

"As manifestações estudantis de 1968 em Paris viram a chance de uma rápida mudança na injustiça social, e então se desvaneceu em 1970. Com a crise do petróleo de 1973 emergiu uma nova estratégia causando mudanças sociais e políticas, e a solução estava, ao menos em parte, nas novas tecnologias e na ciência emergente da cibernética em particular. Eu escolheria 20 de julho de 1969 como a data pivotal, quando o primeiro passo na lua tornou-se um *clichê* para as façanhas tecnológicas e a visão da espaçonave terra um símbolo para tudo que Buckminster Fuller tinha proclamado por décadas."¹¹⁹ [FRAZER, 2005, p.36, tradução nossa]

¹¹⁹ **Do original em inglês:** "The 1968 Paris student riots saw the chance of a quick change in social injustice fail, and then fade away by 1970. By the oil crisis of 1973 a new strategy was emerging to effect social and political change, and the solution was, at least in part, in the new technology and the emerging science of cybernetics in particular. I would pick 20 July 1969 as the pivotal date, when the first step on the moon became the cliché of technological achievement and the views of the spaceship earth became a symbol for all that Buckminster Fuller had been preaching for decades. [FRAZER, 2005, p.36]



013 | 2_ Cápsulas espaciais e subaquáticas. Acima: NASA living pod (espacial). Abaixo Project bottom fix (subaquática).

As colocações de Frazer, que apontam o ano da chegada à lua como um marco, descrevem um momento de mudança, de busca por outros modos de pensar e resolver problemas – problemas complexos, que envolviam a própria sobrevivência das sociedades humanas na Terra e seu sucesso na exploração do espaço interior e exterior ao planeta.

No contexto da corrida espacial, a concepção de uma cápsula de sobrevivência envolvia, certamente, conhecimentos de disciplinas diversas que deveriam dialogar com vistas à construção desse eco-sistema artificial. Um campo capaz de promover e

viabilizar esse diálogo fornecendo, como afirma o artista e pesquisador John McHale¹²⁰, “[...] uma conexão nodal [...], ambos em teoria conceitual e de identificável penetração tecnológica [...]”¹²¹ [McHALE, 1967, p.88, tradução nossa] foi a cibernética. McHale estava profundamente envolvido com o tema desde a década de 1950, tendo publicado na edição de maio de 1957 do periódico *Architectural Review* um artigo intitulado ‘Machine Made America’. Como editor do número especial 2000+ da revista *AD*, McHale mostra como a cibernética fornece um ‘link nodal’ [McHALE, 1967, p.88] para várias tecnologias tanto em sua teoria conceitual quanto em suas penetrações tecnológicas. Diante dessa colocação, McHale, acrescenta que,

“Considerando nosso presente título Homem+, ele pode ser tomado como uma extensão do sistema nervoso humano e da inteligência. Significativamente, suas origens recentes encontram-se durante o período da Segunda Guerra Mundial – primeiramente no desenvolvimento de controladores autocorrigíveis e mecanismos de controle com feedback para artilharia antiaérea; em segundo lugar, em métodos de pesquisa de operação para aplicar técnicas lógico-matemáticas, teoria de redes, etc., a problemas de logística militar. Da fusão dessas duas áreas, mais os desenvolvimentos antecedentes em eletrônica, etc., surgem o computador e a teoria dos sistemas, baseados em

necessidades complexas de
planejamento multi-variáveis.”¹²²
[McHALE, 1967, p.88, tradução nossa]



014 | 2_ Colagem de John McHale. Capa do periódico *Architectural Review*. Número especial: *Machine Made América*, de 1959.

As colocações de McHale mostram como os desenvolvimentos científico-tecnológicos relacionados à cibernética se entrelaçam em uma rede de conexões capaz de produzir métodos e meios para confrontar problemas complexos. Isso em um momento em que a metodologia de ensino das escolas de arquitetura era incapaz de fornecer suporte técnico

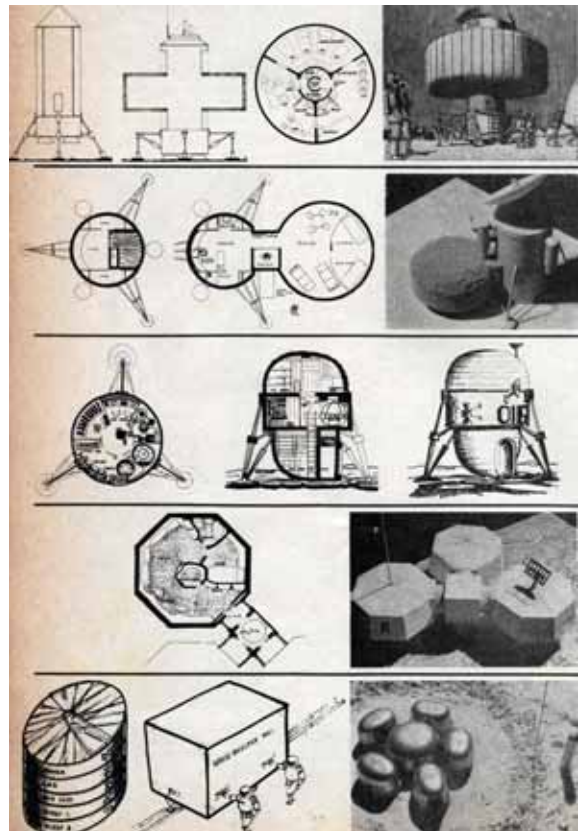
¹²⁰ John McHale, artista, responsável pela compilação de material para o número especial da *AD Architectural Design* 2000+ de fevereiro de 1967, onde publicou vários artigos, era, à época, Diretor Executivo e Pesquisador associado do ‘World Resources Inventory’, da ‘Southern Illinois University’, Estados Unidos.

¹²¹ Do original em inglês: “[...] one nodal link [...], both in conceptual theory and identifiable technological penetrations[...]” [McHALE, 1967, p.88]

¹²² Do original em inglês: “Considering our present heading Man+, it may be placed as an extension of the human nervous system and intelligence. Significantly, its recent origins were during the World War II period – firstly in developing self-correcting guidance and control feed-back mechanisms for anti-aircraft guns; secondly in the operations research methods for applying logico-mathematical techniques, network theory, etc., to problems of military logistics. From the fusion of both these areas, plus ancillary developments in electronics, etc., came the computer and the systems theories based on complex multi-variable planning needs.” [McHALE, 1967, p.88].

e conceitual para pensar e construir a arquitetura como um sistema dessa natureza.

No entanto o desafio de imaginar uma espécie de 'habitação-ecossistema', ou ainda, a 'cidade como um sistema', em um mundo que experimentava o auge da corrida espacial, estimulou a procura de métodos capazes de viabilizar realizações dessa natureza por jovens arquitetos que procuravam encontrar uma alternativa à ideologia do Movimento Moderno. Propostas de pensar a arquitetura a partir de uma lógica sistêmica começaram a emergir, também no contexto acadêmico, como mostram os projetos apresentados em um concurso de idéias, realizado em uma escola de arquitetura nos anos 1960, de abrigos lunares – '*Moon shelter ideas*' (imagem 015 | 2).



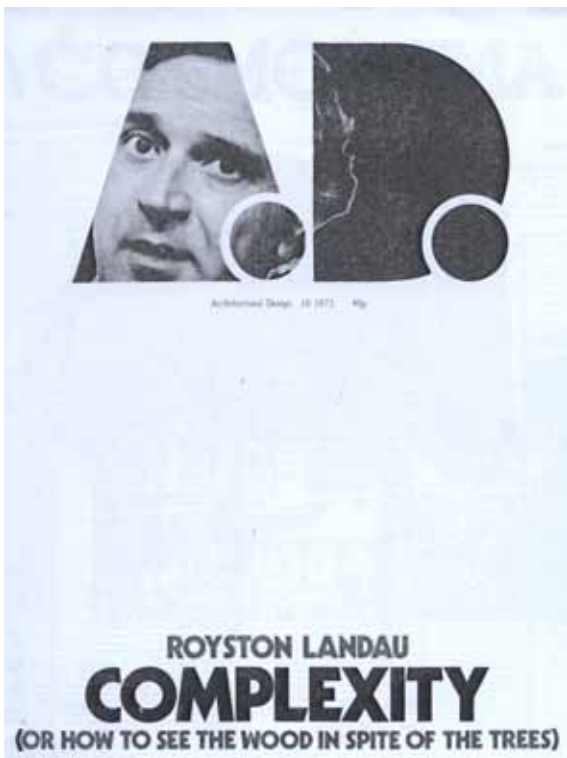
015 | 2_ Moon shelter ideas. Concurso entre estudantes da Northern Polytechnic School of Architecture de Londres para design de cápsulas.

Pensar a arquitetura como sistema, requeria uma base conceitual própria do pensamento científico tecnológico que precisava ser buscada pelos arquitetos além de sua própria disciplina. Assim, nesse momento, a cibernética e um vasto campo de desenvolvimentos relacionados como os da teoria dos sistemas e a teoria da informação, constituiu uma entrada crucial para o início de um diálogo fértil entre arquitetura e complexidade.

2.3.1_ A fantasia cibernética

No número especial do periódico inglês *Architectural Design* de outubro de

1972, editado por Royston Landau¹²³ sob o título '*Complexity (or how to see the wood in spite of the trees)*', foram trazidas à discussão, dentro do universo da arquitetura, questões relativas à cibernética, teoria matemática da informação, teoria geral dos sistemas, e ainda à inteligência artificial.



016 | 2_ Capa do periódico inglês *Architectural Design*, número especial: *Complexity*, 1972.

Considerar uma transformação de teoria e prática da arquitetura a partir de uma abordagem complexista, que emergia nos anos 1960, implicava em conhecer e considerar os desenvolvimentos dessas áreas que, desde o final dos anos 1940, dialogavam com crescente intensidade,

¹²³ **Royston Landau** (1927, 2001), arquiteto inglês, estudou na AA e no University College em Londres. Trabalhou em escritórios de Arquitetura nos Estados Unidos por alguns anos, tendo depois retornado à Inglaterra, onde fundou seu próprio escritório. Foi professor da AA – *Architectural Association School of Architecture*, tendo publicado vários livros e diversos artigos em periódicos internacionais.

nutrindo-se mutuamente. Assim, as transformações que se configuram com maior vigor a partir da década de 1960, diziam respeito, sobretudo a uma revisão de método e pensamento em arquitetura, o que fica patente nas colocações de Landau, do início dos anos 1970. Nas palavras do arquiteto,

"[...] eu pretendo estar olhando para a emergência do problema da complexidade a partir de um mundo comparativamente estável, relativamente lento, para as rápidas dinâmicas dos dias atuais quando justamente o próprio termo *complexidade*, que diz respeito a um vocabulário estático, oficialmente descrito, precisa ser substituído, senão suplantado, por um dinâmico e processual equivalente, como implícito no termo *complexificando*. Com o propósito dessas idéias, as implicações de um salto na compreensão conceitual do *estado* ao *processo* é igualmente importante ao salto do *simples* ao *complexo*."¹²⁴ [LANDAU, 1972, p.608, tradução nossa]

As colocações de Landau refletiam o contexto em que se colocava a problemática da complexidade em arquitetura – o da contraposição entre uma arquitetura rígida, fechada, e uma proposta que nascia do diálogo com as ciências da complexidade – arquitetura de sistemas abertos, de processos dinâmicos.

¹²⁴ **Do original em Inglês:** "[...] I shall be looking at the emergence of the problem of complexity from the comparatively stable, relatively slow-moving world to the fast moving dynamics of the present day when even the term *complexity* itself, which belongs to a static, state-describing vocabulary, needs to be supplemented, if not yet supplanted, by a dynamic, process-describing equivalent as implied in the term *complexing*. Within the scope of this ideas, the implications of a shift in conceptual understanding from *state* to *process* is equally as important as that from *simple* to *complex*. [LANDAU, 1972, p.608].



017 | 2_ Quatro estratégias de gerenciamento: Inativo, Reativo, Preventivo e Interativo.

Essa arquitetura da complexidade deveria, sobretudo, ser capaz de agregar as ações humanas em uma lógica processual não-linear, integrando indivíduos e arquitetura em um sistema *aberto* que interagisse com o ambiente. Segundo Landau,

“Sistemas abertos fornecem uma metáfora para olhar em direção ao mundo real assim como conceitualizá-lo (se você é um cientista ou um teórico) ou produzir para ele (se você trabalha com ciência aplicada, é um técnico ou um designer). Em arquitetura, as edificações têm tradicionalmente sido concebidas como sistemas fechados, e é apenas com a emergência de uma mudança no ponto de vista que elas podem ser entendidas, concebidas ou projetadas para serem sistemas abertos.”¹²⁵ [LANDAU, 1972, p.608, tradução nossa].

Landau coloca em oposição sistemas *abertos* e *fechados*, na medida em que os primeiros representariam a compreensão da arquitetura a partir de uma perspectiva complexista e os segundos, da lógica do Movimento Moderno. Não era ainda aqui, discutida a possibilidade de abertura e fechamento serem, de modo complementar, elementos de um mecanismo organizacional em sistemas *complexos* – uma arquitetura de sistemas simultaneamente *abertos* e *fechados*. Mas pensar na possibilidade de uma ‘arquitetura-sistema aberto’ já constituía um importante passo em direção à complexidade.

De um modo geral, os temas discutidos nesse número especial do referido periódico assinalavam a percepção de uma mudança na própria estrutura do pensamento que media as relações do homem com o mundo dos fenômenos, e que emergiu, para além da arquitetura, nas mais diversas áreas do conhecimento.

Edgar Morin começa a construir nas ciências humanas, em finais dos anos 1960, uma visão onde a cibernética e desenvolvimentos afins, podiam ser compreendidas não como uma redução a sistemas mecanicistas, dentro de um processo de racionalização da ciência e da técnica, mas sim, constituir pilares do ‘pensamento complexo’. Em entrevista concedida ao jornal Folha de São Paulo

¹²⁵ Do original em inglês: “Open systems have provided a metaphor for looking at the real world as well as for conceptualizing it (if you are a scientist or a theoretical) or producing for it (if you are an applied scientist, a technologists or a designer). In

architecture, buildings have traditionally been conceived of as closed systems, and it is only with the emergence of a changing viewpoint that they can be understood, conceived of and designed for as open systems.” [LANDAU, 1972, p.608].

em 2005, o pensador francês fala desse momento. Sobre a série 'O Método', Morin comenta,

"A agitação intelectual de onde emergiu esse conjunto de livros teve seu epicentro durante minha estadia no Instituto Salk de Pesquisas¹²⁶, na Califórnia, em 1969-70. Para que a idéia desse trabalho me viesse à cabeça, foi preciso que eu descobrisse a teoria dos sistemas e uma série de obras (Von Foerster, Von Neumann, Wiener, Bateson, entre outros) que eram - e, em muitos casos, continuam a ser - ignoradas pelas ciências humanas, filósofos e também cientistas. Ao assimilar esses conhecimentos, descobri a complexidade. Concebi a esta idéia-chave: o que faz a originalidade da matéria viva não é uma diferença de substância, mas de organização [...]" [MORIN, 2005]

Como vimos no capítulo anterior, o termo *complexidade* surge na obra de Morin, enquanto definição, em finais dos anos 1960, e a estrutura de um 'pensar complexo' começa a ser construída em 1977, com o primeiro volume da série 'O Método'.

A proposta de Morin se diferencia da visão recorrente de todo um universo de conceitos relativos à cibernética na década de 1960, no âmbito da sociologia

por exemplo. Essa visão refletia uma compreensão da cibernética a partir da noção de 'técnicas de controle' que funcionavam, em última instância, como provisão ideológica de tecnocratas da planificação capitalista ou de um socialismo burocrático. A abordagem do tema por Jürgen Habermas em 'Técnica e Ciência como Ideologia', de 1968, ilustra com veemência essa posição. Segundo Habermas,

"[...] quiseram reconstruir a sociedade segundo o modelo dos sistemas auto-regulados da ação racional dirigida a fins e do comportamento adaptativo, do mesmo modo que sujeitam ao seu controle a natureza. [...] Não estou a dizer que a fantasia cibernética de uma auto-estabilização da sociedade, semelhante à estabilização instintiva, esteja em vias de realização ou que seja mesmo apenas realizável. Mas penso que leva até o fim, à maneira de utopia negativa, as vagas suposições fundamentais da consciência tecnocrática, apontando assim para uma linha evolutiva que se perfila sob a suave denominação da técnica e da ciência como ideologia." [HABERMAS, 1987, p.87].

Uma interessante reflexão sobre essas implicações, ilustrando com nitidez as suposições mais pessimistas de Habermas no que concerne a um desdobramento trágico do que ele chama de 'fantasia cibernética', pode ser observada na produção THX1138¹²⁷, de 1970. Primeiro longa-metragem de

¹²⁶ O **Salk Institute for Biological Studies**, é uma organização de pesquisa educacional independente sem fins lucrativos, em La Jolla, California, fundada em 1960 por Jonas Salk, cientista que desenvolveu a vacina da poliomielite. Entre os consultores, estavam Jacob Bronowski e Francis Crick. O instituto tem 56 laboratórios e focaliza suas pesquisas em três áreas: Biologia Molecular e Genética; Neurociências; Biologia de Plantas. Os tópicos de pesquisas incluem câncer, diabetes, Alzheimer, Parkinson e AIDS. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Salk Institute for Biological Studies**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Salk_Institute_for_Biological_Studies>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹²⁷ **THX 1138**: Primeiro filme de ficção científica de George Lucas foi escrito por Lucas e Walter Murch, tendo Francis Ford Coppola como produtor executivo. O elenco incluiu Robert Duval (THX 1138), Maggie Mcomie (LUH 3417), Donald Pleasence (SEN 5241) e Don Pedro Colley (SRT). Para maiores detalhes acessar: <http://www.thx1138movie.com>

George Lucas, o projeto começa a ser filmado em 1969 – no ano seguinte ao lançamento de '2001 A Space Odyssey' (1968), de Stanley Kubric -, dirigindo uma crítica incisiva à sociedade das décadas de 1960 e 1970.



018 | 2_ Cena do filme THX 1138 de George Lucas, c1970.

No filme, a 'ordem social' e o 'bem estar social' são assegurados por uma infinidade de mecanismos de controle computadorizados para monitoramento fisiológico, psicológico e social. Religião, sexo, alimentação, trabalho, controlados por um sistema que articula homens e sistemas computacionais em um cotidiano onde técnica e ciência se configuram como ideologia.



019 | 2_ Cena do filme THX 1138 de George Lucas, c1970.

Essa crítica acerca de uma apropriação da cibernética pelos mecanismos de controle social – como uma forma de religião tecnocratizada, por exemplo –, pode ser encontrada também em periódicos que se dedicam à exploração do universo interdisciplinar articulado pela cibernética entre artes gráficas, música, arquitetura, entre outros.

Um interessante exemplo é o número especial do periódico norte americano 'Studio Internacional' – '*Cybernetic Serendipity: The Computer and The Arts*'¹²⁸ –, de 1969, editado por Jasia Reichardt¹²⁹. Nele vemos uma reflexão bem humorada sobre possíveis apropriações de *facilidades* tecnológicas por instituições socialmente consolidadas no *cartoon* de Norman Toynton, onde uma freira faz 'confissão' a um computador.

¹²⁸ Esse número especial foi editado por Jasia Reichardt coincidindo com a exposição internacional 'Cybernetic Serendipity', que explorava as relações entre tecnologia e criatividade, realizada no Institute of Contemporary Arts, Nash House, The Mall, Londres, de 2 de agosto a 20 de outubro de 1968. A exposição foi projetada por Franciska Themerson e organizada por Jasia Reichardt em parceria com Mark Dowson (acessor tecnológico) e Peter Schmidt (acessor musical). In: REICHARDT, J. *Cybernetic Serendipity: the computer and the arts. Studio Internacional*. New York: Frederick A. Praeger Publishers, 1969.

¹²⁹ **Jasia Reichardt:** escritora e curadora, Jasia Reichardt foi diretora assistente do Institute of Contemporary Arts (1963-1971) e diretora da Galeria Whitechapel (1974-1976). Seus interesses se concentraram nas relações das artes visuais com a ciência, a música e a literatura. Ela também é conhecida por ter organizado a famosa 'Cybernetic Serendipity' (1968), uma das primeiras exposições a explorar conexões entre arte e tecnologia. In: INSTITUTO ITAÚ CULTURAL. **Emoção Art.ficial 3.0: Interface cibernética – participantes.** Disponível em: <http://www.itaucultural.org.br>. Acesso em: 18 jul. 2006.



020 | 2_ Cartoon de Norman Toynton: freira faz 'confissão' a um computador. Publicado no número especial do periódico Studio Internacional: Cybernetic Serendipity.

Morin, no primeiro volume da série 'O Método' comenta acerca da 'apologia e condenação da cibernética', tentando lançar luz sobre a questão. Segundo Morin,

"[...] há uma cibernética fundamental e fundadora, rica e heurística, da qual testemunharam o pensamento de Wiener, Ashby, [...] as brechas e avanços já metacibernéticos de Pask, Gunther, Von Foerster." [MORIN, 2003, p.305-306].

No entanto, o pensador apresenta a outra face de uma teoria que se moldou na ideologia do pensamento e da ação dominantes. Segundo Morin,

"A cibernética já tinha na dupla virtude de seu princípio wieneriano (o conceito do ser físico-máquina e a relação comunicação/comando), seu duplo vício de método que lhe dava uma 'má tendência'. Nessas condições, os pesos paradigmáticos, tecnocráticos, sociológicos, levam o grosso da cibernética à vertente da simplificação, da redução e da manipulação." [MORIN, 2003, p.306].

Em contrapartida às perspectivas pessimistas em relação ao universo da cibernética, a apropriação de um universo interdisciplinar entre criatividade e tecnologias, que se configurou desde finais da década de 1950, por jovens profissionais de áreas que se envolveram com uma exploração crítica, se consolidou como um modo de construir uma alternativa à incorporação desse universo científico-tecnológico capitaneado pela cibernética, por mecanismos de controle social institucionalizados em âmbito global.

2.3.2_ Um arquiteto ciberneticista; um ciberneticista arquiteto

A grande influência que fez a conexão cibernética-arquitetura nas décadas de 1960 e 1970 foi o cibernético e cientista cognitivo Gordon Pask¹³⁰ (1928-1996), que dedicou grande parte de seus trabalhos à construção de uma teoria do aprendizado. Com sua atuação interdisciplinar, Pask contribuiu para que conceitos como informação, *feedback* e controle, pudessem ser compreendidos e aplicados na solução de problemas em áreas como a arquitetura.

Suas pesquisas englobavam a problemática dos computadores biológicos, da inteligência artificial, da lógica, das ciências cognitivas, da

¹³⁰ Gordon Pask (1928-1996)_ Andrew Gordon Speedie-Pask, M.A., Ph.D., D.Sc., Sc. D., ciberneticista, foi professor do *Institute of Cybernetics* da *Brunel University*, e diretor de pesquisas da *System Research Ltd, Surrey*. Seus trabalhos demonstravam uma preocupação em discutir os impactos das tecnologias de informação e comunicação a partir da Cibernética, em campos como a psicologia, inteligência artificial, ciência cognitiva e Arquitetura.

lingüística e da psicologia. Segundo Hans Ulrich Obrist¹³¹, “Essencialmente, Pask acreditava que a inteligência encontra-se na **interação**, e não dentro de uma cabeça ou em um computador.”¹³² [OBRIST, in PRICE, 2003b, p.69, tradução nossa, grifo nosso]. Ele defendia uma mudança de postura diante da tecnologia, acreditando na emergência de um novo modelo de pensamento – o modelo da complexidade. Para Pask,

“[...] é possível produzir diferentes modelos de pensamento e consciência. Esse outro modelo toma as coisas sob uma visão holística. Assume que vários focos de atenção coexistem, cada um com seu relógio e balcão autônomo e potencialmente independente. Cada foco engloba uma organização em *loop*, [...]. Um sistema modelado assim é verdadeiramente auto-organizado.”¹³³ [PASK, 1982, p.210, tradução nossa]

Pask acreditava que conceitos abstratos da cibernética poderiam ser interpretados em termos da arquitetura, configurando o que chama uma ‘teoria cibernética da arquitetura’.

¹³¹ Hans Ulrich Obrist nasceu em 1968 em Zurich, Switzerland. Em 1993, fundou o *Museum Robert Walser* e começou a tocar o *Migrateurs Program* no *Musée d'Art Moderne de la Ville de Paris*, onde atualmente atua como curador para arte contemporânea. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. Hans Ulrich Obrist. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Hans_Ulrich_Obrist>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹³² Do original em inglês: “In essence Pask believed that intelligence lies in interaction, not inside a head or a computer.” [OBRIST, 2003, p.69].

¹³³ Do original em inglês: “[...] it is possible to produce a quite different model of thought and consciousness. This other model takes a holistic view of things. It assumes that several foci of attention coexist, each with its own autonomous and potentially independent clock and counter. Each focus embodies at least one loop-like organization, [...]. A system modeled in this way is truly self-organizing.” (PASK, 1982, p.210)



021 | 2_ Gordon Pask lecionando na AA em 1977.

Segundo o ciberneticista, os arquitetos poderiam ser considerados “[...] primeiramente e, antes de mais nada, designers de sistemas [...]”¹³⁴ [PASK, 1969, p. 493, tradução nossa], chamando a atenção para a importância do interesse destes profissionais pelas propriedades organizacionais dos sistemas: desenvolvimento, comunicação e controle.

Na visão de Pask, a arquitetura deveria projetar sistemas capazes de interagir efetivamente com indivíduos e sociedade, podendo utilizar a cibernética como auxiliar ao *design da interação*. Segundo o ciberneticista, “Interação humana é a maior fonte de dificuldades as quais somente podem ser superadas pelo pensamento cibernético.”¹³⁵ [PASK, 1969, p. 493, tradução nossa]. Segundo Pask, em contraponto à recorrente oposição entre *funcional* e *decorativo*, recorrente no discurso modernista,

“[...] o conceito de funcionalismo pode ser utilmente redefinido em uma direção humanística. As funções, afinal, são desempenhadas por seres humanos ou sociedades humanas. Isso implica que o edifício não pode ser visto

¹³⁴ Do original em inglês: “[...] first and foremost system designers[...].” [PASK, 1969, p.493, tradução nossa]

¹³⁵ Do original em inglês: “Human interaction is a major source of difficulties which can only be overcome by cybernetic thinking.” [PASK, 1969, p. 493]

isoladamente. Ele é significativo apenas como um ambiente humano. Ele perpetuamente **interage** com seus habitantes, por um lado servindo-os e por outro **controlando** seu comportamento.¹³⁶ [PASK, 1969, p.493, tradução nossa, grifos nossos].

Uma das conseqüências da adoção desta postura, segundo Pask, seria a de que os arquitetos poderiam ser solicitados “[...] a projetar entidades mais *dinâmicas* que *estáticas*.”¹³⁷ [PASK, 1969, p. 493, tradução nossa]. Sob essa perspectiva, interpretar a arquitetura *funcionalmente* como um sistema, implicaria conseqüentemente em entender o processo de produção dessa arquitetura também como um sistema.

Partindo dessas posições, Pask chega mesmo a propor a adequação de um paradigma aplicável a sistemas adaptativos para a arquitetura. No item ‘*A simple cybernetic design paradigm*’, do artigo ‘*The architectural relevance of cybernetics*’, de 1969, o ciberneticista relaciona cinco estágios interdependentes de desenvolvimento de um processo de design - onde a arquitetura em si é compreendida como um sistema:

- i. Especificação do propósito ou objetivo do sistema (com relação aos habitantes humanos). Deve ser enfatizado que, o objetivo, *pode*

ser e, provavelmente sempre será, não especificado, i.e. o arquiteto não mais saberá o propósito do sistema como ele *realmente* sabe o propósito de uma casa. Seu desígnio, é estabelecer uma série de restrições que dêem suporte a seguros e presumivelmente desejáveis, modos de evolução.

- ii. Escolha dos materiais básicos do ambiente.
- iii. Seleção das variáveis que devem ser programadas no sistema. Parcialmente nesse estágio e parcialmente no estágio ii acima, o arquiteto determina quais propriedades serão relevantes no diálogo entre homem e ambiente.
- iv. Especificação do que o ambiente aprenderá a respeito e como irá se adaptar.
- v. Escolha de um plano para adaptação e desenvolvimento. No caso de o objetivo do sistema ser não especificado (como no item i) o plano irá consistir em um número de princípios evolucionários.¹³⁸ [PASK, 1969, p. 495, tradução nossa].

¹³⁶ **Do original em inglês:** “[...] the concept of functionalism can be usefully refined in an humanistic direction. The functions, after all, are performed *for* human beings or human societies. It follows that a building cannot be viewed simply in isolation. It is only meaningful as a human environment. It perpetually interacts with its inhabitants, on the one hand serving them and on the other hand controlling their behaviour.” [PASK, 1969, p.493].

¹³⁷ **Do original em inglês:** “[...] architects are required to design *dynamic* rather than *static* entities.” [PASK, 1969, p. 493].

i. ¹³⁸ Specification of the purpose or goal of the system (with respect to the human inhabitants). It should be emphasized that the goal *may* be and nearly always will be underspecified, i.e. the architect will no more know the purpose of the system than he *really* knows the purpose of a conventional house. His aim is to provide a set of constraints that allow for certain, presumably desirable, modes of evolution.

ii. Choice of the basic environmental materials.

iii. Selection of the invariants which are to be programmed into the system. Partly at this stage and partly in ii above, the architect determines what properties will be relevant in the man environment dialogue.

iv. Specification of what the environment will learn about and how it will adapt.

v. Choice of a plan for adaptation and development. In case the goal of the system is *underspecified* (as in i) the plan will chiefly consist in a number of evolutionary principles.”(PASK, 1969, p. 495).

No paradigma de Pask os objetivos do 'sistema-arquitetura'¹³⁹ não são definidos pelo arquiteto de maneira impositiva, sendo especificados em função de interações dinâmicas entre sujeitos, sistema-arquitetura e ambiente. A função do arquiteto seria a de fornecer uma série de limites que permitiriam que o sistema evoluísse a partir das interações, da *conversação* entre parte e todo e destes com o ambiente. O arquiteto seria o designer de um plano de adaptação e desenvolvimento que consistiria em uma série de princípios evolucionários.

2.4_ Uma nova simbiose¹⁴⁰



022 | 2_ John McHale – *New Symbiosis*, "Fotocélulas de aumento na enfermaria de oftalmologia de Massachusetts, usadas na procura de tremores *nystagmoid* de olho. O paciente olha para uma mancha móvel enquanto um computador, a milhas de distância, analisa o movimento do olho."¹⁴¹

¹³⁹ 'sistema-arquitetura': A utilização no presente capítulo dos termos sistema e Arquitetura combinados em um único, 'sistema-Arquitetura', visa ilustrar a compreensão por parte de arquitetos e profissionais de diversas áreas relacionadas, da 'Arquitetura' como um 'sistema', sob a perspectiva das ciências da Complexidade.

¹⁴⁰ Referência ao título do artigo de John McHale – *New Symbiosis*. MCHALE, J. *New Symbiosis*. *Architectural Design*, special number: 2000+. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967, p.89.

¹⁴¹ Do original em inglês: "Photocell goggles at Massachusetts Eye and Ear Infirmary, used in the search for nystagmoid eye tremors. The patient watches a moving spot while a computer, miles away, analyses eye movement." [MCHALE, 1967, p. 90]

É compartilhando influências entre ciências, tecnologia e arquitetura – de Buckminster Fuller, às posturas dos arquitetos do *Team 10* e às proposições para um diálogo entre arquitetura e cibernética por Gordon Pask –, que jovens arquitetos em países industrializados como a Inglaterra, a França e o Japão, iniciaram uma 'corrida' em direção à arquitetura para um homem pronto a explorar os limites do corpo em interação com as tecnologias; os limites do espaço; os limites do próprio planeta. Nesse contexto, como coloca John McHale,

"Para as cibernéticas, está implícito dentro de relações individuais e sociais o aparecimento de um crescimento simbiótico novo no eco-sistema do planeta. Outros tipos de máquinas são extensões meramente mecânicas [...]. Mas recentemente, como nas relações simbióticas naturais com plantas e animais, a relação do homem com sistemas cibernéticos, tem mudado sutilmente para uma interdependência mais estritamente tecida que se assemelha a seus outros laços ecológicos."¹⁴² [MCHALE, 1967, p.89, tradução nossa]

McHale toca, em suas colocações, em uma problemática à qual o imaginário científico-tecnológico da arquitetura estava intimamente relacionado naquele momento – a de que os sistemas cibernéticos consistiriam em extensões

¹⁴² Do original em inglês: "Implicit within both individual and social relations to cybernetics is the emergence of a new symbiotic growth in the eco-system of the planet. Other types of machines are merely mechanical extensions [...]. But recently, as in his natural symbiotic relations with plants and animals, man's relationship to cybernetic systems has been subtly changing, towards a more closely woven interdependency resembling his other ecological ties." [MCHALE, 1967, p.89]

amistosas para uma verdadeira ampliação e intensificação das relações entre o homem, o planeta e, para além, o universo, que começava a ser efetivamente explorado e, *conquistado*. Para uma *nova simbiose*.



023 | 2_ Página 1 da newsletter Archigram de nº 4, publicada em 1964.

Entre as manifestações que nos anos 1960 e 1970 apresentaram conexões com a problemática da cibernética, se estendendo às ciências da complexidade, encontram-se as do grupo *Archigram* na Inglaterra; Arata Isozaki e os Metabolistas no Japão; Nicholas Negroponte com seu *Architecture Machine Group* vinculado ao *Massachusetts Institute of Technology*; destacando-se no que concerne aos objetivos da presente pesquisa, por uma incorporação mais consistente dos

desenvolvimentos das ciências da complexidade e sua tradução em diferentes concepções e articulações do processo de design, Yona Friedman e Cedric Price.

Complexity (or how to see the wood in spite of the trees); 2000+; Cybernetic Serendipity. Os títulos acima, de números especiais de periódicos internacionais da década de 1960 e 1970, refletiam a efervescência da exploração conceitual e a ligação entre arquitetura e complexidade permeada pelo universo da cibernética, teoria da informação, teoria dos sistemas, da ficção científica, da corrida espacial, das tecnologias de informação e comunicação. O ponto central era a exploração de métodos capazes de dar suporte à concepção da arquitetura para um homem constantemente em movimento, em fluxo através e além do planeta, concretamente via aviões, cápsulas e submarinos, e virtualmente, via tecnologias de informação e comunicação.



024 | 2_ Astronautas. AD 2000+, 1967.

Métodos para a arquitetura de um homem que incorporou a influência da cultura generalista norte-americana que

teve “[...] uma acolhida tanto mais favorável devido ao seu conteúdo vago: a vitória do bem sobre o mal, o patriotismo, o repouso do guerreiro, a solidão do justo contra a mesquinha e a astúcia dos bandidos.” [BODY-GENDROT, 1992, p. 553 apud TRAMONTANO, 1998, p.195-196]. A arquitetura para uma *nova simbiose* na relação entre indivíduo e sociedade com o planeta, e além do planeta, mediada pelos *sistemas cibernéticos*.



025 | 2_ Flash Gordon. Viagem a Marte. Universal/BFI Stills, 1938.

Imersos nesse universo, construindo um intenso diálogo com as ciências da Complexidade, os arquitetos das décadas de 1960 e 1970 chegaram a conceber propostas que predisseram muitos dos desdobramentos relacionados aos sistemas capazes de suportar, por exemplo, a vida humana no espaço.

Segundo Daniel Canogar, em texto integrante da exposição *Ingrávidos*,

“[...] concepções futurísticas de domesticidade, junto a muitas outras que surgiram nos anos sessenta e setenta, anteciparam o habitar modular da ISS¹⁴³. Eles previram a autonomia tecnológica e o isolamento da estação espacial. [...] Com a rotação adicionada de uma construção em gravidade zero, uma forma de arquitetura funcional que transforma completamente a ordem natural das coisas: não existe alto, nem baixo, e as paredes podem ser tanto piso quanto teto simultaneamente. Um corpo leve precisa de uma casa leve. Esse último ponto pode ser visto como uma contradição profunda, se tivermos em mente que, uma casa, implica simbolicamente em fixar raízes. Mas talvez essa idéia não deva ser tão surpreendente para uma cultura, a cultura Ocidental, na qual tudo está em constante movimento.”¹⁴⁴ [CANOGAR, 2005, tradução nossa]

¹⁴³ ISS: International Space Station

¹⁴⁴ **Do original em inglês:** “[...] futuristic conceptions of domesticity, among many others that appeared in the sixties and seventies, anticipated the modular habitat of the ISS. They presaged the technological autonomy and the isolation of the space station. These architectural projects are not the result of a spontaneous dialogue with the immediate environment; rather they deny all chance of such dialogue. With the added twist of building in zero gravity, a form of functional architecture is born that completely transforms the natural order of things: there is no up, no down, and walls can be both floor and ceiling at the same time. A weightless body needs a weightless house. This latter point can be seen as a profound contradiction if we keep in mind that a home symbolically implies the putting down of roots. But maybe this idea shouldn't be so surprising for a culture, Western culture, in which everything is in constant motion.” [CANOGAR, 2005]



026 | 2_ Astronauta e cápsula espacial.

Assim, em anos marcados por mudanças radicais na representação de idéias em arquitetura, o caráter das propostas apresentava-se cada vez mais experimental, energético e ambientalmente consciente seguindo uma tradição pluralista que prevaleceu ao longo dos anos 1960, se estendendo até finais da década seguinte. Segundo John Frazer,

“As proposições e o discurso registrados por jovens arquitetos nessa época (muitos dos quais são atualmente nossos respeitados professores e profissionais) eram inflamadas pela habilidade de especular a disponibilidade e intercâmbio de informações; [...] eles eram encorajados a imaginar culturas globais, estruturas e sistemas que incorporassem novas tecnologias – todas sem o uso do computador pessoal, da Internet e dos telefones celulares.”¹⁴⁵ [FRAZER, 2005, p.36, tradução nossa]

¹⁴⁵ Do original em inglês: “The propositions and discourse recorded by young architects at that time (many of whom are today our most respected teachers and practitioners) were fuelled by the ability to speculate on the availability and exchange of information; [...] they were encouraged to imagine global cultures, structures and systems that embraced new technologies – all without the use of personal computers, the Internet and mobile phones.” [FRAZER, 2005, p.36]

Nesse contexto, alguns expoentes como o grupo inglês Archigram e Cedric Price na Inglaterra, os Metabolistas e Arata Isozaki no Japão, Yona Friedman na França, merecem um olhar mais aprofundado, não tanto pelo uso efetivo de aparatos tecnológicos, mas pela riqueza conceitual com que tecem proposições para uma arquitetura que seja capaz de corresponder à complexidade, lançando um olhar crítico para uma sociedade culturalmente massificada.

2.4.1_ *Plug-in, fun, cyber, superarchitecture!*

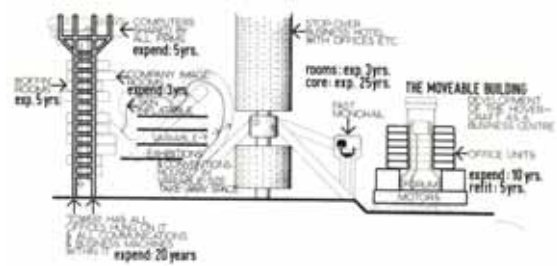
O grupo Archigram, que em 1964 projetou as visionárias ‘*Plug-in City*’ e ‘*Walking City*’, considerou os valores da geração anterior de arquitetos, de raiz modernista, como insuficientes para confrontar as transformações por que passava a sociedade da década de 1960. As propostas dos integrantes do Archigram¹⁴⁶, que possuíam formações muito distintas¹⁴⁷, refletiam forte influência de um pensamento científico-tecnológico vinculado à cibernética, se inspirando em posturas como as de Buckminster Fuller e Yona Friedman.

¹⁴⁶ **Archigram Group:** composto pelos arquitetos britânicos Warren Chalk (Londres, 1927-1987), Peter Cook (Southend-on-Sea, 1936), Dennis Crompton (Blackpool, 1935), David Greene (Nottingham, 1937), Ron Herron (Londres, 1930-1994) e Michael Webb (Henley-on-Thames, 1937).

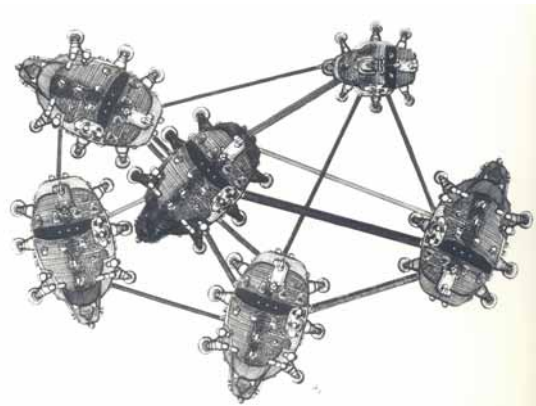
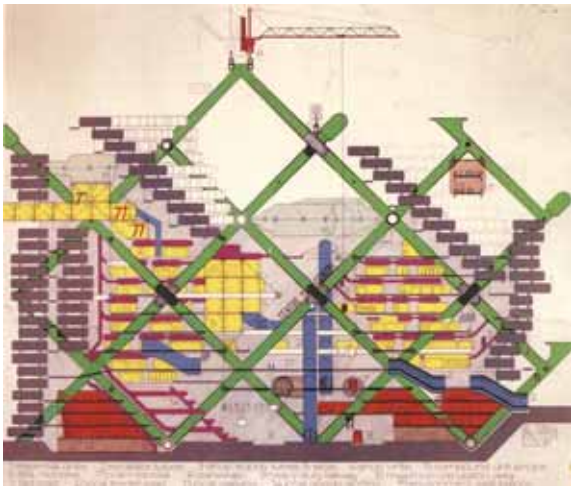
¹⁴⁷ **Peter Cook** estudou na *Bournemouth School of Art* e na *Architectural Association*, David Greene na *Nottingham University School of Architecture* e Michael Webb na *Regent Street Polytechnic*. Dos então novos integrantes, Warren Chalk havia estudado no *Manchester Art College*, Ron Herron na *Brixton School of Building* e na *Regent Street Polytechnic* e Dennis Crompton na *Manchester University School*.

ENTRE E ATRAVÉS
complexidade e processos de design em arquitetura

Tanto a 'Plug-in City' quanto a 'Walking City' podem ser compreendidas como estudos sobre as possibilidades de estruturação material de um sistema de partes articuláveis dentro do urbano. A discussão sobre a compreensão da cidade como um *sistema* onde a arquitetura pode ser *plugada* ou 'caminhar através', chegou a alcançar, com sua polêmica, uma significação de destaque no contexto da *newsletter* publicada pelo grupo.



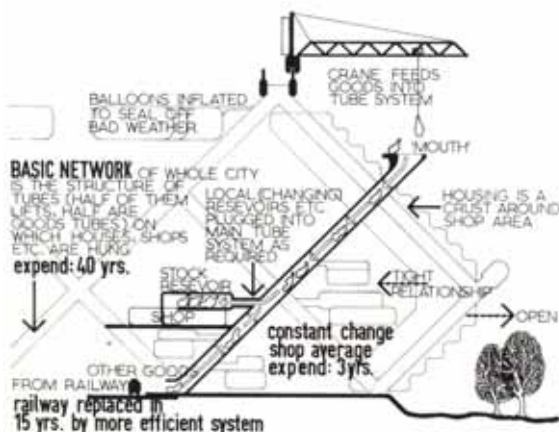
027 | 2_ Acima: Plug-in City, Corte; no Meio: Plug-in City Componentes primários; Abaixo: Plug-in City Centro de Negócios, Peter Cook, 1964.



Mobile City Project, Ron Heron, 1964. Design: Photo Archives Archigram



028 | 2_ Acima: Mobile City Project. Ron Heron, 1964. Abaixo: Walking City, New York: Colagem. Ron Heron, 1964.



Essa *newsletter*, editada por Peter Cook, foi idealizada pelo grupo como uma publicação periódica capaz de incitar, com sua postura de contestação, os representantes de uma arquitetura modernista conservadora. Foram nove números e meio, publicados entre 1961 e 1974, onde a indeterminação podia ser apreciada tanto em seu conteúdo quanto no próprio formato e estilo.

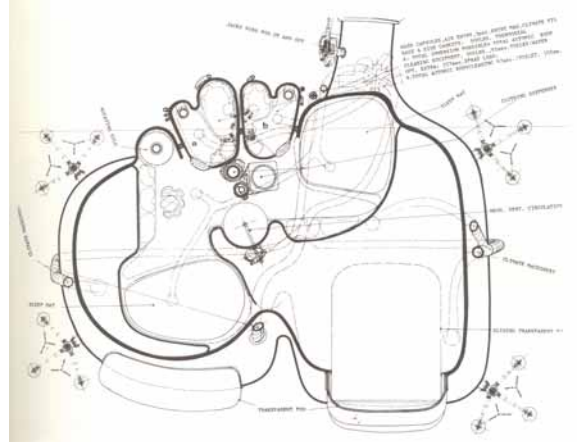
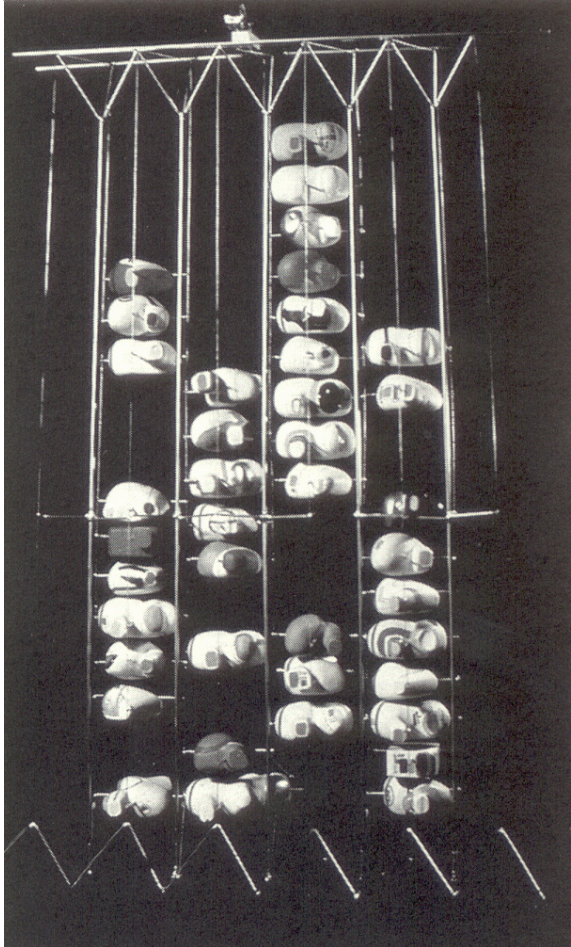
Os últimos números da *newsletter* Archigram – Archigram 8 (1968),

Archigram 9 (1970) e Archigram 9½ (1974) – são expressões da ligação mais intensa do grupo com o pensamento cibernético e um distanciamento das soluções totalizadoras para a cidade – como as *'Plug-in City'* e *'Walking City'* –, persistindo como centrais, nesse momento, temas como mobilidade, metamorfose, o impacto das tecnologias de informação e comunicação no ambiente urbano e na vida privada. Através de diversas propostas como o projeto da *'Instant City'* de Peter Cook, Dennis Crompton e Ron Herron (1968) e de noções como a *'Cybernetic Forest'* ('Floresta Cibernética') do poema *'All watched over by machines of loving Grace'* (1969), de David Greene (citado no início do presente capítulo), o grupo discute a relação do homem com os sistemas cibernéticos em situações cada vez mais transitórias e híbridas.



029 | 2_ Acima *Instant City*, Cena noturna: Colagem. Peter Cook, 1968. Abaixo *Instant City*, Configuração típica. Auto-estrada na intersecção de Santa Mônica e San Diego, Los Angeles: Colagem. Peter Cook, 1969.

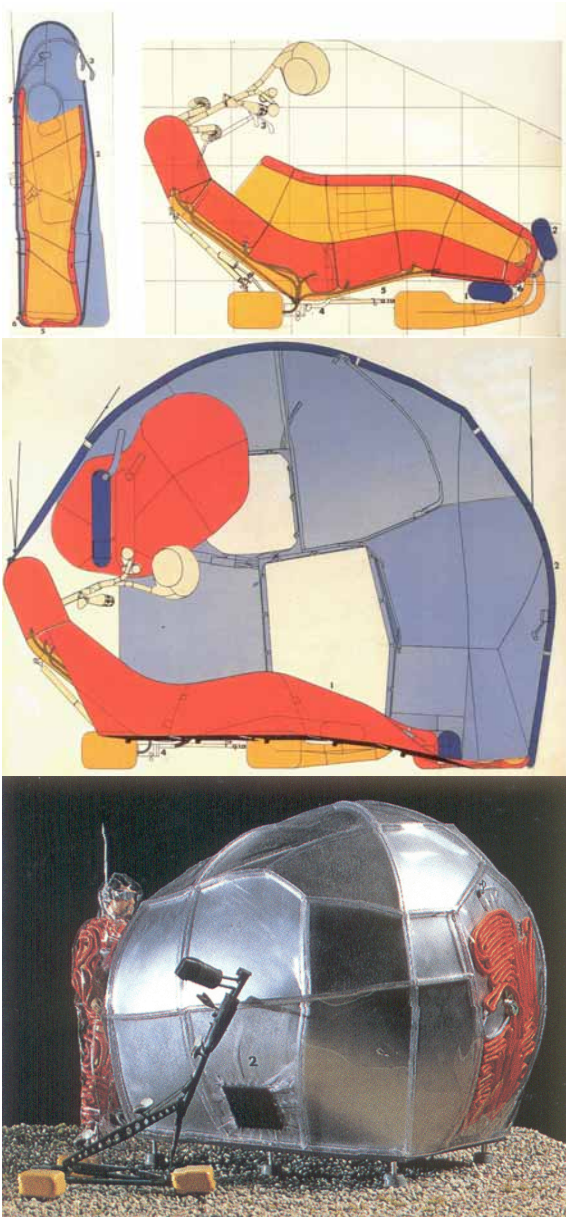
Os projetos *'Living Pod Project'* (1965) de David Greene e *'Cushicle'* (1966) de Mike Webb ilustram essa fase que deixa transparecer claramente afinidades com o universo da exploração espacial e subaquática desses anos de Guerra Fria. O *'Living Pod Project'* consistia em uma cápsula experimental que poderia ser *plugada* a uma estrutura urbana maior – a unidade, pensada como parte de um grande sistema. Os equipamentos 'de última geração' acoplados à estrutura principal transformariam o ambiente numa espécie de 'organismo cibernético de morar', planejado para ser implantado até mesmo no fundo do mar.



031 | 2_ Na seqüência: Living-Pod, corte e planta.
David Greene, 1965.

030 | 2_ Acima [foto]: Living-Pod, maquete. David
Greene, 1965. Abaixo [foto]: Living-Pod, cápsulas
empilhadas. David Greene, 1966.

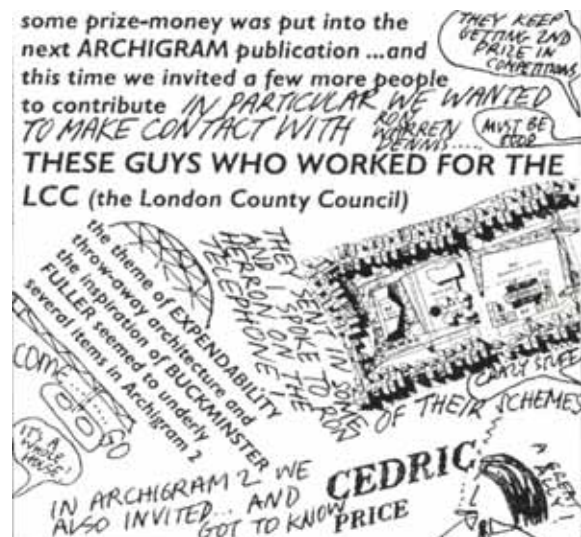
Já o projeto 'Cushicle', consistia em uma 'invenção' capaz de permitir a um indivíduo se transportar livremente através ambientes completamente distintos – uma 'unidade nômade', equipada para dar suporte à vida.



032 | 2_ Acima [desenho]: Cushicle, habitação dobrada, esquema. No meio [desenho]: Cushicle, habitação em funcionamento. Abaixo [foto] maquete. Michael Webb, 1966.

A *Archigram 8*, de 1968, trazia um dicionário de termos que tentavam precisar os principais conceitos e noções que norteavam os trabalhos do grupo – metamorfose, nômade, conforto, hard-soft, emancipação, intercâmbio e feedback. Esses termos refletiam a forte influência da cibernética e sua consideração como um tema pertinente para a arquitetura a partir das

influências do arquiteto britânico Cedric Price e do ciberneticista Gordon Pask. Nesse mesmo número são publicados diagramas de Cedric Price, demonstrando, como afirma a pesquisadora Cláudia Cabral¹⁴⁸ “[...] a ansiedade por incorporar os modelos e sistemas da cibernética como área emergente [...]” [CABRAL, 2001, p. 241-242].



033 | 2_ A verdadeira história do Archigram Group contada por Peter Cook.

A aproximação do pensamento do grupo com o pensamento complexo transparece, por exemplo, nas considerações sobre o termo ‘Hard-soft’ – um panorama futuro de incorporação das tecnologias, em que “[...] as noções de *hard* e *soft* serão consideradas como complementares, e não antagônicas.”¹⁴⁹ [ARCHIGRAM, 1968, in GUIHEUX, 1994, p.132].

¹⁴⁸ CABRAL, C. P. C. *Grupo Archigram, 1961-1974: uma fábula da técnica*. Tese de doutoramento. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Departament de Composició Arquitectònica, Barcelona, 2001.

¹⁴⁹ Da tradução em francês: “[...] les notions de hard et de soft seront considérées comme complémentaires, et non antagonistes.” [ARCHIGRAM 8, 1968, p.132].

A relação dos integrantes do grupo com todo um universo em torno da cibernética através da figura de Gordon Pask fica evidente, por exemplo, em um artigo publicado em 1969, no periódico inglês *Architectural Design*, intitulado '*Things that do their own things*'. Warren Chalk afirma no referido texto, em certo momento, que,

"Em um sistema cibernético existe um método de monitoramento do sistema de output, comparando-o com um resultado desejado e então utilizando a diferença para efetivar algum mecanismo de controle para ajustar à norma requerida.[...] Gordon Pask atestou que, mesmo na ausência de seres humanos, as entidades no ambiente se comunicam e aprendem umas com as outras."¹⁵⁰ [CHALK, 1969, p.375-376, tradução nossa]

O Archigram chega, afinal, a considerar uma desmaterialização da própria arquitetura a partir de um entendimento da relação entre homem, natureza e tecnologia como partes de um sistema onde a arquitetura tenderia aos poucos a se dissolver, transformando-se de objeto segregado em um híbrido 'homem+tecnologias de informação e comunicação+ambiente' – um mediador, um sistema cibernético, uma extensão do homem na nova relação de *simbiose* com o meio-ambiente.

¹⁵⁰ Do original em inglês: "In a cybernetic system there is some method of monitoring the output of the system, comparing it with a desired result and then using the difference to actuate some control mechanism to adjust to the required norm. [...] Gordon Pask has stated that even in the absence of a human being, entities in the environment communicate with and learn one another." [CHALK, 1969, p.375-376].

2.4.2_ Arquitetos Metabolistas (!)

Compartilhando linguagem gráfica e conceitos com os expoentes da vanguarda arquitetônica ocidental, em 1960, por ocasião da '*World Design Conference*'¹⁵¹ em Tokyo, um grupo de jovens arquitetos japoneses – os Metabolistas –, apresentou propostas urbanas em um panfleto bilíngüe intitulado '*Metabolismo*'.

Inicialmente composto por Noboru Kawazoe¹⁵², Kiyonori Kikutake¹⁵³ e Kisho Kurokawa¹⁵⁴, passam a integrar

¹⁵¹ A '*World Design Conference*' de 1960 foi o primeiro evento internacional da área sediado no Japão.

¹⁵² **Noboru Kawazoe** (1926) é crítico de Arquitetura e Diretor do Kawazoe Research Institute. Suas principais publicações incluem *Tami to Kami no Sumai* (The Dwellings of the People and the Gods), *Kenchiku to Dento* (Architecture and Tradition), *Seidatsugaku no Teisho* (A Proposal for a Science of Lifestyle), and *Toshi Kukan no Bunka* (The Culture of City Space). É um dos críticos de Arquitetura de maior destaque no Japão, fazendo importantes sugestões acerca do futuro da Arquitetura japonesa e os problemas políticos e sociais envolvidos. In: Kurokawa, Kisho. **Philosophy of Symbiosis - Chapter 10, The Symbiosis of Man and Nature**. Disponível em: <<http://www.kisho.co.jp/Books/book/chapter10.html>>. Acesso em 12 jun. 2006.

¹⁵³ **Kiyonori Kikutake**, Arquiteto japonês, nasceu em 1928, em Kurume, Fukuoka. Estudou na Universidade de Waseda, Tokyo, de 1946 a 1950. Durante os anos 1960 integrou o grupo Metabolistas, Combinando desde 1953, o trabalho em seu escritório Kiyonori Kikutake & Associados, em Tokyo, com a atuação como docente e a direção de diversos institutos tecnológicos e associações. Como membro dos Metabolistas, realizou numerosas investigações sobre sistemas móveis e flexíveis que dotariam suas obras arquitetônicas de um maior dinamismo. In: GRUPO DE NOTÍCIAS ES.HUMANIDADES.ARTE. **Kiyonori Kikutake**. Disponível em: <<http://www.eha.boj.org/repositorio/biografias/k/msg00057.html>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹⁵⁴ **Kisho Kurokawa**. Nascido em Nagoya, em 1934, Kisho Kurokawa era apenas um debutante no mundo da arquitetura quando fundou o grupo dos Metabolistas, em 1959, e iniciou seus experimentos formais com os planos da Cidade hélice para Tóquio, ou da Cidade flutuante para Kasumigaura, também no Japão. Logo depois lançou a proposta dos edifícios-cápsula, montados com elementos pré-fabricados, idéia colocada em prática na Expo 70, em Osaka e na Nakagin Capsule Tower, construída em Tóquio, em 1970. A partir daí, manejando com eficiência as ferramentas do desenho e do marketing pessoal, Kurokawa colecionou premiações e títulos honoríficos em todos os continentes, dedicando-se a projetos de edifícios, museus, estádios esportivos, aeroportos, habitações, mobiliário, e mesmo cidades inteiras. In: ARCOWEB. **Entrevista com Kisho Kurokawa**. Disponível em:

posteriormente o grupo, Masato Otaka¹⁵⁵ e Fumihiko Maki¹⁵⁶, em 1959, quando Kenzo Tange¹⁵⁷, que havia representado o Japão na conferência CIAM-Team 10, retorna ao Japão. Segundo Kurokawa,

“Ele retornou com a notícia de que o CIAM tinha se dissolvido e reportou sobre as atividades do Team 10. Somando-se a isso, obtemos informações acerca de algumas atividades do GEAM¹⁵⁸ centralizado entorno de Yona Friedman. À luz dos fatos, decidimos publicar um manifesto antes da abertura da ‘*World Design Conference*’ para esclarecer pontos comuns e divergências entre nosso

pensamento e conceitos nos quais as atividades estrangeiras foram baseadas.”¹⁵⁹ [KUROKAWA, 1977, p.41, tradução nossa, nota nossa].

Esse evento de 1960 no Japão veio consolidar uma nova geração de arquitetos japoneses do período pós-guerra que emergiu no cenário arquitetônico através de mentores como Kenzo Tange e Kunio Maekawa¹⁶⁰. Estes últimos, protagonistas de uma geração fortemente influenciada pelo trabalho de Le Corbusier¹⁶¹ e pelo CIAM que procuraram, nos anos 1940 e 1950, fazer dialogar o modernismo ocidental com a tradição japonesa. Para os jovens arquitetos orientais da década de 1960, que cresceram vivenciando um

<<http://www.arcoweb.com.br/entrevista/entrevista7.asp>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹⁵⁵ **Masato Otaka**, nasceu em Fukushima Prefect, 8 de Setembro de 1923. Arquiteto Japonês, graduou-se em Arquitetura pela University of Tokyo em 1947 tendo trabalhado no escritório de Kunio Maekawa de 1949 a 1961 quando abriu seu próprio escritório em Tokyo. Otaka foi membro fundador do grupo Metabolistas em 1960. Com Fumihiko Maki publicou um estudo de formas ‘agrupadas’ ou ‘coletivas’, sugerindo que elementos individuais, podem ser organizados de acordo com regras que eram mais livres que os princípios tradicionais de composição. Otaka explorou essas idéias em uma série de projetos urbanos a partir da década de 1960. In: ART NET ARTISTS’ BIOGRAPHIES. **Masato Otaka**. Disponível em: <<http://www.artnet.com/library/06/0641/T064177.asp>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹⁵⁶ **Fumihiko Maki** nasceu no Japão, Tokyo, em 1928. Estudou Arquitetura com Kenzo Tange na Tokyo University, onde se graduou em 1952. No ano seguinte, ingressa na Cranbrook Academy of Art in Bloomfield Hills, Michigan, cursando posteriormente seu mestrado na School of Design (GSD), Harvard University. Em 1965, regressa ao Japão para estabelecer seu próprio escritório de Arquitetura – Maki and Associates, em Tokyo. Recebeu o prêmio Pritzker em 1993 e o Praemium Imperiale em 1999. In: EL PODER DE LA PALABRA. **Fumihiko Maki Biografia**. Disponível em: <<http://www.epdlp.com/arquitecto.php?id=102>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹⁵⁷ **Kenzo Tange** nasceu em 1913 em Osaka, Japão, se destacando no cenário internacional da Arquitetura a partir do início dos anos 1950 quando foi convidado a projetar o *Peace Center*, em Hiroshima. Graduou-se em Arquitetura pela Tokyo University (1938) tendo trabalhado por algum tempo com Kunio Maekawa. Foi o primeiro arquiteto do continente Asiático a alcançar reconhecimento internacional como um importante representante do Movimento Moderno em Arquitetura. Seus projetos de estruturas esportivas para abrigar os Jogos Olímpicos de Tokyo de 1964, são expressões arquitetônicas desse importante evento na história do Japão pós-Segunda Guerra. In: UNIVERSITY OF NOTRE DAME. **Kenzo Tange**. Disponível em: <<http://www.usc.edu/dept/LAS/ealc/Doordan1.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹⁵⁸ **GEAM**, sigla em francês para ‘*Mobile Architecture Study Group*’ (MASG).

¹⁵⁹ **Do original em inglês:** “He returned with the news that CIAM had been dissolved and reported on Team 10 activities. In addition, we obtained information on some of the activities of the GEAM centered around Yona Friedman. In light of this, we decided to publish a manifesto before the opening of the World Design Conference to clarify common points and differences between our thinking and concepts on which the foreign activities were based. [KUROKAWA, 1977, p.41]

¹⁶⁰ **Kunio Maekawa** (1905-1986) foi um dos expoentes do Movimento Moderno em Arquitetura no Japão, tendo trabalhado no atelier de Le Corbusier no período entre-guerras – de 1928 a 1930. Sua abordagem técnica, que caracteriza sua atuação no Japão pós-guerra, era uma tentativa de adaptação do método de Le Corbusier ao clima japonês e às condições sociais, processando modificação e conformação. In: Matsukuma, Hiroshi. **The Attempt and Meaning of Modern Architecture in Japan by Kunio Maekawa’s Methodology as Technical Approach**. Disponível em: <http://www.docomomo2004.org/moday_3.htm>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹⁶¹ **Charles-Edouard Jeanneret-Gris**, mais conhecido pelo pseudônimo de **Le Corbusier**, nasceu em La Chaux-de-Fonds, 6 de Outubro de 1887, falecendo em Roquebrune-Cap-Martin, a 27 de Agosto de 1965. Arquiteto suíço, com 29 anos, mudou-se para Paris, naturalizando-se francês. É considerado juntamente com Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto, Mies van der Rohe, um dos mais importantes expoentes do movimento Moderno em Arquitetura do século XX. Le Corbusier lançou as bases, em seu livro *Vers une architecture* (Por uma arquitetura), do movimento moderno de características funcionalistas. Sua obra, ao negar características histórico-nacionalistas, abriu caminho para o que mais tarde seria chamado de *International Style* ou *Estilo Internacional*, que teria representantes como Ludwig Mies van der Rohe, Walter Gropius, e Marcel Breuer. Foi um dos criadores dos CIAM (Congrès Internationaux d’Architecture Moderne). In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Le Corbusier**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Le_Corbusier>. Acesso em: 10 jun. 2006.

desenvolvimento econômico acelerado, era natural ultrapassar esse modernismo híbrido dos pioneiros em direção à arquitetura para uma cultura de massa. Segundo Uesaka,

“Se Kenzo Tange representou aqueles arquitetos que introduziram a arquitetura ocidental com a tecnologia ocidental no Japão, então Kisho Kurokawa representa a nova geração de arquitetos japoneses que estão tentando re-introduzir a arquitetura japonesa com a tecnologia ocidental.”¹⁶² [UESAKA, 1974, in KUROKAWA, 1977, p.110, tradução nossa].

A proposta dos Metabolistas se baseava no entendimento do urbano como um organismo e deste como um sistema em contínuo desenvolvimento em função do tempo – um tempo irreversível. Segundo Joan Ockman,

“Para acomodar acelerados fluxos de população, materiais, e informação, os Metabolistas investem em uma tecnologia transformável baseada em componentes pré-fabricados e substituição ou adição de partes obsoletas de acordo com um ‘ciclo metabólico’”¹⁶³ [OCKMAN, 1993, p.319, tradução nossa]

A metáfora da cidade e do seu funcionamento como um ciclo metabólico ou metabolismo, se enquadra dentro de

¹⁶² Do original em inglês: “If Kenzo Tange represented those architects who introduced western architecture with western technology to Japan, then Kisho Kurokawa represents the new generation of Japanese architects that is trying to reintroduce a Japanese architecture with western technology.” [UESAKA, 1974, p.110]

¹⁶³ Do original em inglês: “To accommodate the accelerating flows of population, material, and information, the Metabolists advanced a transformable technology based on prefabricated components and replacement or addition of obsolescent parts according to a “metabolic cycle”. [OCKMAN, 1993, p.319]

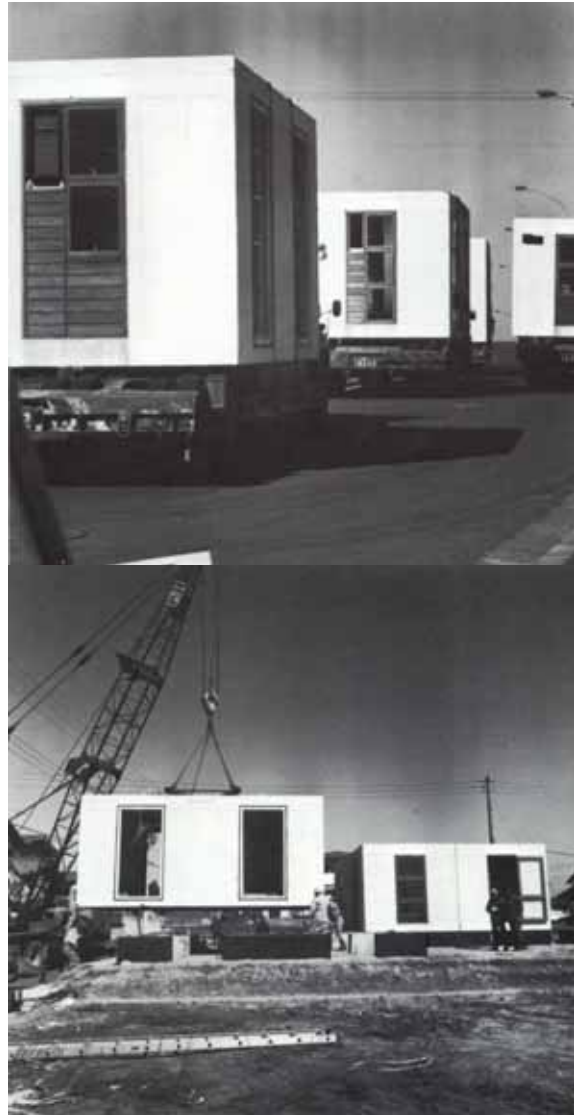
um pensamento sistêmico. A cidade como um sistema que se transforma, que evolui no tempo em interação constante com sujeitos e ambiente. Essa proposta constitui uma tentativa de metáfora simbólica aos ciclos observáveis na natureza utilizando tecnologia de ponta em soluções arquitetônicas que refletem uma forte influência da vanguarda ocidental, apresentando soluções para as cidades muito parecidas com aquelas propostas pelo Archigram em projetos como a ‘*Plug-in City*’. Um exemplo que ilustra essa influência é o projeto da ‘*Nakagin Capsule Tower*’, em Tokyo, de Kisho Kurokawa.



034 | 2_ Vista geral de uma avenida em Tokyo com a Nakagin Capsule Tower ao fundo.

Reafirmando a influência ocidental, sobretudo das idéias do Archigram, o que os Metabolistas apresentavam como analogia a um ‘ciclo metabólico’ eram estruturas transformáveis baseados em kits de partes de componentes pré-fabricados que poderiam ser repostas ou adicionadas em função da obsolescência. Segundo Ockman,

“Se essa é uma concepção simbólica do crescimento dinâmico remanescente dos paradigmas Ocidentais, foi combinado a uma abordagem sofisticada da tecnologia ao menos parcialmente inspirada pelas idéias de Konrad Wachsmann, cujas conferências no Japão em 1955 foram assistidas por Kurokawa, Kawazoe, Kikutake, e Arata Isozaki. A teoria de Wachsmann de uma estrutura flexível, baseada na solução de problemas em grupo, e *background* em sistemas de construção pré-fabricada em madeira, parecia ter uma afinidade natural com a tradição construtiva Japonesa.”¹⁶⁴ [OCKMAN, 1993, p.319, tradução nossa].



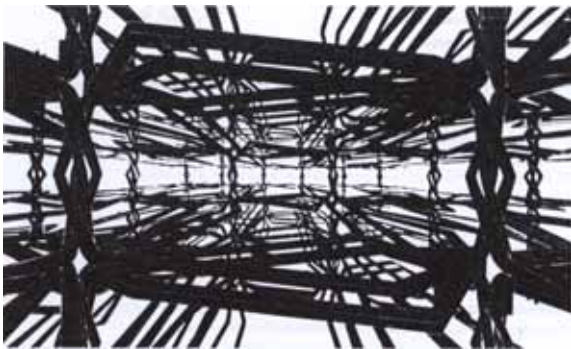
036 | 2_ Acima: Cápsulas de concreto de 3m x 3m x 6m transportadas por caminhões. Abaixo: Construção experimental de cápsulas de concreto.

Tendo influenciado a vanguarda oriental dos anos 1960 e 1970, tanto quanto a ocidental, e estando sempre empenhado em discutir os impactos dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos industriais na arquitetura e na construção propriamente dita, Konrad Wachsmann¹⁶⁵ apostava em uma essencial

¹⁶⁴ Do original em inglês: “If its symbolic conception of dynamic growth remained foreign to Western paradigms, it was coupled with a sophisticated approach to technology at least partly inspired by the ideas Konrad Wachsmann, whose lectures in Japan in 1955 had been attended by Kurokawa, Kawazoe, Kikutake, and Arata Isozaki. Wachsmann’s theory of flexible structure, emphasis on team problem-solving, and background in prefabricated wood construction systems seemed to have a natural affinity with Japanese building tradition.” [OCKMAN, 1993, p.319]

¹⁶⁵ Konrad Wachsmann (1901-1980) nasceu na Alemanha e trabalhou em Berlim, a partir da segunda metade dos anos 1920 como chefe de uma das maiores fábricas de elementos pré-fabricados em madeira da Europa. Emigrou posteriormente para os Estados Unidos onde trabalhou como colaborador de Walter Gropius (1883-1969).

contribuição da estética na implementação do conhecimento técnico.



035 | 2_ Estrutura Wachsman. "Representação em Perspectiva de tensões em um edifício 'multi-estória', atribuídas no desenvolvimento de um único elemento estrutural."¹⁶⁶

Outra referência para os Metabolistas, o *Team 10*, vinha construindo na Europa uma elaborada abordagem baseada na analogia com o orgânico desde os anos 1950. Essa aproximação, como coloca Joan Ockman, traduzida para o contexto japonês,

"[...] foi uma resposta às necessidades espaciais de uma população nacional – como Kurokawa pôde notar –, era dez vezes mais densa que a do Estados Unidos, concentrada em uma superfície útil de área que compreendia vinte por cento da superfície terrestre do país,"¹⁶⁷ [OCKMAN, 1993, p.319, tradução nossa].

Atestando a influência do *Team 10*, em 1962 chegou a ser planejada a formação de um grupo que se chamaria '*Team*

Tokyo', unindo os Metabolistas, Kenzo Tange, Takamasa Yoshizaka, Yoshinobu Ashihara, Koji Kamiya e Arata Isozaki mas, como afirma Kurokawa, "[...] eles se encontraram só uma vez."¹⁶⁸ [KUROKAWA, 1977, p.45, tradução nossa].

Outra influência de caráter basilar para o metabolismo japonês, o pensamento cibernético, fica patente no artigo 'Capsule Declaration'¹⁶⁹, de Kurokawa, em um contexto onde dialogavam os universos da corrida espacial e da ficção científica. Já na primeira linha do texto essas relações ficam evidentes quando o arquiteto afirma que "A cápsula é arquitetura ciborgue. Homem, máquina e espaço constroem um novo corpo orgânico que transcende confrontações."¹⁷⁰ [KUROKAWA, 1977, p. 75, tradução nossa]. O arquiteto chama ainda a atenção para interação entre uma sociedade informatizada e o indivíduo, onde as cápsulas seriam algo como uma interface. Segundo Kurokawa,

"A cápsula constitui um mecanismo de feedback em uma sociedade orientada informacionalmente, uma sociedade 'tequinetrônica'. Constitui um dispositivo que permite-nos rejeitar informações não desejadas. Nossa sociedade está emergindo de uma era industrial e entrando em uma era tequinetrônica. [...] Para nos protegermos do fluxo de informações e por outro lado traficar informação, devemos ter mecanismos de *feedback* capazes de rejeitar informações desnecessárias. A cápsula

¹⁶⁶ Do original em inglês: "Perspectival representation of stresses in a multistory building it is predicated on the development of only one structural element." In: OCKMAN, J. (ORG). *Architectural Culture 1943-1968: a documentary anthology*. New York: Rizzoli International publications, Inc., 1993. p.268

¹⁶⁷ Do original em inglês: "(...) was a response to the spatial needs of a national population that – as Kurokawa would note – was ten times as dense as that of the United States, concentrate on a usable surface area comprising twenty per cent of the country's land mass," (OCKMAN, 1993, p.319).

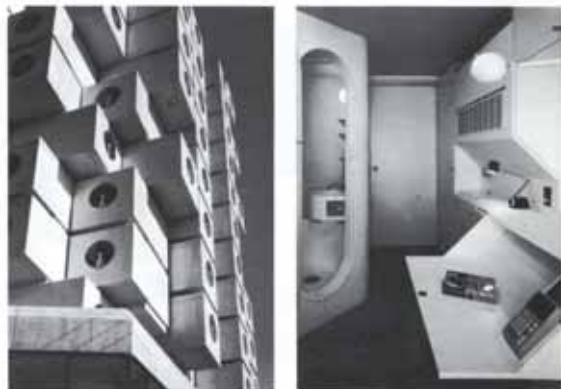
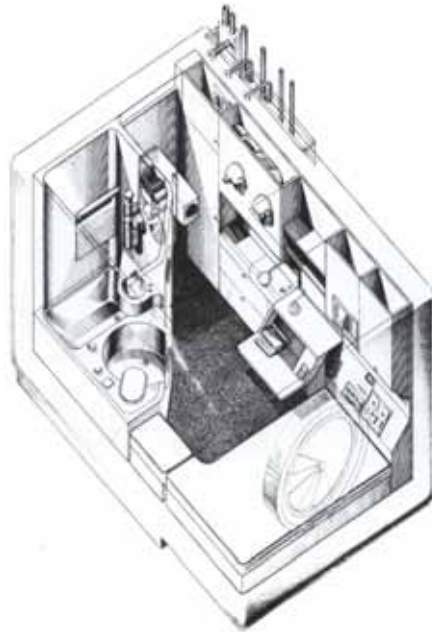
¹⁶⁸ "[...] this met only once." [KUROKAWA, 1977, p.45].

¹⁶⁹ Publicado pela primeira vez em março de 1969 no periódico SD (Space Design) é publicado em 1977 como capítulo no livro *Metabolism in Architecture* de Kisho Kurokawa.

¹⁷⁰ Do original em inglês: "The capsule is cyborg architecture. Man, machine and space build a new organic body wich transcends confrontations." [KUROKAWA, 1977, p. 75]

serve como um espaço.”¹⁷¹ [KUROKAWA, 1977, p.82, tradução nossa].

Para Kurokawa a capsula constitui a solução ideal para um homem em constante movimento¹⁷² - “[...] uma habitação para o *Homo movens*.”¹⁷³ [KUROKAWA, 1977, p. 76, tradução nossa].



037 | 2_ Acima: Plano isométrico da Nakagin Capsule Tower. Abaixo esquerda [foto]: Cápsulas encaixadas em diversas direções. Abaixo direita [foto]: interior da cápsula.

¹⁷¹ Do original em inglês: “The capsule is a feedback mechanism in an information-oriented, a ‘technetronic’, society. It is a device which permits us to reject undesired information. Our society is emerging from the industrial age and entering a technetronic age. (...) To protect us from the flood of information and the one-way traffic in information, we should have a feedback mechanism and a mechanism which rejects unnecessary information. The capsule serves as such a space.” [KUROKAWA, 1977, p.82].

¹⁷² Segundo o arquiteto, àquela época (finais da década de 1960): “The rate at which city dwellers move home in the United States is around 25 per cent a year.” [KUROKAWA, 1977, p. 76].

¹⁷³ Do original em inglês: “[...] a dwelling of *Homo movens*.” [KUROKAWA, 1977, p. 76].

Kurokawa acreditava que, na medida em que extensas propriedades e grandes casas se tornassem um impedimento à liberdade e facilidade de locomoção, a cápsula seria vislumbrada como alternativa viabilizadora de uma emancipação do edifício em relação ao território - “[...] uma era de arquitetura móvel.”¹⁷⁴ [KUROKAWA, 1977, p. 76, tradução nossa]. Nesse sentido é ainda

¹⁷⁴ Do original em inglês: “[...] an age of moving architecture” [KUROKAWA, 1977, p. 76].

interessante observar a compreensão da cápsula e sua relação com o homem e o ambiente – compreendido sob uma perspectiva sistemista. Segundo Kurokawa,

“A cápsula é planejada para ação perfeitamente livre, formada por movimentos perfeitamente livres. O sistema, também, tem seu próprio tipo de movimento. O movimento da cápsula e o movimento do sistema são algumas vezes contraditórios e algumas vezes coincidentes. O crescimento do sistema, algumas vezes ativa os agrupamentos das cápsulas. Em outras palavras, a teoria da estrutura múltipla – de que um sistema (e suas unidades geradas no próprio sistema) pode ter leis independentes de movimentação – também se aplica aqui.”¹⁷⁵ [KUROKAWA, 1977, p.79, tradução nossa].

É importante notar o intenso diálogo que se configura entre o Japão e o ocidente em arquitetura nesse momento. No que concerne ao Metabolismo, é interessante observar a tentativa de promover um diálogo entre ferramentas conceituais da arquitetura de vanguarda ocidental dos anos 1960 e 1970, sobretudo tentando conectar a complexidade – via cibernética, teoria dos sistemas e teoria da informação –, a uma rica tradição cultural do oriente.

No livro *'Metabolism in Architecture'* publicado por Kisho Kurokawa em 1977, o

¹⁷⁵ **Do original em inglês:** “The capsule is planned for perfectly free action, formed for perfectly free movements. The system, too, has its own type of movement. The movements of the capsule and the movements of the system are sometimes contradictory and sometimes coincide. The growth of the system sometimes triggers the grouping of capsules. In other words, the theory of multiple structure – that a system (and its units which are generated in the system) should have its independent laws of motion – also applied here.” [KUROKAWA, 1977, p.79].

arquiteto apresenta a essência desse modo de pensar apresentado pelo Metabolismo na década de 1960. Suas concepções demonstram uma mistura entre a tradição filosófica oriental – a partir do Budismo –, e a necessidade de solucionar os problemas infra-estruturais relacionados à arquitetura, em um Japão que deflagrava economicamente após a Segunda Guerra. Segundo Kurokawa,

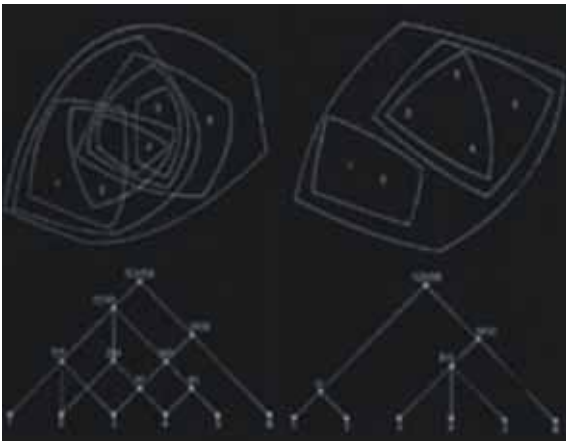
“Nos últimos anos, a atenção aos limites dos recursos naturais mundiais e ao fato de que a sociedade humana e todo seu meio-ambiente constituem uma unidade em um grande sistema vivo, tem se difundido. Mas para o Budismo isso não é novidade: é uma compreensão básica do conceito de *samsāra*. O reconhecimento pelo grupo Metabolistas no seu livro de 1960 que é parte de um grande ciclo de vida, coincide com essa doutrina. O princípio de que a arquitetura pode mudar com o tempo, o princípio de substitubilidade e intercâmbio, e o princípio do ciclo metabólico, assim como a crença em que a arquitetura, as cidades e a própria humanidade são efêmeros, estão de acordo com as doutrinas *samsāra* and *laksana-alaksanatas*.”¹⁷⁶ [KUROKAWA, 1977, p. 35, tradução nossa].

¹⁷⁶ **Do original em inglês:** “In recent years awareness that the limitations to the natural resources of the world and that human society and all of its environment are one in a great life system has become widespread. But to Buddhism this is nothing new: it's a basic tenet of concept of *samsāra*. The acknowledgement by the metabolist group in its 1960 book that is part of a greater cycle of life coincides with this doctrine. The principle that architecture should change with time, the principle of replaceability and interchangeability, and the principle of the metabolic cycle, as well as the belief that architecture, cities and humanity itself are ephemeral, are all in accord with the doctrines of *samsāra* and *laksana-alaksanatas*. [KUROKAWA, 1977, p. 35]

Kurokawa apresenta uma longa discussão sobre a filosofia budista introduzida no Japão através da Ásia no século sexto como uma consistente base espiritual e filosófica, sendo impossível, segundo afirma, compreender a arquitetura japonesa sem se referir à filosofia budista.

Assim, com o Metabolismo, a idéia de Kurokawa era construir uma ponte entre essas bases filosóficas e as propostas para a arquitetura. Bases filosóficas estas que apresentavam grande afinidade com um pensamento sistêmico e cibernético, onde era essencial considerar a irreversibilidade do tempo – um tempo da evolução onde os sistemas se transformavam e se readaptavam alternando estágios de ordem-desordem-organização.

2.4.3_ *City in the Air*



038 | 2_ *City in the Air*, Arata Isozaki.

Outro expoente da vanguarda oriental, Arata Isozaki¹⁷⁷ focalizava em suas

exploração em arquitetura, o significado simbólico e cultural dos problemas de uma sociedade plenamente industrializada. Reafirmando sua capacidade para elaborar uma re-interpretação da cultura ocidental, seu projeto de 1960 para a '*City in the Air*' evocava claramente a '*Ville spatiale*' de Yona Friedman e, conseqüentemente (como veremos mais adiante), as mega-estruturas idealizadas para a cidade pelo grupo inglês Archigram. Sua proposta da '*City in the Air*', que, à primeira vista parece se reduzir a uma estrutura em árvore simples, consiste, sob uma perspectiva mais ampla, muito mais numa *floresta* de estruturas em árvore. Como mostra Akira Asada¹⁷⁸,

"Isozaki desenvolveu um sistema de interseções urbanas e interconexões aéreas, sustentado em última instância, por uma estrutura principal tipo floresta apoiada por elementos infra-estruturais tronco, que também suportam 'plug-ins' comerciais e residenciais como os encontrados na

Kenzo Tange de 1954 a 1963, antes de abrir seu próprio atelier em 1963. Os trabalhos de Isozaki combinam a tradicional sensibilidade japonesa com a Ocidental, projetando formas complexas assimétricas, inovadoras justaposições de materiais, empréstimos formais ecléticos de estilos passados, e detalhes tecnologicamente sofisticados. In: COLUMBIA ENCYCLOPEDIA. **Arata Isozaki**. Disponível em: <<http://columbia.thefreedictionary.com/Isozaki,+Arata>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

¹⁷⁸ **Akira Asada**, economista, Professor Assistente da Kyoto University, nasceu em 1957, tendo se especializado em história econômica e história do pensamento social. Seu primeiro livro foi '*Kozo to Chikara (Structure and Power)*', de 1983. Outros trabalhos incluem: *Chosoron (The Theory of Escape)*, *20 seki Bunka no Rinkai (The Limits of 20th Century Culture)*, e *Yukoku Botan (Stupid Conversations from a Depressed Country)*, com Tanaka Yasuo. Asada é um reconhecido crítico de arte e arquitetura contemporânea no Japão. In: NTT INTERCOMMUNICATION CENTER [ICC]. **Akira Asada biography**. Disponível em: <http://www.ntticc.or.jp/Biography/Asada_a_>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹⁷⁷ **Arata Isozaki**, arquiteto japonês, nasceu em 1931, em Oita, Japão. É um dos arquitetos de maior destaque em seu país, alcançando reputação internacional e tendo projetado obras notáveis na Ásia, na Europa e nos Estados Unidos. Trabalhou com

'Plug-in City' de Peter Cook.¹⁷⁹ [ASADA, 2006, tradução nossa].

A experiência de Isozaki propunha repensar a soberania do arquiteto, no processo de design, convidando a observar a necessidade de considerar a ação de forças diversas. Forças, como as idéias e ações divergentes e simultaneamente complementares dos sujeitos envolvidos num processo de interações dinâmicas com vistas a um objetivo comum. Um processo-sistema, onde as interações produzissem organização, transformações, evolução, numa temporalidade irreversível. Como relata Asada,

"Os resultados finais foram realmente impressionantes, com arame que não só se estendia de um nó a outro mas às paredes, teto e espaços de exibição adjacentes. O modelo tinha se tornado verdadeiramente complexo, sugerindo uma cidade rizomática de redes hierárquicas de programas infra-estruturais."¹⁸⁰ [ASADA, 2006, tradução nossa].

A arquitetura de Isozaki apresentava ainda, grande afinidade conceitual com a do britânico Cedric Price. A afinidade entre as idéias de Price e Isozaki se evidencia no ensaio publicado pelo arquiteto em 1962, intitulado '*City*

Demolition Industry, Inc.'. Assim como nas concepções de Price, a questão de uma temporalidade irreversível em arquitetura ocupa lugar central no pensamento de Isozaki. Essa afinidade fica clara nas colocações do próprio arquiteto,

"Price e eu somos da mesma geração: ambos começam a trabalhar em 1960. Quando ele propôs seu muito concreto Fun Palace, minha proposta para a cidade imaginária foi o '*Incubation Process*' – o tema central pode ser completamente diferente, mas nós compartilhamos uma direção comum a fim de dissolver e quebrar conceitos arquitetônicos existentes."¹⁸¹ [ISOZAKI, in PRICE, 2003 (b), p.46, tradução nossa].

As grandes influências ocidentais que orientaram as reflexões de Isozaki sobre ciências e tecnologias são o matemático Norbert Wiener e o teórico de mídias Marshall McLuhan. As idéias de McLuhan sobre uma era de comunicação eletrônica global foram seminais para Isozaki. Em ensaio publicado em novembro de 1967 no periódico *Tenbou*, intitulado '*Invisible City*', o arquiteto constrói seus argumentos referindo-se a algumas de suas principais influências, dentre as quais Buckminster Fuller e o próprio Wiener. Segundo Isozaki,

"Vista em termos de um eixo temporal de transformações, a cidade está em

¹⁷⁹ Do original em inglês: "Isozaki developed a system of urban intersections and interconnections in the air, ultimately providing for a grand forest-like structure supported by infrastructural trunk elements that also afforded commercial and residential 'plug-ins' like those found in Peter Cook's 'Plug-in City.'" [ASADA, 2005]

¹⁸⁰ Do original em inglês: "The final results were really quite stunning, with wire traveling not only from nail to nail but extending as well to the walls, ceiling and adjacent exhibition spaces. The model had become truly complex, suggesting a rhizomatic city of a hierarchical networks of infrastructure and program." [ASADA, 2005]

¹⁸¹ Do original em inglês: "Price and I are of the same generation: we both started working in the year 1960. Where he proposed a very concrete Fun Palace, my proposal for the imaginary city was the 'Incubation Process' – the subject matter may have different completely, but we shared a common direction towards dissolving and breaking down existing architectural concepts." [ISOZAKI, apud PRICE, 2003, p.46].

um estado líquido de constante divisão e reprodução orgânica. Como explica Norbert Wiener, a cidade não constitui nem um limite tão justo e conciso que a transformação de um aspecto implica na destruição da unidade de outros aspectos, nem não tão afrouxado que todas as coisas da mesma opção podem se dar com igual facilidade.¹⁸² [ISOZAKI, 1967, in OCKMAN, 1993, p.403, tradução nossa].

É compartilhando todo aparato conceitual com a arquitetura ocidental que Arata Isozaki despontava na vanguarda japonesa que sucedia a geração de Kenzo Tange. Suas propostas, assim como as dos Metabolistas vinham, num coro afinado com a jovem vanguarda europeia, confrontar conceitos já consolidados do Movimento Moderno, que até então orientavam teoria e prática em arquitetura ocidental e oriental de maneira hegemônica.

2.4.4_ Yona Friedman

“Meus ‘manuais’ são ‘textos visuais’. Eu escrevi ‘visualmente’ sobre sociologia ou até mesmo física. ‘Visual’ não se restringe ao que você vê, mas concerne mais ao que você pensa. Isto ‘dis-abstract’ idéias.”¹⁸³ [FRIEDMAN, 2005, p.64, tradução nossa]

¹⁸² Do original em inglês: “Viewed in terms of the time axis of transformation, the city is in a liquid state of Constant organic reproduction and division. As Norbert Wiener explains, the city is neither so tightly bound together that the transformation of one aspect necessitates the destruction of the unity of other aspects, nor so loosely bound together that all things of the same options can come into being with equal ease.” [ISOZAKI, 1967, in OCKMAN, 1993, p.403]

¹⁸³ Do original em inglês: “My ‘manuals’ are ‘visual texts’. I have written ‘visually’ about sociology or even physics. ‘Visual’ is not restricted to what you see, but concerns more what you think. It ‘dis-abstracts’ ideas.” [FRIEDMAN, 2005, p.64]



039 | 2_ Yona Friedman em seu apartamento.

Yona Friedman nasceu em Budapeste, Hungria, em 1923. Atualmente vive e trabalha em Paris. Estudou na ‘*Technical University*’, Budapeste, antes de ter continuado seus estudos, de 1945 a 1948, no ‘*Technion*’, em Haifa, Israel, onde trabalhou até 1957. Entre 1953 e 1954 manteve contato com Konrad Wachsmann, cujos trabalhos envolvendo técnicas de pré-fabricação e estruturas tridimensionais exerceram importante influência em suas proposições. Em Haifa, chegou a desenvolver um projeto experimental, envolvendo os futuros ocupantes no processo de design de suas próprias habitações que, no entanto, não chegou a ser finalizado.

Em dezembro de 1958, Friedman fundou o 'Mobile Architecture Study Group' (MASG)¹⁸⁴, se associando a vários profissionais, dentre os quais Eckhard Schulze-Fielitz¹⁸⁵, oficialmente após 1960. As idéias principais do arquiteto francês foram formuladas no livro 'L'architecture mobile', editado pela primeira vez em de 1957, um ano antes da criação do MASG, onde desenvolveu o conceito de 'mobilidade' no âmbito da arquitetura – uma 'arquitetura móvel' –, e o papel do que chamava infra-estruturas dentro desse contexto. Friedman centralizava sua abordagem na hipótese de que o arquiteto era incapaz de determinar, de forma definitiva, tanto o uso quanto o caráter do edifício que projetava e, portanto, toda arquitetura deveria ser 'móvel' no sentido de que *não viesse a colocar obstáculos às futuras transformações propostas pelos usuários ou grupos sociais envolvidos*.

Friedman incorporava a influência da complexidade colocando questões como a

possibilidade de *feedback* direto do usuário via tecnologias de informação e comunicação, e estruturas construtivas adaptativas. De acordo com a proposta de Friedman, para que seu princípio de mobilidade fosse aplicável, era preciso desenvolver uma infra-estrutura técnica 'indeterminada' e 'neutra'.



040 | 2_ Desenho de Friedman ilustrando sua arquitetura espacial. Huangpu River-Center Project em Shanghai, 2002.

A proposta de Friedman para uma *arquitetura científica* apresentava uma compreensão do processo de design como um *sistema* e os atores como partes desse *sistema*, propondo uma compreensão da arquitetura como *sistema* ela mesma. O objetivo de Friedman era fazer da arquitetura, essa arquitetura científica, uma disciplina *ensinável*. Segundo ele, as disciplinas que considerava 'ensináveis', possuíam certas características como o fato de terem regras enunciadas o mais generalizadas possível, independente da situação. É isso que faria com elas pudessem ser ensinadas e aplicadas.

Com objetivos similares aos de Friedman, um grupo de jovens arquitetos do *Massachusetts Institute of Technology*

¹⁸⁴ ou em francês **GEAM**

¹⁸⁵ **Eckhard Schulze-Fielitz** nasceu em Stettin, Poland, em 1929. De 1949 a 1954, estudou em Aachen e Karlsruhe. Em 1959 Schulze-Fielitz combina os sólidos Platônicos e introduz a diagonal espacial no cubo. Como um prisma retangular, esse cubo é o elemento habitável em sua estrutura espacial cristalina, resultando na proposição de uma cidade espacial contínua capaz de crescer em todas as direções. Schulze-Fielitz também introduz as posições a, b e g dessas estruturas cristalinas, as quais reconhecem todas as treliças conhecidas como diferentes seções tomadas da mesma estrutura espacial. Com a descoberta do **Metaedro**

(<http://www.mi.sanu.ac.yu/vismath/schulze/METAEDER.html>) como uma combinação de todos os poliedros regulares, mais o extracúbico, e também preenchimentos não-espaciais, uma posição completa chamada d foi introduzida, de decisiva importância para a posição nos Domos de Fuller, construídos principalmente em icosaedros e dodecaedros. Em 1961, Schulze-Fielitz integra o GEAM (em inglês: Mobile Architecture Study Group), com Friedman, Emmerich, Ruhnau, Maymont. In: METAEDER.DE. **SCHULZE-FIELITZ**. Disponível em: <<http://www.metaeder.de/>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

– o '*Architecture Machine Group*'¹⁸⁶ – propunha uma abordagem experimental com forte vínculo com o universo das ciências da computação. Esse grupo, coordenado pelo cientista computacional norte americano Nicholas Negroponte¹⁸⁷, concentrava esforços de pesquisa em três desenvolvimentos paralelos: melhoria técnica da interface homem-máquina; técnicas e acessórios amigáveis capazes de possibilitar aos usuários tornarem-se seus próprios arquitetos; e, finalmente, a personalização de ambientes 'inteligentes' – '*soft architecture machines*' –, capazes de responder às necessidades desses ocupantes e às do ambiente em que estivessem inseridos. Com preocupações mais estritamente relacionadas ao desenvolvimento de ambientes computacionais do que propriamente com o processo de design em arquitetura, os trabalhos do grupo incluíam ambientes para interação relacionando imagens e lugares, como no

projeto '*The Aspen Moviemap*', que teve início em 1978. O objetivo desse projeto, segundo Andrew Lippman¹⁸⁸, era o de, "Criar de maneira tão imersiva e realística uma 'primeira vista', que os recém-chegados poderiam literalmente sentir-se em casa, ou que tinham estado lá antes."¹⁸⁹ [LIPPMAN, 2004, apud NAIMARK, 2006, tradução nossa]



041 | 2_ Experiência de um interator no '*Aspen Moviemap*', no '*Media Room*' do *Architecture Machine Group*, MIT, 1980. O navegante sentado em uma cadeira de braços instrumentada, controla velocidade e direção da navegação. Telas clicáveis exibindo mapas e vistas aéreas permitam o acesso a material multimídia adicional.

No que concerne à abordagem de Friedman, o foco central era o processo de design em si, compreendido a partir da cibernética, da teoria da informação e da teoria dos sistemas. A abordagem do arquiteto se estruturava a partir da transmissão de mensagens e uma

¹⁸⁶ O **Architecture Machine Group** foi criado em 1967 por Nicholas Negroponte, tornando-se em 1985 o Media Laboratory do Massachusetts Institute of Technology – **MIT Media Lab**. In: Wagner, Kirsten. Informations- und Wissensorganisation anhand räumlicher Ordnungsmodelle – Das Spatial Data-Management System der Architecture Machine Group als Fallbeispiel. Disponível em: <<http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak2/TheoArch/Wolke/X-positionen/Wagner/wagner.html>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

¹⁸⁷ **Nicholas Negroponte**, cientista computacional norte-americano, nasceu em 1943, graduando-se em 1961 pelo Choate Rosemary Hall em Wallingford, Connecticut. Estudou no Massachusetts Institute of Technology onde se especializou em 'Computer-aided Design', concluindo ainda o mestrado em Arquitetura em 1966. Por muitos anos foi professor do MIT, e visitante em Yale, Michigan, e na University of California, Berkeley. Em 1968 fundou o **MIT's Architecture Machine Group**, um laboratório combinado dedicado a estudar novas aproximações à interface humano-computador, que na década de 1980 converteu-se no **Media Lab do Massachusetts Institute of Technology's**, vinculado à School of Architecture and Planning, dedicado à educação e pesquisa em tecnologia digital utilizada para expressão e comunicação. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Nicholas Negroponte**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Nicholas_Negroponte>. Acesso em: 12 jun. 2006.

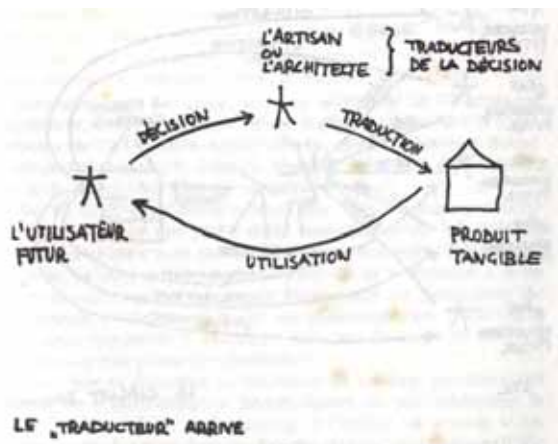
¹⁸⁸ **Andrew Lippman** graduou-se e posteriormente se tornou professor pesquisador pelo MIT Massachusetts Institute of Technology. Lippman foi Diretor Associado fundador do MIT Media Lab, de 1983 a 2001, e co-dirige o *Institute-wide Communications Futures Program*, o um *NSF-Funded Program* em rádio viral. No Media Lab, é diretor do *Digital Life Program*, explorando o impacto dos bits na expressão pessoal, social e econômica. Lippman era o principal pesquisador no projeto *The Aspen Moviemap* no então MIT's *Architecture Machine Group* (posteriormente MIT Media Lab). In: MIT. **Andrew Lippman: Viral Communications**. Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~lip/>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

¹⁸⁹ **Do original em inglês:** "[...] create so immersive and realistic a 'first visit' that newcomers would literally feel at home, or that they had been there before." [LIPPMAN, 2004, apud NAIMARK, 2006]

compreensão do próprio processo de design como um sistema onde as partes seriam os atores desse processo. Para compreender sua proposta é interessante observar o trecho do livro *'Pour une architecture scientifique'* em que descreve o que chama de 'processo de informação'. Nesse processo, o arquiteto funcionaria como o canal para o conteúdo informacional – ou mensagem – que, recebida do usuário, seria traduzida em arquitetura. Segundo Friedman,

“Esse processo foi simples, composto de uma ‘estação emissora’ (o usuário futuro), de um ‘canal’ (arquiteto + artesão), de uma ‘estação receptora’ (o hardware definitivo) e de um ‘retorno de informação’ ou ‘feedback’ (ou seja, a ‘usabilidade’ do produto colocado à disposição do cliente). Esse sistema não permitia nenhuma correção, nenhum ajuste, em caso de ‘feedback’ não satisfatório. Se, no entanto a ‘estação receptora’ (a casa, o ‘hardware’ final) não tivesse recebido a ‘mensagem’ (necessidades específicas) da ‘estação emissora’ (cliente), a responsabilidade pertencia ao ‘canal’ (arquiteto + artesão). Todo ajuste posterior era impossível, o período de ‘tatear’ – período de informação durante o qual o arquiteto aprendeu a conhecer as necessidades dos usuários – tinha de ser seguramente longo, para que assim os conhecesse anteriormente.”¹⁹⁰ [FRIEDMAN, 1971, p.16, tradução nossa].

¹⁹⁰ **Do original em francês :** «Ce processus était simple, composé d'une « station émettrice » (le futur utilisateur), d'un « canal » (l'architecte + l'artisan), d'une « station réceptrice » (le hardware définitif), et d'un « retour d'information », ou « feedback » (c'est-à-dire « l'utilisabilité » du produit mis à la disposition du client). Ce système ne permettait aucune correction, aucun ajustement, en cas de « feedback » non satisfaisant. Si donc la « station réceptrice » (la maison, le « hardware » final) n'avait pas reçu le « message » (besoins spécifiques) de la « station émettrice » (client), la responsabilité en appartenait au « canal » (architecte + artisan). Tout



042 | 2_ Digrama representando a situação ideal imaginada por um arquiteto do 'circuito de informação' entre este e o usuário.

A partir do desenvolvimento da infra-estrutura definida pelo arquiteto como “[...] uma realização material na qual todo plano possível pode ser efetuado,”¹⁹¹ [FRIEDMAN, 1971, p.61, tradução nossa], ele considerava o processo de design como um sistema. Esse sistema seria constituído, no tempo, pelas ações e interações dos sujeitos com a infra-estrutura imaginada. O sistema se organizaria, se desenvolveria, alternando estágios de ordem, desordem e organização, em função das transformações nas necessidades dos usuários, dos desenvolvimentos tecnológicos, do próprio ambiente e contexto. Friedman concebe essa infra-estrutura como um *hardware* a partir do qual a arquitetura pode acontecer. Segundo o arquiteto,

ajustement après coup était impossible, la période de « tâtonnement » - période d'information pendant laquelle l'architecte apprenait à connaître les besoins de son client – devait être fort longue, ainsi que nous l'avons vu précédemment.» [FRIEDMAN, 1971, p.16]

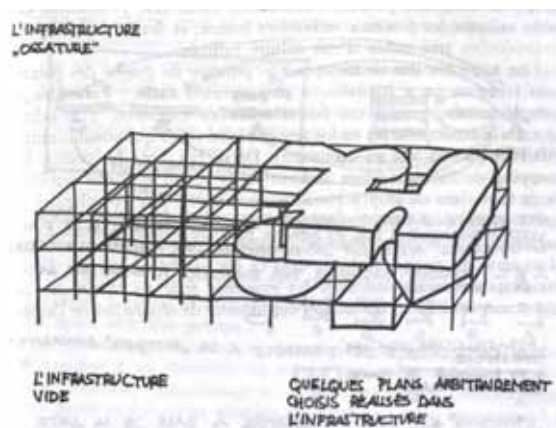
¹⁹¹ **Do original em francês :** « [...] une réalisation matérielle dans laquelle tout plan possible peut être effectué. » [FRIEDMAN, 1971, p.61]

“[...] qual é o ‘hardware’ que contém a possibilidade de construir, não importem as combinações reunidas no repertório, sem nenhuma exceção? Examinemos as características que devemos exigir desse ‘hardware’ ‘indeterminado’, que se torna necessário pelo fato de que as operações de construção (no sentido material do termo) não podem aguardar a decisão final de todos os usuários futuros, e que não podem retardar o trabalho de construção devido a longas investigações infrutíferas.”¹⁹² [FRIEDMAN, 1971, p.60, tradução nossa]

As considerações de Friedman constituem referências anteriores às propostas do grupo de arquitetos Archigram para mega-estruturas com as da ‘*Plug-in City*’. No livro ‘*L’architecture mobile*’ de 1957, podemos notar a proximidade entre as duas abordagens em trechos onde Friedman explica sua proposta em detalhe. No ítem ‘*La « matrice des points : l’infrastructure »*’ [FRIEDMAN, 1970, p.96-97], segundo o arquiteto,

“Vimos que todas as soluções possíveis que podem ser factíveis pelo arquiteto e que compõem o repertório no qual o usuário (indivíduo ou grupo) fará sua escolha, são representadas com a ajuda de diagramas formados por pontos, linhas e etiquetas. [...] Essa materialização da matriz de pontos é o que chamo de ‘infra-estrutura’. Uma infra-estrutura é um esqueleto ou uma

rede (de construção, ou de rotas, ou de conduítes, etc.) na qual não importa que organização individual (ou grupal) de volumes (ou de superfícies) especializados é possível, tão arbitrariamente essa organização seja escolhida. É essa propriedade da infraestrutura que eu chamo sua ‘neutralidade’.”¹⁹³ [FRIEDMAN, 1970, p.96-97, tradução nossa].



043 | 2_ A infra-estrutura e um plano escolhido arbitrariamente realizado nessa estrutura.

A influência das proposições de Friedman nas propostas do Archigram se evidencia quando o desenho do projeto ‘*La Ville Spatial*’ (1959-1960) aparece na *newsletter* ‘*Archigram 3*’ de 1963. No entanto, Friedman critica abordagens como as do grupo de arquitetos britânicos – apesar de não conter o entusiasmo ao reconhecer sua influência, tanto nos trabalhos do próprio Archigram, quanto nas de outros

¹⁹² Do original em francês: « [...] quel est le « hardware » qui renferme la possibilité de construire n'importe laquelle des combinaisons rassemblées dans le répertoire, sans aucune exception ? Examinons les caractéristiques qu'il faudra exiger de ce « hardware » « indéterminé », qui est rendu nécessaire par le fait que les opérations de construction (au sens matériel du terme) ne peuvent pas attendre la décision finale de tous les utilisateurs futurs, et qu'on ne peut pas retarder le travail de construction par de longues enquêtes infructueuses. » [FRIEDMAN, 1971, p.60]

¹⁹³ Do original em francês: « Nous avons vu que toutes les solutions possibles qui peuvent être réalisables par l'architecte et qui composent le répertoire dans lequel l'utilisateur (individu ou groupe) fera son choix, sont représentées à l'aide de diagrammes formés par des points, des lignes et des étiquettes. (...) Cette matérialisation de la « matrice des points », c'est ce que j'appelle « l'infrastructure ». Une infrastructure est un squelette ou un réseau (de construction, ou de routes, ou de conduites, etc.) dans lequel n'importe quelle organisation individuelle (ou groupale) de volumes (ou de surfaces) spécialisés est possible, aussi arbitrairement que soit choisie cette organisation. C'est cette propriété de l'infrastructure que j'appelle sa « neutralité ». » [FRIEDMAN, 1970, p.96-97]

como Kenzo Tange e Schulze-Fielitz. Friedman apenas lastimava que seus esquemas tivessem causado maior impacto que seus raciocínios. O arquiteto, analisando as interpretações de seu trabalho por outros profissionais, declara:

“[...] Fico particularmente muito orgulhoso e bastante lisonjeado, posto que essas obras, em grande parte, tenham sido fortemente inspiradas pela visualização (desenhos ou fotos de maquetes) publicadas na imprensa profissional (após 1959), imprensa profissional que publicou imagens demais sem insistir suficientemente no raciocínio que me levou a essa visualização. Esses arquitetos ainda não compreenderam, em sua maior parte, a razão pela qual as ‘formas’ que preconizei não foram mais que resultantes desse raciocínio estrito.”¹⁹⁴ [FRIEDMAN, 1971, p.11, tradução nossa].

Seus esquemas e desenhos, ou imagens de maquetes, produziam um impacto imediato e permitiam compreender com mais clareza a idéia de sua *infra-estrutura espacial*, ou de uma *arquitetura científica*.

2.4.4.1_ Processo e complexidade

No tópico «*Un système réalisable*» do livro '*L'architecture mobile*', Friedman fala que a consideração da importância fundamental da 'mudança' (possibilidade

de transformação) em um sistema, implica a necessidade prática das conclusões da sua 'teoria da mobilidade'. A arquitetura idealizada por Friedman é um sistema que evolui em função das interações entre partes e todo, e destas com o ambiente, no tempo. As *interações* constituem assim, elementos fundamentais nesse processo de constante mudança. Friedman acredita que,

“A atitude humana fundada sobre suas percepções, torna-se evidente que toda atitude é função de mudanças de nosso ambiente ou de nossa consciência. Uma filosofia não pode ser válida se ela se baseia conscientemente nas relações entre essas mudanças. Toda ação humana consiste em uma tentativa de influencia das mudanças que podem ser influenciadas.”¹⁹⁵ [FRIEDMAN, 1970, p.20, tradução nossa].

Assinalando uma aproximação aos fundamentos da teoria dos sistemas, teoria da informação, bem como de considerações da cibernética sobre sistemas complexos, Friedman descreve seu sistema como uma estrutura dinâmica, multidimensional, cuja organização está fundada nas possibilidades de renovação em sua 'mobilidade'. Segundo o arquiteto,

“Esse sistema fundado sobre a obrigação de renovação periódica das relações sociais e econômicas, se

¹⁹⁴ **Do original em francês:** «J'en suis personnellement très fier et assez flatté, bien que ces oeuvres, pour la plupart, aient été trop inspirées par la visualisation (dessins ou photos de maquettes) parue dans la presse professionnelle (depuis 1959), presse professionnelle qui a publié trop d'images sans insister assez sur le raisonnement qui m'a mené à cette visualisation. Ces architectes n'ont pas compris non plus, pour la plupart, la raison pour laquelle les « formes » que je préconisais n'é aient que les résultats de ce raisonnement strict. » [FRIEDMAN, 1971, p.11]

¹⁹⁵ **Do original em francês:** «L'attitude humaine étant fondée sur les perceptions, il devient évident que toute attitude est fonction des changements de notre environnement ou de notre conscience. Une philosophie ne peut être valable que si elle se base conscientement sur les rapports entre ces changements. Toute action humaine consiste en une tentative d'influencement des changements qui peuvent être influencés.» [FRIEDMAN, 1970, p.20]

adapta fatalmente a mudanças, igualmente periódicas, da estrutura social, econômica ou biológica. (Por outro lado, todos os contratos, tratados, instituições e convenções estabelecidas por um longo período, tornam-se mais e mais moedas ficcionais inevitáveis).¹⁹⁶ [FRIEDMAN, 1970, p.22, tradução nossa]

Philippe Sers¹⁹⁷, no prefácio à edição de *'Pour une Architecture Scientifique'* comenta a compreensão de Friedman do urbano e de todas as suas complexas relações como um sistema. Segundo Sers,

“O sistema vai em seguida se desenvolver e se expandir em nível urbano, ou se instaurará um mecanismo verdadeiro de observação da cidade, o que se desemboca na ciência da arquitetura, enquanto fornece um instrumento de observação objetivo tão bom ao urbanista e ao sociólogo quanto ao arquiteto.”¹⁹⁸ [SERS, in FRIEDMAN, 1971, p.9, tradução nossa].

Friedman faz distinção em seu trabalho de dois tipos ou naturezas de sistemas. No segundo capítulo de *'Pour une Architecture Scientifique'* sobre os

'fundamentos do método', ele ressalta que, para se compreender como se pode construir o que chama 'repertório' é essencial se examinar o conteúdo informacional do sistema. Esse sistema, segundo Friedman, deve ser descrito de modo que outras pessoas possam saber de que sistema se trata. Friedman descreve o que chama de um 'sistema objetivo', como aquele em que, a partir de um certo número de instruções dadas, ordenadas de tal modo que não importe que indivíduo execute o resultado será o mesmo. Ou seja, uma vez seguidas as regras, executada a seqüência, o resultado será o mesmo. Naturalmente, como ressalta o arquiteto, essa seqüência deverá ser exposta com a maior precisão possível.

Em contrapartida, na definição do que chama um 'sistema intuitivo', não existe uma descrição fixa de operações, mas sim, a utilização de um símbolo. Esse símbolo, segundo Friedman, pode ser tudo que porta uma 'mensagem'. O símbolo porta um conteúdo informacional que não é 'comunicável' de outro modo. O conteúdo de um mesmo símbolo será interpretado de maneira diferente por cada usuário, de acordo com sua cultura, suas opiniões, entre outros. Segundo Friedman, um bom exemplo desse tipo de 'sistema intuitivo' é a arte,

“Um artista que cria uma obra de arte considera como a parte importante de sua obra a mensagem contida nesse trabalho, e não o objeto ele mesmo (uma obra de arte, na minha definição é um 'objeto portador de mensagem'). Mas cada espectador do mesmo objeto-obra

¹⁹⁶ **Do original em francês:** « Ce système, fondé sur l'obligation de renouvellement périodique des rapports sociaux et économiques, s'adapte fatalement aux changements, également périodiques, de la structure sociale, économique ou biologique. (Par contre, tous les contrats, traités, institutions et conventions établis pour une longue durée deviennent de plus en plus fictifs sous inévitables.) » [FRIEDMAN, 1970, p.22]

¹⁹⁷ **Philippe Sers**, vinculado atualmente à Ecole d'Architecture de Paris-La Villette, é filósofo e leciona Filosofia da Arte na Ecole d'Architecture de Paris-La Villette. In: ECOLE D'ARCHITECTURE DE PARIS-LA VILLETTE. **Philippe Sers**. Disponível em: <<http://www.diffusion.ens.fr/index.php?res=conf&idconf=138#>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

¹⁹⁸ **Do original em francês:** « Le système va ensuite se développer et s'étendre au niveau urbain, où s'instaurera un véritable mécanisme d'observation de la ville, ce qui débouche sur la science d'architecture, en fournissant un instrument d'observation objective aussi bien à l'urbaniste et au sociologue qu'à l'architecte. » [SERS, 1971, p.9]

de arte recebe, na realidade, uma mensagem diferente, e se eu conheço a mensagem interpretada através de um espectador (que constitui nesse exemplo o 'resultado' da experiência), eu não poderia reconstruir a mensagem original, mas eu faria provavelmente uma boa idéia da personalidade desse espectador particular."¹⁹⁹ [FRIEDMAN, 1970, p.22, tradução nossa].

O arquiteto acreditava assim, que uma transformação da arquitetura e do urbanismo através da consideração dos aspectos 'objetivo' e 'intuitivo' das referidas disciplinas, poderia ser viabilizada pela divisão destas em duas partes distintas. Uma das partes se refere ao arquiteto, se desenvolvendo como um 'sistema objetivo'. A outra, o 'sistema intuitivo', seria a parte do processo de design que caberia ao usuário. Assim, deixa-se de considerar a parte 'objetiva' da arquitetura enquanto disciplina como a mais importante, ou mesmo, a única parte válida. O foco se desloca para a *comunicação* entre as partes desse 'sistema-processo de design'.

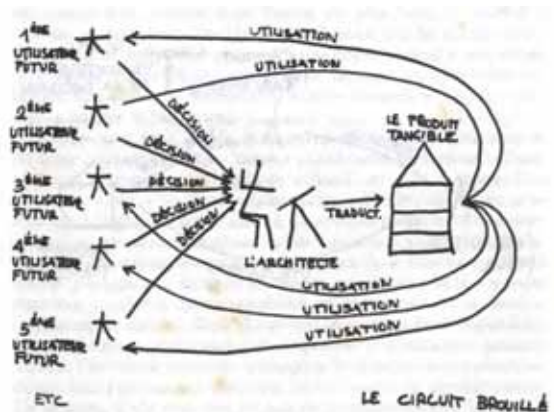
2.4.4.1.1_ Entre arquitetura e usuários

Com a intenção de oferecer uma proposta à solução do problema da

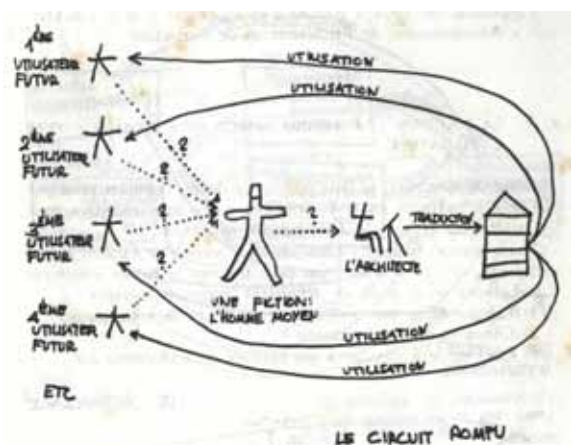
¹⁹⁹ Do original em francês: «Un artiste qui crée une oeuvre d'art considère comme la partie importante de son oeuvre le message contenu dans cette oeuvre, et non l'objet lui-même (une oeuvre d'art, dans ma définition, est un « objet porteur de message »). Mais chaque spectateur du même objet- oeuvre d'art reçoit, en réalité, un message différent, et si je connais le message interprété par un des spectateurs (qui constitue dans cet exemple le « résultat » de l'expérience), je ne pourrai pas reconstruire le message original, mais je me ferai sans doute une bonne idée de la personnalité de ce spectateur particulier.» [FRIEDMAN, 1970, p.22]

transmissão de informação do processo de design, focalizando a elaboração de um método científico para a arquitetura através da possibilidade de construção do que define como 'repertório', Friedman desenvolve uma série de diagramas que ilustram o fluxo de informações nesse *sistema-processo de design*.

O arquiteto, visto como o *canal* para a transmissão de mensagens funciona, na compreensão de Friedman, como 'tradutor'. No processo de tradução acontece com frequência o que ele chama de um 'curto-circuito' – um descompasso entre os desejos do usuário e a arquitetura concebida pelo arquiteto.



044 | 2_ O circuito confuso «Le Circuit Brouillé»



045 | 2_ O circuito rompido ou quebrado «*Le Circuit Rompu*»

Essa compreensão do arquiteto simultaneamente como 'canal' e 'tradutor' da mensagem – ou seja, responsável pela materialização da mensagem – apresenta afinidade com o pensamento de McLuhan quando ele afirma que – '*o meio é a mensagem*'²⁰⁰. Quando fala do processo tradicional de design em arquitetura, Friedman se preocupa em apontar os problemas, valendo-se de um vocabulário característico. Segundo o arquiteto,

"Reconsideremos a situação: no processo tradicional, o mecanismo seria como dissemos acima, o seguinte: Nesse processo, o arquiteto (o urbanista, ou o planejador) e o artesão não representavam nada mais que o 'canal' da informação para qual o conteúdo da informação (ou 'mensagem'), ou seja, as necessidades específicas dos usuários, foi 'transmitida' ao produto 'em concreto'(hardware)."²⁰¹ [FRIEDMAN, 1971, p.16, tradução nossa].

Como solução, o arquiteto propõe, a partir de um entendimento desse processo de transmissão de informações, o retorno *direto* da mensagem. Ele ressalta, no entanto, que, para atingir tal objetivo, o profissional arquiteto deve conhecer

com precisão a natureza específica dessa ciência observando os seguintes pontos:

- 1) Como (ou por quem) foi emitida a 'mensagem' significante?
- 2) Como ela foi transmitida?
- 3) Qual é a 'mensagem' que chega ao 'receptor'?"²⁰² [FRIEDMAN, 1971, p.18, tradução nossa]

Para Friedman o que propõe é, na verdade, uma 'teoria da informação disfarçada'²⁰³. Assim, em sua compreensão da disciplina arquitetura a partir dessa ótica, um elemento decisivo é a manipulação de informação efetuada em um dado contexto. Para que seja possível reestruturar o processo da arquitetura o arquiteto acredita que,

"Nosso objetivo será, portanto construir um novo processo, que elimina o 'curto-circuito informacional' e, portanto, a 'falta de confiabilidade' da mensagem recebida ou 'ruído' (esse termo significa as perturbações em um sistema informacional)."²⁰⁴ [FRIEDMAN, 1971, p.19, tradução nossa]

Com a intenção de mostrar esse 'curto circuito', e propor uma solução, o arquiteto elabora uma série de ilustrações esquemáticas do fluxo de informações no processo de design em arquitetura (imagens 046 | 2 e 047 | 2).

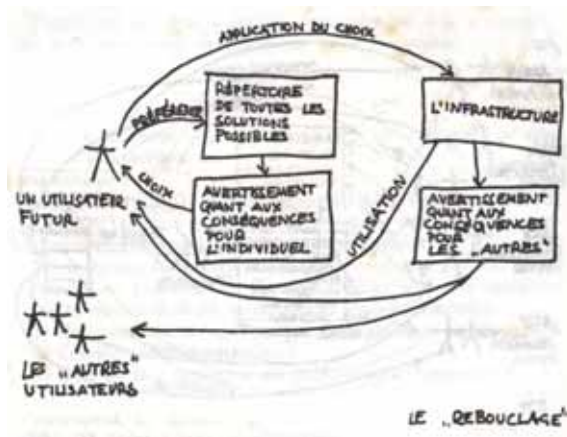
²⁰⁰ McLUHAN, M. **Os meios de comunicação como extensões do homem**. Tradução de Décio Pignatari, São Paulo: Editora Cultrix, 1964. (copyright 1964), p.21.

²⁰¹ **Do original em francês:** «Reconsidérons la situation: dans le processus traditionnel, le mécanisme était, comme nous l'avons dit plus haut, le suivant: Dans ce processus, l'architecte (l'urbaniste, ou le planificateur) et l'artisan ne représentaient rien d'autre que le « canal » par lequel le « contenu » de l'information (ou « message »), c'est-à-dire les besoins spécifiques de l'utilisateur, était « transmis » jusqu'au produit « en dur » (hardware).» [FRIEDMAN, 1971, p.16]

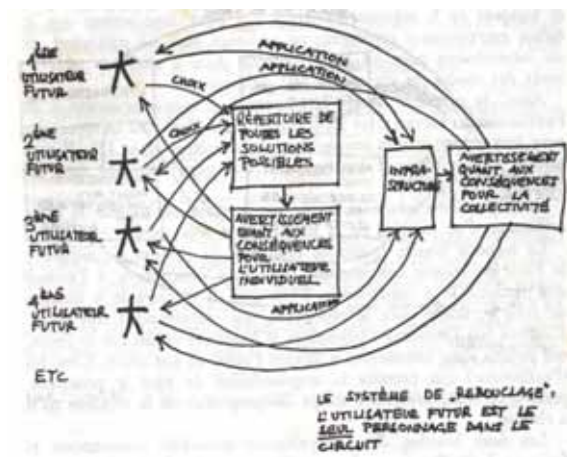
²⁰² **Do original em francês:** «1) comment (ou par qui) a été émis le message signifiant? 2) Comment a-t-il été transmis?; 3) Quel est le « message » qui parvient au « récepteur » ?» (FRIEDMAN, 1971, p.18)

²⁰³ Nas palavras de Friedman: "L'épistémologie est avant tout une « théorie de l'information déguisée ». " [FRIEDMAN, 1971, p.19]

²⁰⁴ **Do original em francês:** «Notre but va donc être de construire un nouveau processus, qui élimine le « court-circuit » informationnel, et par conséquent le « manque de fiabilité » du message à l'arrivée ou « bruit » (ce terme signifie les perturbations dans un système informationnel).» [FRIEDMAN, 1971, p.19]



046 | 2_ O circuito às avessas ou ao contrário «Le Circuit Rebouclagé».



047 | 2_ O utilizador futuro e sua personagem isolado no circuito «Le Circuit Rebouclagé».

Na tentativa de solução desse curto-circuito, o artifício a que Friedman chama *repertório*, funciona como meio para articular a interação. Segundo o arquiteto,

“Para entender como pode ser construído um repertório, devemos começar – em certo sentido – por examinar o conteúdo informacional do ‘sistema’. (N.B.: utilizo o termo ‘sistema’, aqui e posteriormente, no sentido de um todo de elementos onde todos os elementos estão ligados ao todo (em relação com ele) por ao menos uma ligação (ou relação), sem que as

ligações tenham necessariamente qualquer regularidade). (Assim como a ‘estrutura’ que é definida como um conjunto de relações entre as sub-partes de um todo e onde existem regras de composição de elementos entre eles, é implicitamente um sistema, sem o que um sistema possui implicitamente uma estrutura).”²⁰⁵ [FRIEDMAN, 1971, p.29, tradução nossa]

O usuário, como parte da arquitetura compreendida sob uma perspectiva sistemista, tem papel central na proposta de Friedman. Em *Pour une Architecture Scientifique*, de 1971, ele propõe que, para dar suporte ao que chama ‘auto-design’, o arquiteto deveria ser capaz de elaborar uma espécie de ‘repertório’ que mostrasse ao usuário todas as possíveis alternativas. Esse ‘repertório’ deveria conter advertências pertinentes a cada escolha possível como seus *benefícios, inconvenientes e custos*. De acordo com a proposta de Friedman, nesse contexto, o arquiteto não teria o papel de criticar as escolhas do usuário, mas de orientá-las.

A base do ‘repertório’, segundo o arquiteto, seria a formulação de uma lista completa das ligações ou conexões possíveis. Esse sistema se basearia na elaboração do que chamava ‘etiquetas’. As ‘etiquetas’ correspondem às

²⁰⁵ **Do original em francês:** «Pour comprendre comment peut être construit un répertoire, nous devons commencer – en un sens – par examiner le contenu informationnel des « systèmes ». (N.B. : J'utilise le terme « système », ici et par la suite, dans le sens d'un ensemble d'éléments où tous les éléments sont reliés à l'ensemble (en relation avec lui) par au moins une liaison (ou relation), sans que les liaisons aient nécessairement une quelconque régularité). (De même que « structure » qui est définie comme l'ensemble des relations entre les sous-ensembles d'un ensemble et où il y a donc nécessairement des règles de composition des éléments entre eux, est implicitement un système, sans pour autant qu'un système possède implicitement une structure.)» [FRIEDMAN, 1971, p.29]

múltiplas possibilidades de ordenação de espaços comunicantes (direta ou indiretamente) com o exterior. Segundo Friedman,

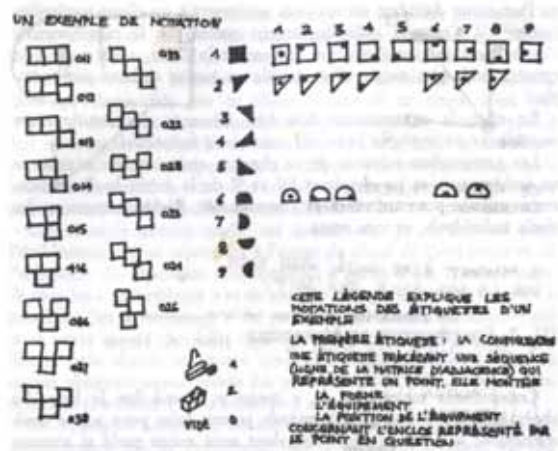
"[...] definimos a 'etiqueta' (a propósito das regras do mapeamento), como representando uma 'especialização', uma 'diferença'. Considera-ser que a etiqueta, como sinal de diferença pode indicar categorias totalmente heterogêneas, dependente de um determinado contexto (país, classe social, meios técnicos, idioma, etc.) no qual a arquitetura supostamente trabalhe."²⁰⁶ [FRIEDMAN, 1971, p.51, tradução nossa].

A primeira decisão a ser tomada nesse processo é o estabelecimento de 'hierarquia' entre as diferentes categorias. Essa 'hierarquia' pode ser, por exemplo, tudo o que faz de diferente, cada indivíduo. O arquiteto elabora um exemplo, através de um esquema gráfico, que explica dizendo que,

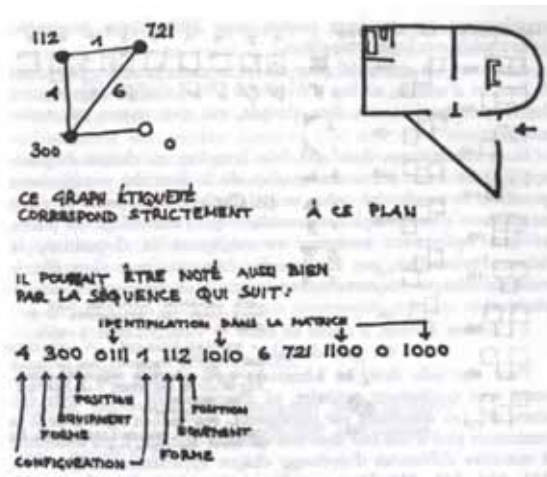
"[...] Assim um ponto do gráfico que leve a etiqueta 100 representa um pedaço criado, sem equipamento particular. Uma linha ligando dois pontos (que representam dois pedaços) e, portanto, a etiqueta 2, indica que os volumes estão meia-face deslocados de uma meia face, por exemplo."²⁰⁷ [FRIEDMAN, 1971, p.52, tradução nossa]

²⁰⁶ Do original em francês: « [...] nous avons défini l' « étiquette » (à propos des règles du mapping) comme représentant une « spécialisation », une « différence ». Il va de soi que l'étiquette, en tant que signe de différence, peut indiquer des catégories tout à fait hétérogènes, dépendant d'un contexte donné (pays, classe sociale, moyens techniques, langage, etc.) dans lequel l'architecture est censé travailler. » [FRIEDMAN, 1971, p.51]

²⁰⁷ Do original em francês: « [...] Ainsi un point du graphe qui porte l'étiquette 100 représente une pièce créée, sans équipement particulier. Une ligne reliant deux points (qui représentent deux



048 | 2_ Etiquetas e repertório.



049 | 2_ Etiquetas e repertório.

Friedman chega, no capítulo 3 do livro *Pour une Architecture Scientifique* a fazer uma comparação do processo da arquitetura com o funcionamento de um restaurante, focalizando a questão da elaboração do 'repertório'. O restaurante fornece um cardápio e o cliente, após ter-se informado, pode compor por si mesmo uma combinação de diferentes pratos da lista. Friedman considera que,

pièces) et portant l'étiquette 2 indique que les volumes sont décalés d'une demi-face, par exemple. » [FRIEDMAN, 1971, p.52]

"Este exemplo mostra qual é o método que proponho para o estabelecimento de um repertório para utilização pelo cliente do arquiteto e do urbanista. Este repertório será construído a partir de uma lista completa de todas as 'combinações' e de todas as 'etiquetas' de 'limites' possíveis (o 'mapeamento' do próprio problema). O cliente (que chamamos acima de usuário futuro) realmente terá toda a liberdade para escolher não importa que combinação possível, em vez de ter que seguir obrigatoriamente as preferências de tal ou qual outra pessoa (o arquiteto ou o urbanista)."²⁰⁸ [FRIEDMAN, 1971, p.50, tradução nossa].

Utilizando como artifícios de seu método a elaboração de um 'repertório' e do que chama 'etiquetas', Friedman tenta resolver o problema da transmissão de mensagens entre arquiteto e usuário no processo convencional de design em arquitetura, tenta resolver o 'curto-circuito'. Nesse sentido ele enfatiza a importância de um planejamento coletivo, um processo de design onde todos os atores desempenhassem papéis decisivos, ou seja, realmente atuassem. Isso, para Friedman, seria o que poderia transformar a arquitetura verdadeiramente em uma 'ciência ensinável'.

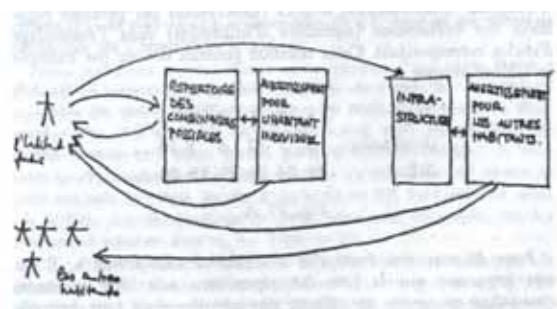
²⁰⁸ Do original em francês: « Cet exemple montre quelle est la méthode que je propose pour l'établissement d'un répertoire à l'usage du client de l'architecte et de l'urbaniste. Ce répertoire sera construit à partir d'une liste complète de tous les « assemblages » et de tous les « étiquetages » d' « enclos » possibles (les « mappings » du problème lui-même). Le client (que nous avons appelé plus haut l'utilisateur futur) aura réellement toute liberté pour choisir n'importe quel assemblage possible, au lieu de devoir obligatoirement suivre les préférences de telle ou telle autre personne (l'architecte ou l'urbaniste). » [FRIEDMAN, 1971, p.50]

2.4.4.2_ Flatwriter (1971)

Desenvolvido por Yona Friedman em 1971, o Flatwriter consistia em um artifício auxiliar ao processo da arquitetura, capaz de orientar o diálogo entre arquitetos e usuários. Segundo o Friedman, seu Flatwriter seria uma *máquina*,

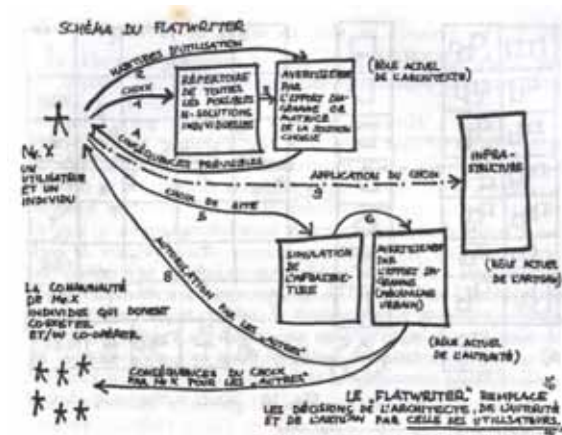
"[...] graças à qual cada habitante futuro de uma cidade pode imprimir suas preferências pessoais no que se refere ao seu apartamento futuro, e isto com ajuda de 'símbolos' que visualizam os diferentes elementos de decisão, de tal modo que esta decisão pode ser tão bem compreendida pelo mestre de obras quanto por outro habitante vizinho."²⁰⁹ [FRIEDMAN, 1971, p.70, tradução nossa].

O Flatwriter conteria o 'repertório' de milhões de apartamentos possíveis. Paralelamente à sua utilização, seria prevista uma infra-estrutura em múltiplos níveis como um 'esqueleto' provido de recursos básicos como água, gás, eletricidade, esgotos, etc.



050 | 2_ Organograma (plano de funcionamento) do Flatwriter.

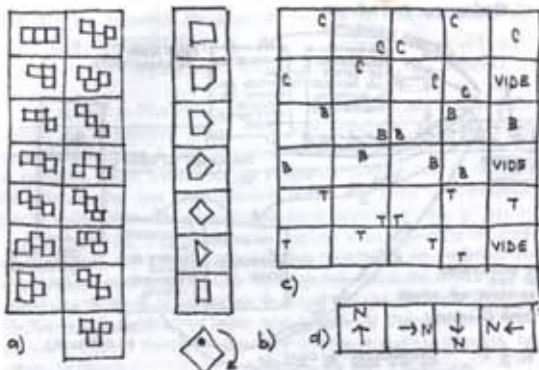
²⁰⁹ Do original em francês: « [...] grace à laquelle chaque futur habitant d'une ville peut imprimer ses préférences personnelles quand à son appartement à venir, et ceci à l'aide de « symboles » qui visualisent les différents éléments de décision de telle manière que cette décision puisse être aussi bien comprise par le maître d'oeuvre que par tout autre habitant voisin. » [FRIEDMAN, 1971, p.70]



051 | 2_ Esquema do Flatwriter.

Friedman utilizou um personagem fictício – M. Dupont –, para demonstrar sua proposta, exemplificando o que seria esse Flatwriter, etapa por etapa:

Etapa 1_ diante de um teclado o usuário customiza seu apartamento escolhendo uma configuração – dentre as 240 milhões de possibilidades oferecidas pela máquina por meio de 8 ou 9 diferentes combinações entre suas 53 teclas (entradas). Essa customização envolveria desde o layout dos equipamentos internos às orientações climáticas que a habitação poderia ter.

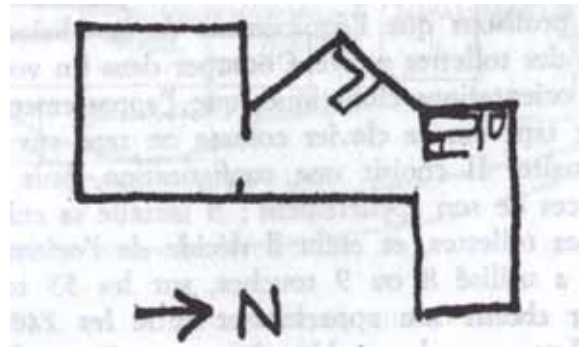


052 | 2_ Possibilidades de escolha [teclado do Flatwriter].

Etapa 2_ a máquina então processaria e imprimiria as decisões do usuário, “[...] sem contradição nem crítica.”²¹⁰ [FRIEDMAN, 1971, p.72, tradução nossa]



053 | 2_ Escolhas do usuário impressas pela máquina.

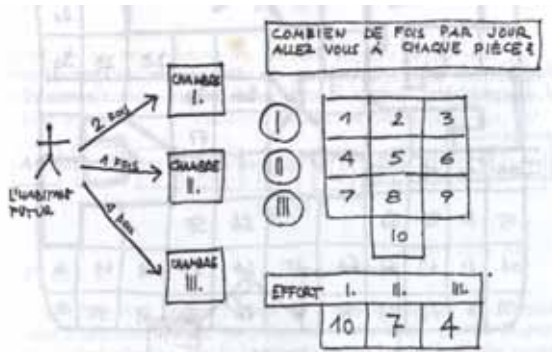


054 | 2_ Plano resultante das escolhas do usuário.

Etapa 3_ o Flatwriter imprimiria o custo da opção customizada pelo usuário.

Etapa 4_ Na seqüência, agora diante de um outro teclado, o usuário poderia escolher entre entradas que possibilitariam uma ‘sobre-customização’ de acordo com modos de vida específicos. Ele traçaria um ‘plano de uso’ da habitação, de acordo com suas escolhas.

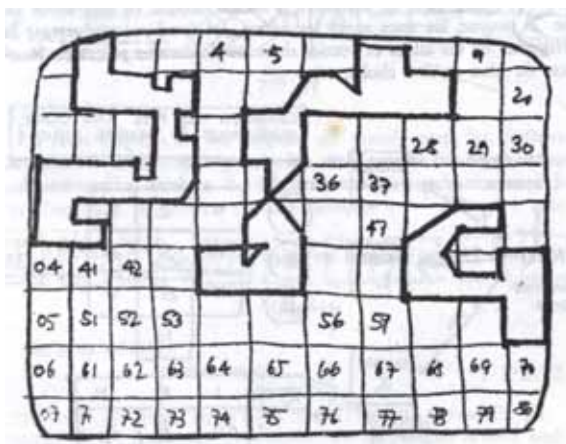
²¹⁰ Do original em francês: « [...] sans contradiction ni critique. » [FRIEDMAN, 1971, p.72]



055 | 2_ Teclado das 'frequências': escolhas condizentes com os modos de vida.

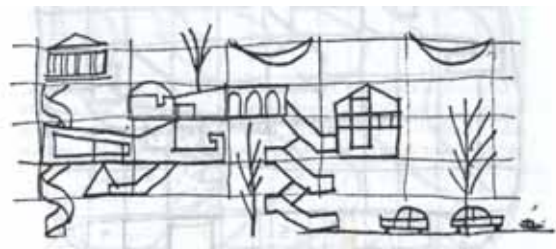
Etapa 5_ O Flatwriter advertiria ao usuário das conseqüências das escolhas que fez a partir de seu modo de vida específico: o esforço que implicaria o uso de algumas das partes de sua futura habitação. Se o usuário visse nessas conseqüências alguma desvantagem, ele poderia alterar seu modo de utilização.

Etapa 6_ Finalizadas as primeiras etapas de customização, o Flatwriter reproduziria, em um monitor de TV, o plano resultante em uma infra-estrutura que possuiria *vazios* numerados. Os vazios ocupados pela habitação customizada e por outras já implantadas seriam representados por contornos.



056 | 2_ A imagem de um plano escolhido, visualizada em um monitor de tv.

A partir dessa visualização, o usuário poderia alterar suas escolhas anteriores levando em conta as possibilidades de implantação de seu plano nos vazios da estrutura espacial tridimensional.

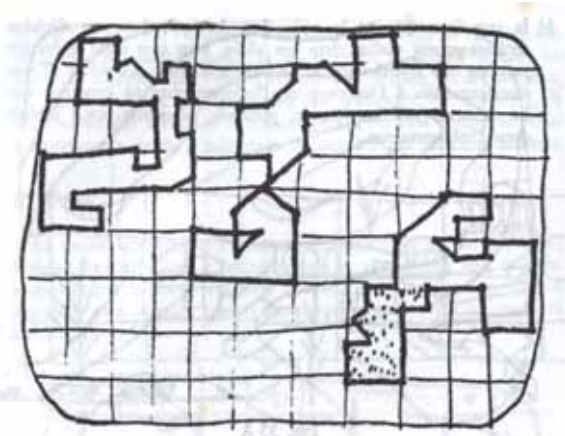


057 | 2_ Implantações visualizadas na infra-estrutura em corte.

No exemplo de Friedman, o usuário [Monsieur Dupont] escolheria duas opções de combinações de 'vazios' 5-7 e 6-7 para uma possível implantação.

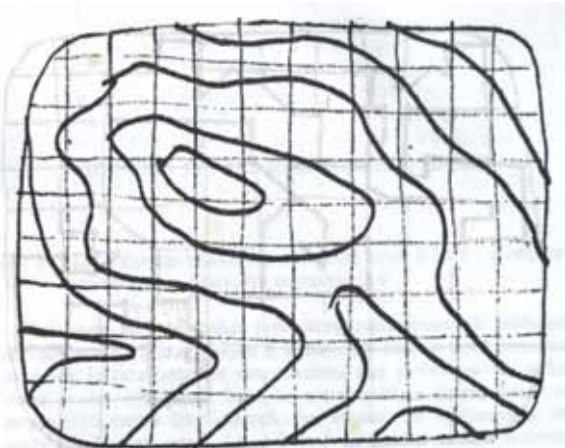
Etapa 7_ O Flatwriter inseriria a imagem do apartamento customizado nos vazios da infra-estrutura escolhidos pelo usuário e verificaria as condições de conforto ambiental da habitação – iluminação, ventilação –, além de verificar os acessos. Caso as escolhas desse usuário resultassem em uma configuração de habitação já existente, o Flatwriter iria reportar: "FAVOR MUDAR SUA ESCOLHA."²¹¹ [FRIEDMAN, 1971, p.75, tradução nossa]

²¹¹ Do original em francês: «PRIÈRE DE CHANGER VOTRE CHOIX. » [FRIEDMAN, 1971, p.75]



058 | 2_ Implantação da opção na infra-estrutura.

Etapa 8_ Caso as configurações customizadas pelo usuário fossem aceitas pelo 'controle' do Flatwriter, seriam então recalculados os esforços para toda a estrutura diante da implantação da nova habitação. O diagrama de esforços resultante seria exibido pelo monitor de TV do Flatwriter.



059 | 2_ Diagrama de esforços exibido pelo monitor de TV.

O Flatwriter seria um auxiliar no processo de informação entre futuro usuário e o objeto de uso. O papel do arquiteto seria o de criar o 'repertório' – as diferentes opções para a customização –, seria uma espécie de

'programador' do Flatwriter. Transportando esse exemplo de Friedman para o universo atual, seu Flatwriter seria um programa de computador – um *software* –, e os diferentes 'teclados' aos quais o futuro morador da habitação customizada, tem acesso, seriam entradas disponíveis em uma interface. Uma característica interessante da proposta de Friedman é a capacidade de antecipação das possibilidades de diálogo entre homens e ambiente. O arquiteto não concebe a arquitetura acabada, mas um *sistema de articulação das interações, o processo de design*.

2.4.5_ Cedric Price



060 | 2_ Foto Cedric Price.

“E ainda os paradoxos: o garoto da escola de gramática com o *colarinho de Eton*²¹²; o iconoclasta que ama arquitetura; o *sybarite*²¹³ sem meios privados; o socialista e democrata que só é apreciado e compreendido por uma minoria. Acima de tudo, ele é um rei poeta Céltico cujo *demesne*²¹⁴ é o mundo

²¹² O **King's College of Our Lady of Eton**, comumente conhecido como **Eton College**, ou apenas **Eton**, é um colégio independente, prestigioso e internacionalmente reconhecido, para garotos. É considerado uma das mais famosas escolas do mundo. Localiza-se em Eton, Berkshire, próximo de Windsor na Inglaterra, a mais ou menos uma milha ao norte do Castelo de Windsor. Entre seus ex-alunos, incluem-se 19 primeiros Ministros Britânicos. A escola é famosa por seus alunos (conhecidos como Old Etonians) e pelas tradições mantidas, que incluem o uniforme de aba preta, e o **false-collar**, que é um colarinho destacável prendido por dois prendedores de metal, um na parte dianteira e um na parte traseira para prender o colarinho à camisa. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Eton College**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Eton_College>. Acesso em: 12 jun. 2006.

²¹³ **Sybarite**: habitante de Sybaris, Itália; *pessoa excessivamente afeiçoada ao luxo*. In: TISCALI REFERENCE, DICTIONARIES DIFFICULT WORDS. **Sybarite**. Disponível em: <<http://www.tiscali.co.uk/reference/dictionaries/difficultwords/dat a/d0012469.html>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

²¹⁴ **Demesne**: O conceito feudal de demesne refere-se a uma forma de posse majorital de terra, como concebida na Europa ocidental, inicialmente na França, e exportada posteriormente para a Inglaterra, durante a Idade Média. Demesne é toda terra, não necessariamente contígua ao Castelo, retida pelo Senhor Feudal para seu próprio uso, distinta daquelas 'alienadas', ou garantidas a outros. A palavra atual correspondente em significado ao termo em Latim demesne é 'domínio'. In: WIKIPEDIA, THE FREE

das idéias.”²¹⁵ [ALLFORD, 2003, p.7, tradução nossa, grifos e notas nossos].

Cedric John Price nasceu em 1934 em Stone, Staffordshire, Inglaterra. Filho mais velho do arquiteto A. G. Price (1901-1953), iniciou seus estudos de arquitetura na Cambridge University sob orientação de John Penn, de 1952 a 1955, tornando-se presidente da Cambridge Society of Arts em 1954. Price, no entanto, se transfere para a AA – '*Architectural Association School of Architecture*' – onde obtém o diploma sob a orientação de John Killick, em 1957. Em 1958 foi contratado como Professor pela AA, lecionando na instituição por seis anos. Segundo Samantha Hardingham, editora do 'Cedric Price Opera' de 2003, o arquiteto “[...] trabalhou para Fry, Drew e Associados e também trabalhou em projetos de exposições com Erno Goldfinger antes de montar seu próprio escritório em 1960.”²¹⁶ [HARDINGHAM, 2003, introdução, tradução nossa]. Price, ao contrário da grande maioria de arquitetos de seu tempo, se colocou sempre “[...] de fora da geração que uniu o idealismo social da reconstrução pós-guerra com as paixões do Movimento Moderno.”²¹⁷ [ALLFORD, 2003, p.7, tradução nossa]. A

ENCYCLOPEDIA. **Demesne**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Demesne>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

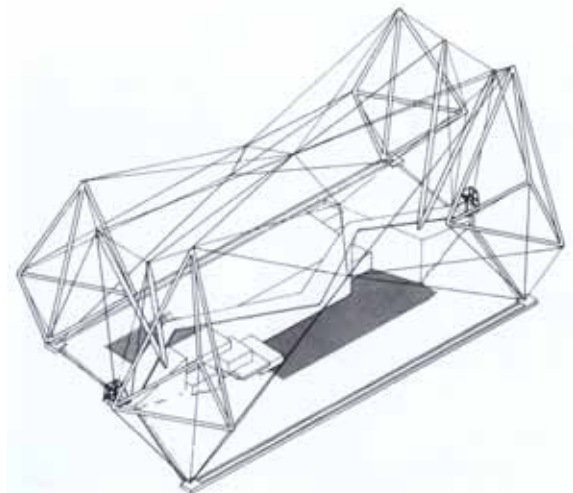
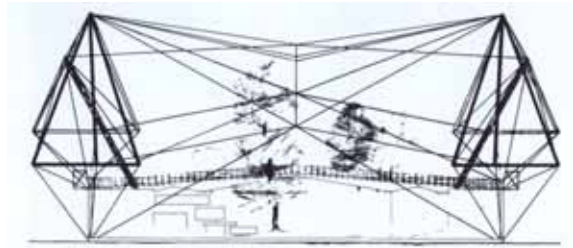
²¹⁵ **Do original em inglês**: “And yet the paradoxes: the grammar school boy with the Eton collar; the iconoclast who loves architecture; the sybarite without private means; the socialist and democrat who is only appreciated and understood by a minority. Above all he is a Celtic poet king whose demesne is the world of ideas.” [ALLFORD, 2003, p.7]

²¹⁶ **Do original em inglês**: “[...] worked for Fry, Drew and Partners and also worked on exhibition projects with Erno Goldfinger before setting up his own practice in 1960.” [HARDINGHAM, 2003, introduction]

²¹⁷ **Do original em inglês**: “[...] just outside the generation that linked the social idealism of postwar reconstruction with the passions of the Modern Movement.” [ALLFORD, 2003, p.7]

grande influência de Price em arquitetura foi, sem dúvida, Buckminster Fuller de quem foi grande admirador e amigo. Segundo Robin Middleton, professor e historiador de arquitetura,

"Até mesmo Buckminster Fuller, que era igualmente descuidado com relação às convenções estabelecidas da arquitetura, e por quem Cedric Price foi maravilhosamente estimulado, teve um olhar a menos para o encontro e a expansão do ego; Fuller estava envolvido principalmente com um sistema de suporte físico para todos os indivíduos, e quão eficientemente projetado ele pode ser. Price teve objetivos mais complexos. Que eram sustentados a princípio por uma redução da arquitetura aos elementos estruturais, resultado do que foi o AVIÁRIO do Zoológico de Londres que começou a projetar com Lord Snowdon e o engenheiro Frank Newby em 1961."²¹⁸ [MIDDLETON, in HARDINGHAM, 2003, p.28, tradução nossa]



061 | 2_ London Zoo Aviary. Acima: Elevação. No meio: Axonométrica. Abaixo [foto]: vista do Regent's Canal.

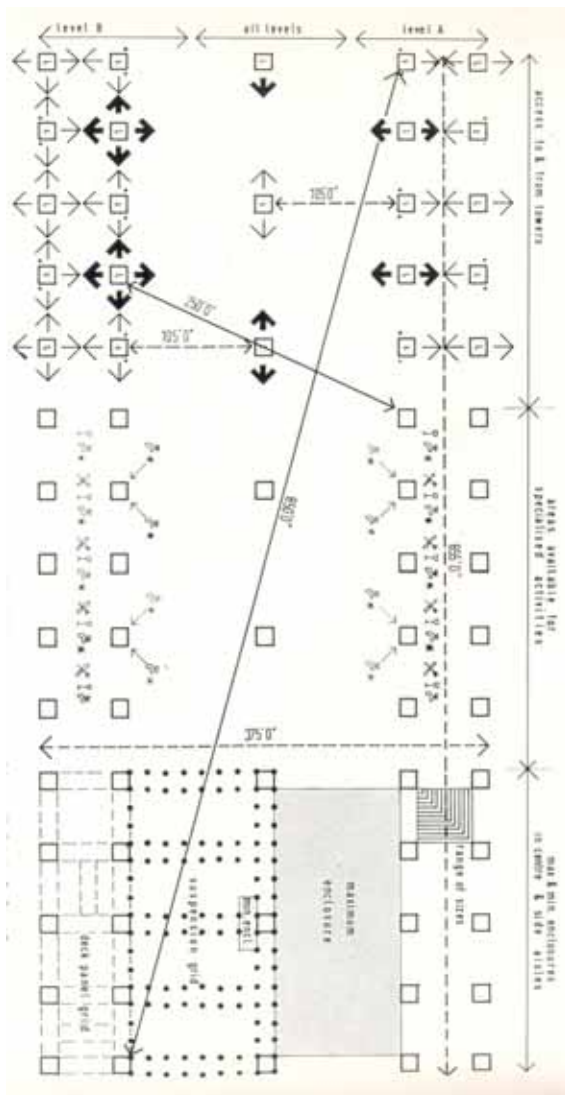
Price era um entusiasta das tecnologias da informação e comunicação, com foco no sujeito dessa tecnologia – o homem, e as possibilidades de interação de uma arquitetura para esse homem. Sua proposta para o projeto Fun Palace (1961), que não chegou a ser construída, ilustra de maneira emblemática suas principais preocupações:

²¹⁸ Do original em inglês: "Even Buckminster Fuller, who was equally mindless of the established conventions of architecture, and by whom Cedric Price was wonderfully stimulated, had less an eye to the finding and expansion of the inner self; Fuller was concerned rather with a physical support system for all individuals, as efficiently contrived that may be. Price had more complex aims. These were sustained at first by a reduction of architecture to the elements of structure, the outcome of which was the AVIARY at London Zoo, which he began to design with Lord Snowdon and engineer Frank Newby in 1961." [MIDDLETON, 2003, p.28]

"Há uma compreensão magistral da independência de proposições de estrutura e serviços, de flexibilidade e multiplicidade em uso e a antecipação de usos nem sonhados. Há o fino deleite em criar um edifício que pode ser desfrutado, somado, tomado aos pedaços, até mesmo comido! Ele é controlado, sério e não-puritano."²¹⁹ [ALLFORD, 2003, p.3, tradução nossa]

Sua arquitetura é marcada, sobretudo, por uma articulação de conceitos, em projetos com alto grau de detalhamento, onde se preocupava em descrever além da materialidade das propostas, as interações entre os usuários e a arquitetura idealizada por ele. Segundo David Allford,

"As influências principais no desenvolvimento de Cedric Price como arquiteto são: seu pai (falecido em 1953), um arquiteto que trabalhou com Harry Weedon²²⁰ nos anos trinta, principalmente no vasto programa dos Cinemas Odeon²²¹; a arquitetura histórica inglesa - ele foi trazido à baila em Nathaniel Lloyd²²² e conhece a maioria dos detalhes das plantas nos livros; um amor por Alice in Wonderland²²³ e



062 | 2_ Esquema das interações no Fun Palace em planta baixa.

²¹⁹ Do original em inglês: "There is a masterly grasp of the propositions independence of structure and services, of flexibility and multiplicity in use and the anticipation of undreamt-of use. There is the sheer delight in creating a building which can be enjoyed, added to, taken to pieces, even eaten! It is controlled, serious and non-puritan." [ALLFORD, 2003, p.3]

²²⁰ Harry Weedon, arquiteto, nasceu em Birmingham, Inglaterra, iniciando sua atuação profissional na década de 1930. Foi, ainda, um talentoso pianista. Atuou como piloto durante a Primeira Guerra Mundial, servindo na Royal Flying Corps. Em 1939, fundou a *Weedon Partnership*, que ainda está em atividade. Ficou conhecido por seus projetos para os *Odeon Cinemas* em estilo Art Deco, numa parceria em que chegou a construir mais de trezentas salas, a partir de 1932. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. Harry Weedon. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Harry_Weedon>. Acesso em: 12 jun. 2006.

²²¹ Odeon Cinemas é a maior cadeia de cinemas no Reino Unido, de propriedade da *Terra Firma Capital Partners*. Foi criada nos anos 1930 por Oscar Deutsch. Os publicitários da Odeon afirmavam que o nome da cadeia derivava de "Oscar Deutsch Entertains Our Nation". No entanto, o nome Odeon, tinha anteriormente sido utilizado para cinemas na França e na Itália nos anos 1920. O primeiro cinema da cadeia Odeon foi aberto em Perry Barr, Birmingham. O edifício ainda está de pé, mas não é mais um cinema. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. Odeon Cinemas. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Odeon_Cinemas>. Acesso em: 12 jun. 2006.

²²² Nathaniel Lloyd, (1867-1933), foi um historiador de Arquitetura inglês, proprietário do Great Dixter (Great Dixter House and Gardens - <http://www.greatdixter.co.uk>), que contratou Edwin Lutyens para fazer alterações na casa. Lloyd escreveu livros sobre alvenaria inglesa e jardinagem na década de 1920. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. Nathaniel Lloyd. Disponível em: <<http://www.gardensite.com/b/lloyd2.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

²²³ *Alice's Adventures in Wonderland* é um trabalho de literatura infantil escrito por um matemático e escritor britânico, Reverendo Charles Lutwidge Dodgson, que escrevia sob o pseudônimo de Lewis Carroll. O livro conta a história de uma garota chamada Alice, que cai no buraco de um coelho em um reino fantástico povoado por cartas de baralho falantes e criaturas antropomórficas. O conto é temperado com alusões satíricas aos

Pickwick Papers²²⁴; sua amizade e admiração por Buckminster Fuller; seu fascínio com tecnologia, particularmente tecnologia de comunicações, não como fetiche, mas como maneira de ampliar o potencial para o bem-estar humano; seu interesse ilimitado pela vida como um observador e participante ativo em sua riqueza, diversidade, absurdo, miséria e prazer; seu amor pelo desenho."²²⁵ [ALLFORD, 2003, p.7, tradução nossa, notas nossas].



063 | 2_ Alice no país das maravilhas. O coelho branco que controla o tempo.

Price concebe sua arquitetura para que seja capaz de estimular as atividades a que se destina. Para ele, o ponto central está em considerar, na concepção de um projeto, "[...] o efeito que uma arquitetura pode ter sobre seus ocupantes."²²⁶ [PRICE, apud LANDAU, in PRICE, 2003a, p.11, tradução nossa]. O arquiteto se preocupava também em pensar estruturas que durassem apenas o tempo em que fossem úteis – a arquitetura como parte de um sistema dinâmico e em fluxo contínuo no tempo.

Assim, conceitualmente, sua arquitetura pode ser entendida como a solução do problema do 'fluxo de informação no

irmãos Dodgson e às lições que as crianças britânicas eram obrigadas a decorar. O 'País das Maravilhas' descrito no conto, joga com a lógica, de modo que se tornou popular entre crianças e adultos. O livro é comumente referido como **Alice in Wonderland**. Algumas impressões desse título trazem ambos – Alice's Adventures in Wonderland e sua sequência, Through the Looking Glass. Esse título abreviado da obra de Lewis Carroll foi popularizado por numerosas adaptações para a televisão e cinema ao longo dos anos. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Alice in Wonderland**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Alice_in_Wonderland>. Acesso em: 12 jun. 2006.

²²⁴ **The Posthumous Papers of the Pickwick Club**, mais conhecidos como **The Pickwick Papers**, são a primeira novela de Charles Dickens. Originalmente era uma idéia de Robert Seymour, o ilustrador com o qual Dickens foi convidado a colaborar como escritor em ascensão, seguindo o sucesso de *Sketches by Boz*, publicado em 1832. Após o suicídio de Seymour, Dickens fez novo exame da publicação periódica mal sucedida. Com a introdução de Sam Weller, o livro tornou-se o primeiro fenômeno real de publicação, com grande merchandising. Foi inspirado por uma cidade, Corsham. O nome Pickwick provavelmente veio de uma fazenda próxima, Pickwick Lodge Farm. Pickwick é a parte de Corsham que está na A4, a principal estrada na Inglaterra, também conhecida como a Great West Road, estrada principal que liga Londres a Bristol. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **The Pickwick Papers**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pickwick_Papers>. Acesso em: 12 jun. 2006.

²²⁵ **Do original em inglês:** "The main influences on Cedric's Price development as an architect are: his father (d.1953), an architect who worked with Harry Weedon in the thirties, mostly on the large Odeon cinema programme; English historical architecture – he was brought up on Nathaniel Lloyd and knows most of the plans details in the books; a love for *Alice in Wonderland* and *Pickwick Papers*; his friendship with and admiration for Buckminster Fuller; his fascination with technology, particularly communications technology, not as fetish but as a means of increasing the potential for human well-being; his boundless interest in life as an observer and active participant in its richness, diversity, absurdity, misery and delight; his love of drawing." (ALLFORD, 2003, p.7)

²²⁶ **Do original em inglês:** "[...] the effect an architecture may have upon its occupants." [PRICE in LANDAU, 2003, p.11]

tempo', entre sujeitos, objeto(sistema) e ambiente, em dados lugar e contexto. Robertson Ward Jr. fala do processo de Cedric Price a partir de quatro entradas: " 'Informação no TEMPO'; 'Localização no TEMPO'; 'Função no TEMPO'; 'Participantes no TEMPO'." ²²⁷ [WARD JR, in HARDINGHAM, 2003, p.30]. A estratégia projetual do arquiteto se apoiava na consideração da ampla inter-relação entre recursos, necessidade sociais, política urbana e como estes se transformam no tempo. Assim, para Price, o processo de design consistiria, sobretudo, em compreender como esse 'sistema-arquitetura' enquanto estratégia para solução de problemas, seria capaz de abranger um intervalo completo de *uso, obsolescência e reciclagem*. Os sistemas concebidos por Price deveriam ser capazes de viver intercambiando informações em um processo contínuo entre ordem-desordem-organização.

Outra idéia que emerge com igual importância nas propostas de Price é a de 'indeterminação'. Segundo Royston Landau,

"A idéia de uma arquitetura indeterminada caracterizou como um interesse primordial muitos dos trabalhos de Cedric Price. Tratou a indeterminação como uma idéia que parece ter uma conveniência muito especial dentro de uma série de questões arquitetônicas. [...] desenvolveu suas teorias sempre dentro de um contexto muito preciso e detalhado, permitindo um exame detido

das conseqüências imediatas e futuras das propostas." ²²⁸ [LANDAU, 1969, p.74, tradução nossa]

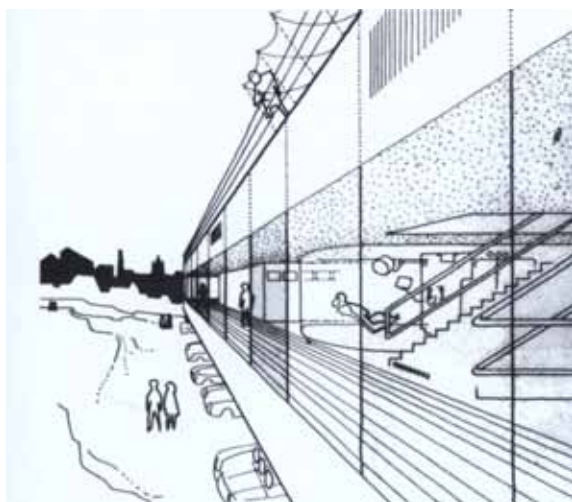
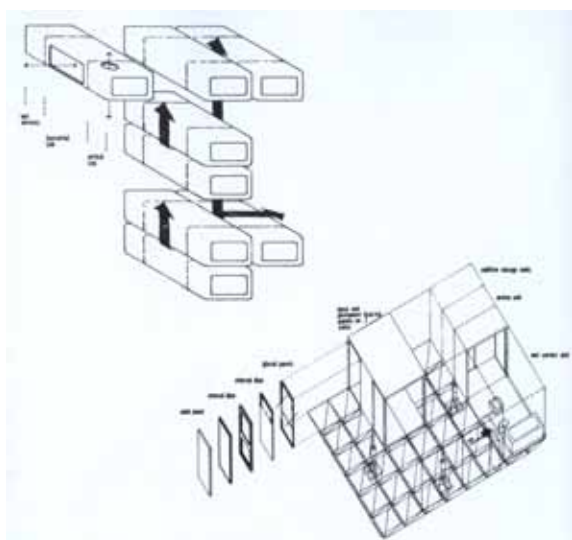
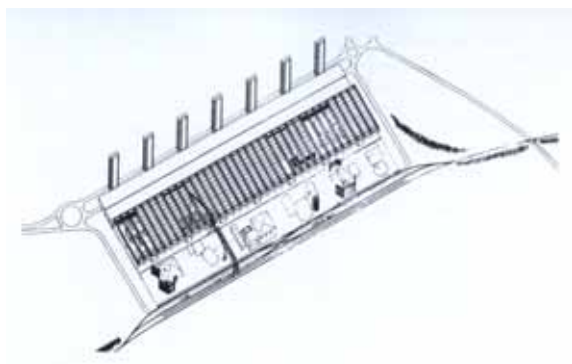
Landau destaca a relação entre as propostas de Price e Buckminster Fuller para a arquitetura. Para ambos, o papel central do arquiteto deveria ser se dedicar à compreensão e *solução de problemas*. Segundo Landau, referindo-se ao processo de concepção dos projetos Fun Palace [1960-1961] e Potteries Thinkbelt [1964-1965],

"No trabalho de Price, a conexão entre as complexidades, a capacidade potencial da questão e o resultado concreto (ou não concreto) final, é muito íntima, e devida ao fato de que, como em Buckminster Fuller, seu trabalho é conscientemente *solução de problema*, estando quase isento de fidelidades formais arbitrarias, se faz necessário, pretendendo-se entendê-lo, considerar cada um destes projetos como um processo de compreensão de um problema e posição de uma questão (independente do fato de que a solução seja concreta ou não concreta, tecnológica ou não tecnológica)." ²²⁹ [LANDAU, 1969, p.75-76, tradução nossa, grifo nosso]

²²⁷ Do original em Inglês: 'Information in TIME'; Location in TIME'; Function in TIME'; Participants in TIME' [WARD JR, in HARDINGHAM, 2003, p.30].

²²⁸ Do original em espanhol: "La idea de una arquitectura indeterminada ha caracterizado como un interés primordial muchos de los trabajos de Cedric Price. Ha tratado la indeterminación como una idea que parece tener una muy especial idoneidad dentro de una serie de cuestiones arquitectónicas. [...] ha desarrollado sus teorías dentro siempre de un contexto muy preciso y detallado, permitiendo un examen detenido de las consecuencias inmediatas y futuras de las propuestas." [LANDAU, 1969, p.74]

²²⁹ Do original em espanhol: "En el trabajo de Price la conexión entre las complejidades y la capacidad potencial de la cuestión y el resultado físico (o no físico) final, es muy íntima, y debido a que, al igual que Buckminster Fuller, su trabajo es conscientemente solución-problema, estando casi exento de arbitrarias fidelidades formales, se hace necesario, si se pretende entenderlo, considerar cada uno de estos proyectos como un proceso de comprensión de un problema y planteamiento de una cuestión (aparte de que la solución sea física o antífísica, tecnológica o no tecnológica)." [LANDAU, 1969, p.75-76]



064 | 2_ Potteries Thinkbelt (1964-1965). **Acima:** área de transferência trilhos/Estrada com instalações para trabalho acomodação e controle de mercadorias em grande escala e equipamentos. **No meio acima:** abrigos encaixotados, ligados horizontal e verticalmente. **No meio abaixo:** abrigos ampliáveis: axonométrica. **Abaixo:** Todos os abrigos podem ser ampliados e transportados quando necessário.

As propostas do arquiteto incorporam, invariavelmente, influências que vão da cibernética à inteligência artificial, em um percurso de construção de um intenso diálogo com as ciências da complexidade. A compreensão de Price do arquiteto como um 'solucionador de problemas' o leva a engendrar os mais ousados caminhos para elaborar sua arquitetura. São constantes as colaborações de profissionais das mais diversas disciplinas como consultores ou curadores em seus projetos, como é o caso do Fun Palace. Em entrevista a Price, Hans Ulrich Obrist afirma que, "De fato, o Fun Palace era por definição transdisciplinar[...]"²³⁰ [OBRIST, in PRICE, 2003(b), p.73, tradução nossa]. Comentando essa colocação, o arquiteto continua:

"Está certo. Tivemos pessoas muito discrepantes tornando-se curadores com prazer. O primo da Rainha, George Howard, um musicista clássico e maníaco por balé; Buckminster Fuller, um egocêntrico como nunca vi! [...] Os curadores eram Buck Fuller - 'Eu não tenho dinheiro algum, eu espero que você se dê conta disso!' O Ritchie Calder que era um jornalista - ele assumiu a alcunha de cientista, mas escrevia para o *Daily Herald* sobre assuntos científicos. [...] E Joan Littlewood - eu penso que eram os principais curadores. Pessoas como Gordon Pask eram consultores, conselheiros. Joan era a investigadora."²³¹ [PRICE, 2003(b), p.73-74, tradução nossa]

²³⁰ Do original em inglês: "In fact, the Fun palace was transdisciplinary by definition [...]" [OBRIST, 2003, p.73]

²³¹ Do original em inglês: "That's right. We had very disparate people becoming trustees with delight. The Queen's cousin, George Howard, a classical music and ballet maniac; Buckminster Fuller, an egocentric if ever I saw one! (...) The trustees were

Segundo Peter Muray, “[...] desde o Fun Palace, a arquitetura de Price possuía a capacidade de responder, ou seja, poderia reagir formalmente ou mecanicamente a um dado estímulo (um exemplo de uma conceitualização estímulo-resposta)”²³² [MURAY, in PRICE, 2003a, p.15, tradução nossa]. Com projetos como ‘Fun Palace’ e ‘Potteries Thinkbelt’, o arquiteto britânico começou a explorar o impacto das tecnologias da informação em formas indeterminadas de arquitetura onde os atributos ‘invisíveis’ eram tão importantes quanto os aspectos formais. Sua arquitetura pode mesmo ser compreendida como sistema, um sistema capaz de se auto-organizar.

A compreensão do sistema, um sistema complexo, como capaz de evoluir e se ‘auto-organizar’, através de uma rede de conexões, pode ser encontrada, por exemplo, em trechos do capítulo ‘*The Evolution and Reproduction of Machines*’, do livro de Gordon Pask ‘*An approach to cybernetics*’. Segundo Pask,

“Um ‘sistema’ que se desenvolve em uma das cadeias evolutivas que nós já discutimos é isomórfico com um membro desta espécie. Relembrando; o elemento competitivo é introduzido por um elemento (energia, talvez) necessário para construir a conectividade para

mediar um sistema e manter sua atividade. Se não há quantidade suficiente deste artigo, um sistema não sobrevive. Além disso, o excesso desse artigo é determinado por uma variável de recompensa θ que depende no comportamento de sistema na cadeia evolutiva. Nessa condições, quando a cadeia é usada como um controlador, é equivalente dizer que ‘um sistema objetiva maximizar θ ’ e ‘um sistema objetiva sobreviver’.”²³³ [PASK, 1961, p.101, tradução nossa]

O ciberneticista termina o capítulo, onde trata da evolução dos sistemas, referindo-se à questão da auto-organização. Falando de computadores capazes de escolher entre caminhos possíveis de evolução ou transformação de si mesmos. O ciberneticista considera que “[...] de um modo simples, este é um sistema auto-organizado que pode selecionar esses atributos de seu ambiente, o qual ele deve compreender para sobreviver.”²³⁴ [PASK, 1961, p.108, tradução nossa]. Pask aborda ainda a questão dos sistemas-autorganizados com mais profundidade, relacionando organização e fluxo de informações. Ele considera que,

Buck Fuller – ‘I don’t have any money, I hope you realize!’ The Ritchie Calder, who was a journalist – he assumed the mantle of scientist, but he used to write for the *Daily Herald* on scientific matters. (...) ... And Joan Littlewood – I think that was all of the first trustees. People like Gordon Pask were consultants, advisors. Joan was the investigator.” [PRICE, 2003, p.73-74]

²³² **Do original em inglês:** “Since the Fun Palace, Price’s architecture had possessed a capacity to respond, that is, it could react formally or mechanically to a given stimulus (an example of a stimulus-response conceptualization)” [MURAY, 2003, p.15].

²³³ **Do original em inglês:** “A ‘system’ developing in one of the evolutionary networks we have already discussed is isomorphic with a member of this species. Recall; the competitive element is introduced by a commodity (energy, perhaps) needed in order to build up the connectivity to mediate a system and maintain its activity. If there is not sufficient of this commodity, a system does not survive. Further, the surplus of the commodity is determined by a reward variable θ , which depends upon the behavior of system in the evolutionary network. In these conditions, when the network is used as a controller, it becomes equivalent to say that ‘a system aims to maximize θ ’ and ‘a system aims to survive’.” [PASK, 1968, p.101]

²³⁴ **Do original em inglês:** “[...] in a crude way, this is a self-organizing system that can select those attributes of its environment which it must sense in order to survive.” [PASK, 1968, p.108]

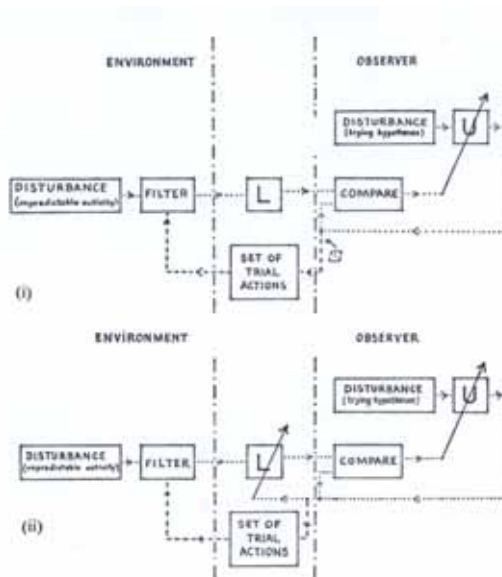
"Um sistema não-estacionário se torna 'auto-organizado' quando há incerteza sobre o critério de similaridade macroscópica. [...] A dependência também é evidente em medidas de organização; por exemplo, Von Foerster pretende usar a redundância de Shannon com este propósito. Um sistema é 'auto-organizado' se a taxa de mudança de sua redundância é positiva. Redundância é uma função de V^* e V_{max} (duas medidas de informação) onde V^* depende principalmente de restrições desenvolvidas dentro do sistema especificado, mas V_{max} depende da especificação e da moldura de referência do observador."²³⁵ [PASK, 1961, p.47-48, tradução nossa]

Exemplificando seu paradigma cibernético de design para a arquitetura, Pask faz referência direta ao projeto de Cedric Price para o Fun Palace:

"Certamente, esse paradigma se aplica a sistemas que se adaptam a intervalos de tempo bastante pequenos (minutos ou horas). Em contraste, a adaptação em um projeto como o sistema Fun Palace aconteceria a intervalos de tempo muito maiores (por exemplo, ciclo de 8 horas e um ciclo semanal, eram partes da proposta). Dependendo das restrições de tempo e do grau de flexibilidade requerida, é mais ou menos conveniente usar um computador (por exemplo, o ciclo semanal é programado mais economicamente por um procedimento de escritório flexível). No

entanto, exatamente os mesmos princípios estão envolvidos."²³⁶ [PASK, 1969, p.495, tradução nossa]

A relação entre Price e Pask²³⁷ constituiu fator essencial para uma compreensão mais aprofundada por parte do arquiteto de noções concernentes à cibernética e sua adaptação para uma problemática específica da arquitetura.



065 | 2_ Esquema de Gordon Pask: "Diferentes tipos de observação e experimentação vistos como sistemas."

O ciberneticista trabalhou diretamente com o arquiteto britânico em duas propostas – o projeto Fun Palace e uma

²³⁵ Do original em inglês: "A non-stationary system becomes 'self-organizing' when there is uncertainty about the criteria of macroscopic similarity. [...] The dependence is also evident in measures of organization; for example, Von Foerster purposes to use Shannon's Redundancy for this purpose. A system is 'self-organizing' if the rate of change of its redundancy is positive. Redundancy is a function of V^* and V_{max} (two information measures) of which V^* depends chiefly upon constraints developed within the specified system but V_{max} depends upon the specification and the observer's frame of reference." [PASK, 1968, p.47-48]

²³⁶ Do original em inglês: "Of course, this paradigm applies to systems which adapt over rather short time intervals (minutes or hours). In contrast, the adaptation in a project such as the Fun Palace system took place over much longer time intervals (for instance, an 8-hourly cycle and weekly cycle formed part of the proposal). Depending upon the time constraints and the degree of flexibility required, it is more or less convenient to use a computer (for example, the weekly cycle is more economically programmed by a flexible office procedure). But exactly the same principles are involved." [PASK, 1969, p.495]

²³⁷ O ciberneticista trabalhou ainda em parceria com outros arquitetos, dentre os quais destaca-se Ranulph Glanville, com qual manteve uma parceria constante. Como Glanville, John Frazer, coordenador do Departamento de Arquitetura da *Technical University of Hong Kong*, construiu uma forte relação com Pask, sobre o qual publicou uma série de artigos.

competição da qual participaram no Japão. A ligação de Pask com a arquitetura após o envolvimento na concepção do Fun Palace tornou-se cada vez mais intensa. Segundo Cedric Price,

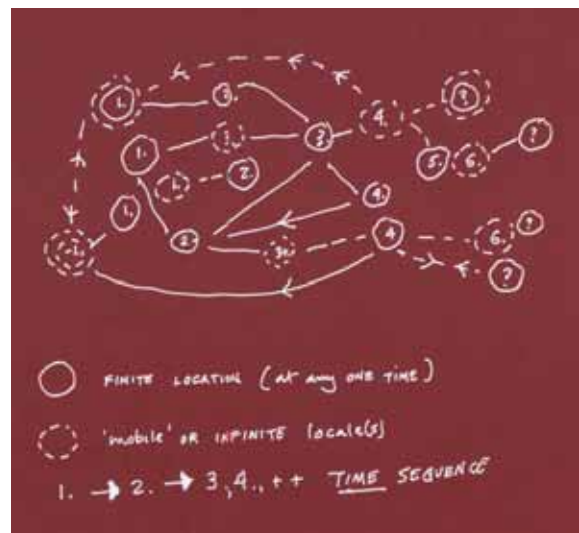
"Quando eu consegui conhecer Gordon Pask – isso foi no início dos anos 1960 – ele estava trabalhando em uma predição do número de homens que a Força Aérea Real precisaria no ano 2000. [...] Mas Gordon, depois que trabalhou no Fun Palace, se interessou cada vez mais por arquitetura. Ele não estava preocupado com arquitetura antes, mas então ele se tornou mais arquiteto que eu, realmente. Ele ensinava na AA."²³⁸ [PRICE, 2003b, p.69, tradução nossa]

Em uma década em que a indústria da construção inglesa investiu maciçamente na construção de habitações, escolas e parques industriais; em um período no qual se esperava que a arquitetura fosse vista como 'arte social'; Price conseguiu mostrar que a arquitetura deveria ser um catalisador para a redefinição das relações entre pessoas – sujeitos - e instituições. Acreditava na arquitetura como processo – não-permanente, flexível, pensada para conviver com a incerteza e a contradição, para interagir e dar suporte à interação.

2.4.5.1_ Processo e complexidade

"O processo sempre será fragmentário posto que cada ato de prevenção alterará os fatores obsoletos dos elementos restantes - e assim suas vidas úteis. O processo de complexificação resultante deveria nos permitir estar qualificados a comparar uma casa com um feriado; uma catedral com um transporte de baixo ruído e o intercâmbio de uma via expressa com ovos e leite grátis. Se nós achamos isto difícil então estamos ficando muito simples - e até mesmo menos úteis."²³⁹ [PRICE, 1972, p.647, tradução nossa]

Para se compreender o processo de Price em arquitetura é essencial compreender, antes de tudo, a importância da consideração de um tempo irreversível em suas propostas, em seu método e no pensamento que sustenta sua obra.



066 | 2_ Exibição Cities on the Move, em Bangkok, 2000. Diagramas mapeando os possíveis movimentos na exibição através de vários lugares na cidade.

²³⁸ Do original em inglês: "When I got to know Gordon Pask – it was in the early 1960s – he was working on a prediction of the numbers of men the Royal Air Force would need in the year 2000. [...] But Gordon, after he worked on the Fun Palace, became more and more interested in architecture. He wasn't concerned with architecture before, but then he became more of an architect than me, really. He used to teach at the AA." [PRICE, 2003, p.69]

²³⁹ Do original em inglês: "The process will always be fragmentary since each act of prevention will alter the obsolescent factors of the remaining elements – and thus their useful lives. The resultant complexing process should enable us to be skilled in comparing a house with a holiday; a cathedral with low noise transport and motorway interchange with free eggs and milk. If we find it difficult then we are becoming too simple – and even less useful." [PRICE, 1972, p.647]

Como afirma Samantha Hardingham²⁴⁰, uma das questões centrais em Cedric Price é "[...] a natureza efêmera que acomoda e suporta o tema subjacente crítico que traspassa todos os projetos: TEMPO, sendo a quarta dimensão no design e a mais estimada ferramenta de design de Price."²⁴¹ [HARDINGHAM, 2003, introdução, tradução nossa]

O projeto '*Inter-Action-Centre*', Kentish Town, Londres, que chega a ser construído em 1970, é um interessante exemplo da consideração por Price da arquitetura como um 'sistema' em interação dinâmica com contexto histórico, econômico e social no tempo. Segundo Robin Middleton,

"[...] INTER-ACTION (e antes Interchange) Centre em Kentish Town, Londres, foi construído no início dos anos 1970; uma reunião de colunas de aço e cintas padronizadas preenchidas com *Portakabins*, projetado com a condição de que tivesse um intervalo de vida de 20 anos e acompanhado de um detalhando manual de como o edifício deveria ser demolido."²⁴² [MIDDLETON, in

HARDINGHAM, 2003, p.28, tradução nossa]



067 | 2_ Interaction Centre. Primeiros croquis da entrada norte.

A grande crítica de Price à postura de arquitetos e urbanistas no que concerne ao que podemos nos referir como 'vida útil' da arquitetura, se coloca a partir da compreensão do caráter efêmero desta e das diversas configurações da cidade ao longo do tempo. Segundo o arquiteto,

"Mudança e flexibilidade em arquitetura e planejamento estão associadas por essas profissões com adaptação, extensão, ou progressivamente com a vida limitada de estruturas e organizações que, no entanto, são permanentemente dependentes de seu lugar particular ou da interação com outros artefatos. Assim, enquanto instituições, comércios e atividades questionam sua existência, arquitetos e planejadores estão tirando suas tripas para fora à procura de novos modos para justificar tal existência."²⁴³ [PRICE, 2003a, p.19, tradução nossa]

²⁴⁰ Samantha Hardingham trained as an architect at the Architectural Association. She is a published author and has recently completed the sixth edition of *London: a guide to recent architecture* (Batsford/Chrysalis). Other publications include *England: a guide to recent architecture* (Ellipsis, 1995) and *Eat London: architecture and eating* (Ellipsis, 1998) and she has contributed articles to various architectural journals and national newspapers such as the Architect's Journal, Domus, Architectural Design and The Independent and was a judge on the panel for the architecture prize at the BBC Design Awards in 1997. Her most recent projects include editing *Cedric Price Opera* (Academy Wiley) and an appointment as research fellow in Experimental Practice at the University of Westminster. In: PAL LABS. Samantha Hardingham. Disponível em: <<http://www.pallabs.org/people.php>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

²⁴¹ Do original em inglês: "[...] the ephemeral nature of which suits and assists the critical underlying theme that runs through all of the projects: TIME, being the fourth dimension in design and Price's most treasured design tool." [HARDINGHAM, 2003, introduction]

²⁴² Do original em inglês: "[...] INTER-ACTION (later Interchange) Centre in Kentish Town, London was built in the early 1970s; an

assemblage of steel columns and lattice trusses filled with Portakabins, designed on the condition that it had a 20-year life span and accompanied by a manual detailing how the building should be dismantled. [MIDDLETON, 2003, p.28]

²⁴³ Do original em inglês: "Change and flexibility in architecture and planning is associated by the professions with the adaptation, extension, or most progressively with the limited life of structures and organizations which, however, are permanently dependent on their particular sitting or interaction with other artifacts. Thus, while institutions, trades and activities question their very existence, the architects and planners are tearing their guts out looking for new ways to justify such existence." [PRICE, 2003 p.19]

A questão do tempo é a entrada para compreender o processo de Price. Porque o tempo assume aparentemente o destaque central em suas propostas? Isso não seria possível caso Price *não* considerasse a arquitetura como um sistema, em relação dinâmica de troca com o ambiente, com os usuários em diversos contextos. Essa é sem dúvida uma importante chave para entender seu pensamento em arquitetura.

É interessante construir uma comparação por analogia entre a compreensão de Price de uma arquitetura 'inteligente' – capaz de responder a estímulos –, à noção apresentada por Edgar Morin em 'O Método 1', de 1977, da 'produção-de-si' envolvendo as 'máquinas artificiais'. Ou seja, se olharmos a arquitetura de Price como um tipo de 'máquina artificial' de que fala Morin, construiremos uma compreensão ampliada da proposta de Price e conseqüentemente do caráter complexo dessa arquitetura. Segundo Morin,

"[...] os seres máquinas produzem sua própria existência na e pela reorganização permanente. Digamos de outra forma: em toda organização ativa, em todo sistema prático, as atividades organizacionais são também re-organizacionais, e as atividades re-organizacionais são também atividades de produção de si, que são evidentemente regeneração. [...] As máquinas artificiais não têm seu próprio circuito generativo, mas elas são integradas e arrebatadas na reorganização permanente, na produção-de-si, no movimento recursivo

das mega-máquinas antropossociais da era industrial." [MORIN, 2003, p.244]

No texto de apresentação do número especial '*Complexity (or how to see the wood in spite of the trees)*' de outubro de 1972, do periódico inglês *Architectural Design* -, Royston Landau traça um breve panorama dos desenvolvimentos relativos às áreas que dialogam na construção da complexidade em ciência – cibernética, teoria dos sistemas, teoria da informação e comunicação. A abordagem de Landau enfatiza, no entanto, a problemática sistemista, colocando a questão em termos de uma comparação antagônica entre sistemas 'abertos' e 'fechados'. As discussões apresentadas por Morin em 1977 sobre esse antagonismo ampliam a compreensão acerca das relações de troca entre sistema e ambiente, contribuindo para um entendimento dessa dinâmica que está na base do pensamento arquitetônico de Price. Morin mostra que,

"Precisamos eliminar os equívocos para ascender às complexidades. Iremos ver que sistemas podem nos parecer parcialmente fechados e abertos. Que, segundo o ângulo e o enquadramento da visão, segundo o sistema de referência dos observados, o mesmo sistema pode nos parecer ora fechado, ora aberto. [...] A máquina artificial nos surge agora seja como sistema parcialmente fechado (em sua constituição), seja como ser parcialmente aberto (em seu funcionamento), seja (em repouso) como ser fechado potencialmente passível de abertura, ou (em atividade) como ser aberto potencialmente passível de fechamento." [Morin, 2003, p.248]

Em certo ponto, Morin fala da interdependência sistema-ambiente. Segundo o pensador, “[...] do ser vivo ao ser social, do ser social à máquina artificial, são todas funcionalmente e ecologicamente dependentes, todas (menos os artefatos) existencialmente ecodependentes.” [MORIN, 2003, p. 251].

A compreensão da interdependência e do diálogo entre arquitetura e ambiente é evidente nas concepções de Price. Em artigo publicado no periódico inglês *Architectural Design* em 1972, Price discute os impactos de uma visão complexista no ‘mundo arquitetônico’ tentando apontar novas perspectivas nesse contexto. O arquiteto tenta apresentar uma visão da cidade como sistema em fluxo, mostrando a importância de compreendê-la sob a perspectiva de uma dinâmica contínua entre construção e destruição ou o que chama de ‘re-criação de si mesma’. Diante dessa perspectiva o arquiteto afirma que a compreensão dessa dinâmica, a menos que a cidade ‘morra’, “[...] deveria nos permitir determinar com quais processos, sistemas e artefatos auto-destrutivos nós estamos preparados para conviver em qualquer momento e com quais não estamos.”²⁴⁴ [PRICE, 1972, p.647, tradução nossa].

No mesmo número do referido periódico o professor Hasan Özbekhan²⁴⁵ coloca a

²⁴⁴ Do original em inglês: “[...] should enable us to determine which processes, systems and auto-destructive artifacts we are prepared to live with at any one time and those with which we are not.” [PRICE, 1972, p. 647]

²⁴⁵ Hasan Özbekhan, nascido na Turquia em uma família de diplomatas, completou seu bacharelado no Lycée Chateaubraïnd em Rome, e então estudou Direito, Política e Ciências Administrativas

problemática da organização no contexto urbano. Para Özbekhan o urbano pode ser considerado um sistema onde as partes se relacionam alternando entre estágios de ordem e desordem se organizando com vistas a um objetivo, o que chama de ‘*consequence-controlling system*’. Segundo Özbekhan,

“A organização global deste tipo de sistema corresponde exatamente a uma hierarquia de níveis normativa, estratégica e operacional, em planejamento. Ao nível do plano normativo e dentro da moldura de um amplo sistema dimensional, seriam definidos valores alternativos, fins, e conseqüências e seriam definidos e escolhidos; considerando que as estratégias e decisões operacionais atuam, de seus respectivos níveis como sistemas instrumentais dentro do processo de decisões planejado. Uma tal organização, integraria as funções políticas e de planejamento que, hoje, representam processos de decisão separados (e decisivos).”²⁴⁶ [ÖZBEKHAN, 1972, p.617, tradução nossa]

na Faculte de Droit and the Ecole Libre des Sciences Politiques in Paris, terminando seus estudos de graduação com First Class Honors na London School of Economics. Durante a Segunda Guerra Mundial, vinculou-se à University of Cambridge onde empreendeu seu trabalho de pós-graduação, após ser eleito para o Leverhume Fellowship. É atualmente professor Emérito de Gerência na Wharton School da University of Pennsylvania. Durante seus vinte e dois anos na Instituição, Özbekhan foi professor de Operations Research e Estatística. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE SYSTEMS SCIENCES (ISSS). 2003 ISSS Annual Meeting and Conference - Conference Committee Biographies. Disponível em: <<http://www.issss.org/2003meet/bios.htm>>. Acesso em: 12 Jun. 2006.

²⁴⁶ Do original em inglês: “The overall organization of this kind of system corresponds exactly to a normative, strategic, operational, hierarchy of levels in planning. At the level of the normative plan and within the frame of a large-scale dimensional system, alternative values, ends, and consequences would be defined and chosen; whereas the strategies and operational decisions would operate, from their respective levels as instrumental systems within the planned decisions process. Such an organization would integrate the policy and planning functions which, today, represent separate (and divisive) decision processes.” [ÖZBEKHAN, 1972, p.617]

A compreensão do urbano a partir de uma perspectiva sistemista é sensível nas propostas de Price – sua arquitetura está em relação dinâmica e contínua com esse sistema-urbano, um sistema que se auto-organiza no tempo.

A análise que Ward Jr faz do processo de Price ressalta a consideração pelo arquiteto de aspectos referentes à teoria da informação – a problemática da transmissão de mensagens. A questão da comunicação ocupa papel central na estratégia de Price para solução de problemas. É pensando no fluxo de informações através do sistema que Price concebe propostas reativas e responsivas. Segundo Ward Jr,

"Price reconhece como uma parte inextricável de cada fluxo de movimento: os aspectos fundamentais das percepções, as observações, as experiências sensoriais, a resposta dos participantes, ambos indivíduos e vários grupos sociais. Informação sobre como estas reações mudam no tempo, sua diversidade no tempo, as modulações ou variações secundárias de sazonalidade, da intensidade de fluxo que contribui para o prazer consequente, deleite, e aprendizado, sensibilidade, segurança, proteção, sagrado, amizade, dúvida, ou frustração, que são componentes críticos no processo de design destes futuros."²⁴⁷ [WARD JR, in HARDINGHAM, 2003, p.30, tradução nossa].

²⁴⁷ **Do original em inglês:** "Price recognizes as an inextricable part of each movement flow: the fundamental aspects of the perceptions, the observations, the sensory experiences, the response of the participants, both as individuals and various social groups. Information on how these reactions change in time, their diversity in time, the modulations or minor variations of seasonality, of intensity of flow contribute to the consequent pleasure, delight, learning, sense, security, safety, sanctuary,

Podemos dizer que o processo, para Price, é a própria arquitetura. Segundo o próprio arquiteto, "[...] arquitetura é muito lenta em sua realização para ser 'solução de problema' ". Assim o C.P. Office vê seu produto particular (edifícios) como as partes prontamente reconhecíveis de seu contínuo processo de design."²⁴⁸ [PRICE, 1992 in PRICE, 2003b, anexo 42, tradução nossa]

As propostas de Price podem ser compreendidas como um contínuo entre 'análise, síntese e tomada de decisões', considerando o fluxo de informações *entre e através* do que concebe como um 'sistema-arquitetura'. Nesse contexto, os projetos 'Fun Palace' (1961) e 'Generator' (1978) são particularmente interessantes como exemplos. Isso fica claro quando observamos a conversa entre Price e Hans Obrist falando sobre os dois projetos:

"OBRIST: Em uma recente entrevista que eu fiz com ele, o pioneiro da cibernética Heinz von Foerster me contou que a contribuição principal da cibernética é aceitar circularidade, observar processos circulares. O Fun Palace teria sido o primeiro edifício cibernético.

PRICE: oh sim! Um recente artigo falou sobre o Generator na Flórida, também projeto meu, como sendo o primeiro edifício cibernético, mas o Fun Palace foi anos antes dele. Porém, na época, não foram muitas as pessoas que

friendliness, doubt, or frustration, that are critical components in the design process of these futures." [WARD JR, 2003, p.30]

²⁴⁸ **Do original em inglês:** "[...] architecture is too slow in its realization to be 'problem-solver'. Thus C.P. Office sees its particular product (buildings) as the readily recognizable parts of its continuous design process." [PRICE, 1992 in PRICE, 2003, anexo 42]

usaram o termo."²⁴⁹ [OBRIST, in PRICE, 2003b, pág. 69-70, tradução nossa]

Tanto no Fun Palace como no projeto Generator, a arquitetura pronta para ser usufruída, se integra no processo de design. A arquitetura existe *em processo*, a partir do momento que é pensada e construída para se transformar, se re-ajustar em função de interações dinâmicas no tempo.

2.4.5.2_ Fun Palace (1961)

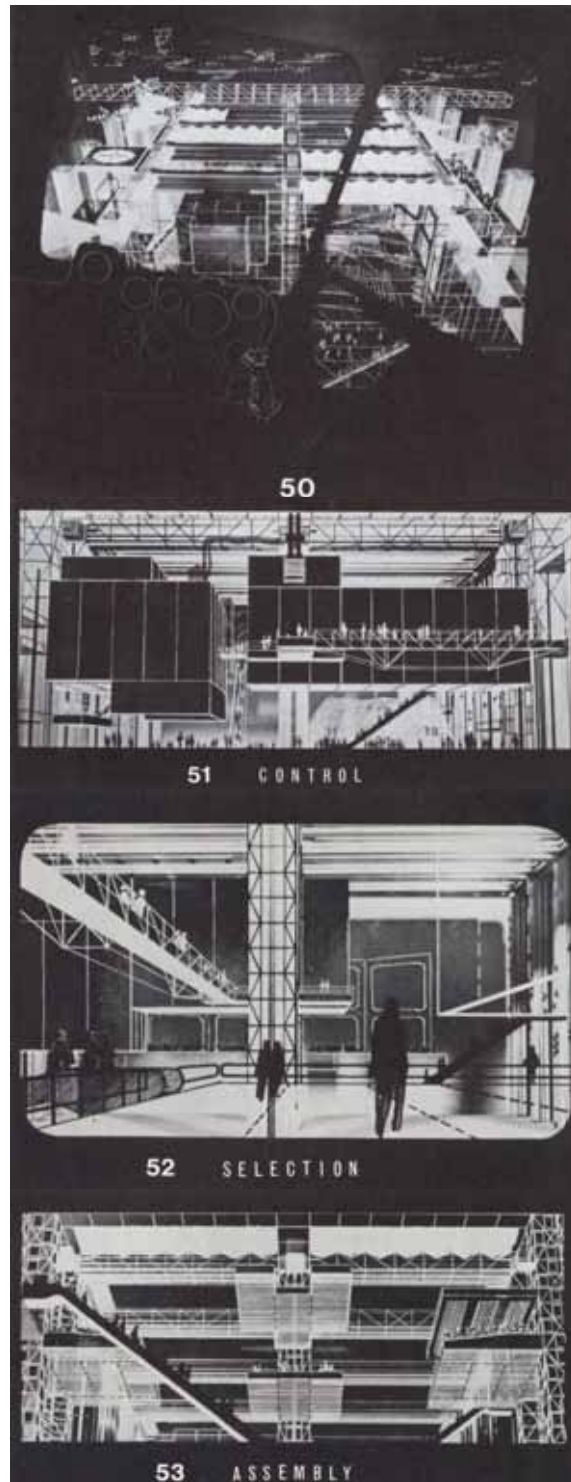
Primeiro grande projeto de Price – o Fun palace – foi idealizado pela fundadora do 'Workshop at the Theatre Royal' (Stratford East, London) Joan Littlewood²⁵⁰, que descrevia a proposta como um "[...] laboratório de diversão e uma universidade das ruas."²⁵¹ [LITTLEWOOD apud LANDAU, in PRICE, 2003a, p.11, tradução nossa]

²⁴⁹ Do original em inglês: "OBRIST: In a recent interview I made with him, cybernetics pioneer Heinz Von Foerster told me that the main contribution of cybernetics is to accept circularity, to observe circular processes. The Fun Palace would have been the first cybernetic building.

PRICE: oh yes! A recent article talked about Generator in Florida, which is also by me, being the first cybernetic building, but the Fun Palace was years before that. However, not many people used the word then." [OBRIST, 2003, p. 69-70]

²⁵⁰ Joan Littlewood (1914 - 2002) era uma das grandes forças criativas do teatro britânico nos anos 1950 e 1960, tendo destaque no teatro político neste país. Estudou na RADA, filiou-se em 1934 à Theatre of Action, uma companhia radical política de Manchester, junto com seu marido Jimmie Miller, mais conhecido como Ewan McColl. Em 1936 mudaram o nome do grupo para Theatre Union, e adotaram uma agenda socialista. Em 1945 o grupo se transformou em oficina de teatro e, por oito anos, excursionou pelo Reino Unido e Europa. Em 1953, separando-se de seu marido, foi para o Theatre Royal Stratford East onde, com seu sócio Gerry Raffles, realizou algumas das produções mais influentes do período. Foi nessa época que ela dirigiu a primeira produção britânica da *Mother Courage de Brecht*, em Barnstaple, em 1955. Littlewood trabalhou no Stratford East até 1975 quando muda-se para Paris onde passa a morar e trabalhar. In: BRITISH THEATRE GUIDE. Joan Littlewood. Disponível em: <<http://www.britishtheatreinfo.com/news/JoanLittlewood.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

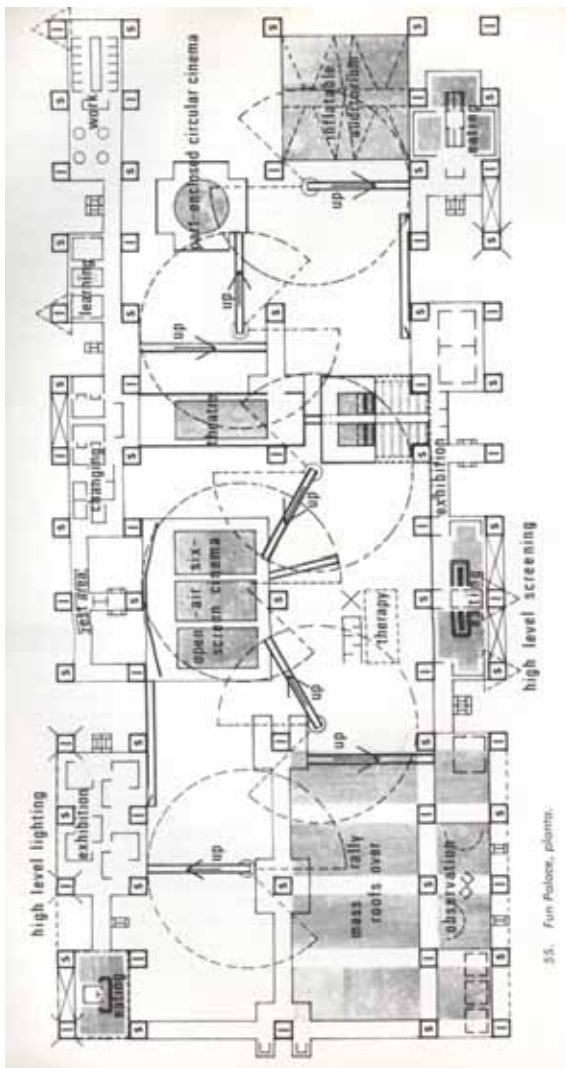
²⁵¹ Do original em inglês: "[...] Laboratory of fun and a university of the streets." [LITTLEWOOD in LANDAU, 2003, p.11]



068 | 2_ Fun Palace. Diagramas fotográficos.

As instalações propostas por Price para abrigar um variado leque de atividades, se estruturavam em uma malha metálica aberta e permeável, servida em toda sua extensão por uma grua sobre

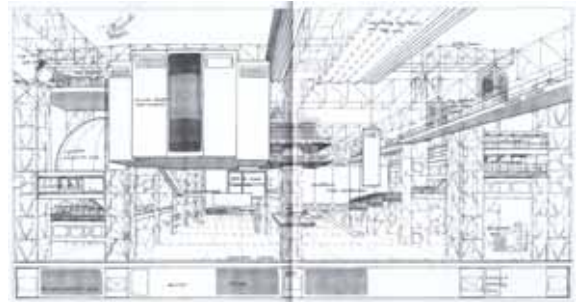
trilhos, contendo auditórios suspensos, paredes, pisos, tetos e corredores móveis, além de rampas em diversos níveis e de um sofisticado sistema que incluía barreiras de vapor, cortinas de ar quente, máquinas dispersão de neveiros e leves persianas horizontais e verticais.



069 | 2_ Fun Palace. Planta Baixa.

O conceito inicial do Fun Palace era primariamente a de um ambiente para um grande workshop público. O elemento de auto-participação das pessoas nas atividades englobadas pelo projeto poderia ser ampliado a um determinado

grau de controle pelos usuários do ambiente físico.



070 | 2_ The Fun Palace, Londres. Perspectiva Interna esquemática.

O fator central do design dessa proposta era o *tempo*. O peso desse fator se refletia na flexibilidade intrínseca da proposta e no que Price chama de 'obsolescência planejada' – as linhas mestras do processo de design como um todo. No caso do Fun Palace, o processo se estendia e se transformava sendo, a arquitetura em si, o que podemos compreender como mais uma fase ao longo de um 'ciclo de vida' do processo. Segundo Arata Isozaki,

"A tarefa de Price, então, era traduzir esta lista de atividades diretamente em instalações físicas. Enquanto as atividades eram inéditas, sua pesquisa em tecnologias arquitetônicas e composição eram ainda uma folha em branco. Em primeiro lugar, isto obviamente acarretaria grandes mudanças nas qualidades do espaço arquitetônico. **Tal edifício precisava ser concluído; ao invés disso, se tornaria um processo de possibilidade infinita.**"²⁵²

²⁵² Do original em inglês: "Price's task, then, was to translate this roster of activities directly into physical facilities. While the activities themselves were unprecedented, his research into architectural technologies and composition was still a blank sheet. First of all, this would obviously entail major changes in the qualities of architectural space. **Such a building need reach completion; it would instead become a process of endless chance.**" [ISOZAKI, apud PRICE, 2003, p.33, grifo nosso]

[ISOZAKI, in PRICE, 2003b, p.33, tradução nossa, grifo nosso]

Através de estruturas pensadas para viabilizar e dar suporte à interação, Price concebeu um diálogo entre 'usuários-arquitetura'. Em entrevista a Price, Hans Ulrich Obrist comenta que, na proposta do Fun Palace, – "[...] a arte não deveria ser um objeto, mas uma desculpa para um diálogo. Isso é o que faz seu Fun Palace tão revolucionário e importante hoje."²⁵³ [OBRIST, in PRICE, 2003b, p.57, tradução nossa]. Comentando a colocação de Obrist, Price fala que,

"Estranhamente, assim como o modo como você está falando sobre o começo do século vinte e um, o **diálogo** poderia ser a única desculpa para arquitetura. Para que nós temos a arquitetura? É um modo de impor ordem ou estabelecer uma crença, e isso é até certo ponto a causa da religião. A arquitetura não precisa mais desses papéis; não precisa de imperialismo mental; isso é muito lento, é muito pesado e, de qualquer maneira, eu como um arquiteto, não quero estar envolvido em criar lei e ordem através de medo e miséria. Criar um contínuo diálogo com um e outro é muito interessante; poderia ser a única razão para a arquitetura, esse é o ponto."²⁵⁴ [PRICE, 2003b, p.57, tradução nossa, grifo nosso]

²⁵³ Do original em inglês: "[...] art should not be an object but an excuse for a dialogue. That's what makes your Fun Palace so revolutionary and important today." [OBRIST, 2003, p.57]

²⁵⁴ Do original em inglês: "Funnily enough, as you are speaking about the beginning of the twenty-first century, dialogue might be the only excuse for architecture. What do we have architecture for? It's a way of imposing order or establishing a belief, and that is the cause of religion to some extent. Architecture doesn't need those roles anymore; it doesn't need mental imperialism; it's too slow, it's too heavy and, anyhow, I as an architect don't want to be involved in creating law and order through fear and misery. Creating a continuous dialogue with each

O projeto do Fun Palace, que nunca veio a ser materializado, constituía afinal, um complexo que englobava uma série de instalações para entretenimento. O arquiteto conseguiu viabilizar em sua proposta, aprendizado a partir da possibilidade de *auto-participação* das pessoas em atividades educativas e de entretenimento em uma arquitetura que não estava aberta exclusivamente à vizinhança imediata às instalações, mas, através das muitas possibilidades de *comunicação* idealizadas, se pretendia acessível regional e nacionalmente.

2.4.5.3_ Generator (1978)

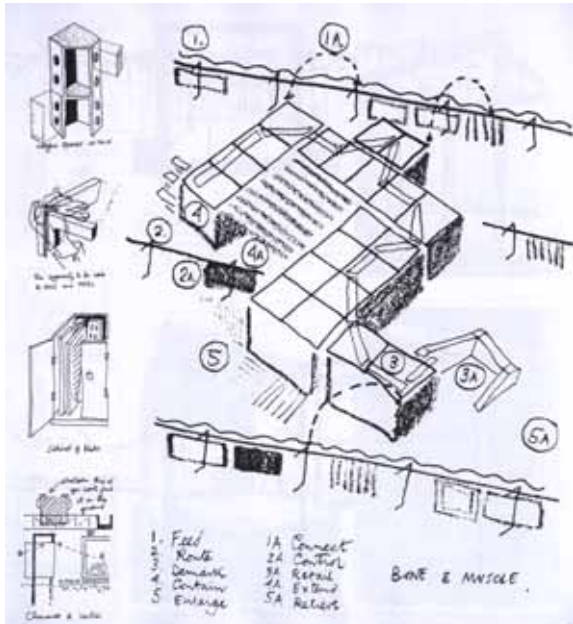
Situado na Flórida, nos Estados Unidos, o projeto consistia em uma série de serviços e estruturas planejadas para responder aos 'desejos' dos usuários através de elaborados sistemas de guias e computadores. Segundo Price, "[...] o Generator nasceu – como um complexo arquitetônico sem título prévio e nenhum uso predefinido, só um efeito final desejado."²⁵⁵ [PRICE, 2003a, p.93, tradução nossa]. O Generator incorporava toda estrutura de um grande sistema capaz de atuar de maneira responsiva gerando novas configurações ambientais. Segundo Price,

"[...] arquitetura é usada como uma ajuda para a extensão de interesses particulares. Uma série de estruturas, barreiras, ajustes e componentes respondem ao apetite que, em alguns

other is very interesting; it might be the only reason for architecture, that's the point." [PRICE, 2003, p.57]

²⁵⁵ Do original em inglês: "[...] the Generator was born – an architectural complex with no previous title and no predefined use, only a desire end-effect." [PRICE, 2003, p.93]

casos, estes mesmos podem gerar."²⁵⁶
[PRICE, 2003a, p.97, tradução nossa,
grifo nosso]



071 | 2_ Diagramas Generator.

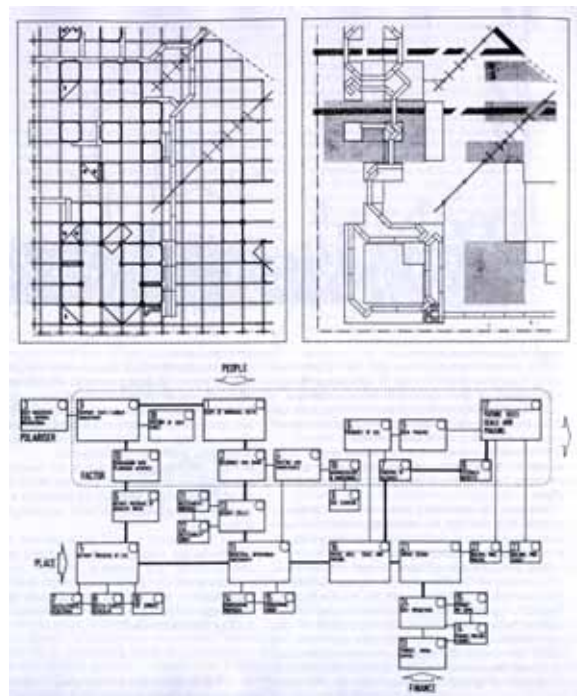
Esse projeto de Price ,desenvolvido para a *Gilmar Paper Corporation*, no norte da Flórida, constituiu um avanço significativo no que se refere à reflexão sobre as relações entre arquitetura e tecnologias computacionais, explorando noções de inteligência artificial sob uma perspectiva sistemista. Segundo John Frazer,

"O Projeto Generator se tornou o primeiro edifício inteligente do mundo. O modelo de trabalho de parte do ambiente interativo do Generator incrustava, com um microprocessador embutido em todo elemento por computador, sua própria reconfiguração. Conceito, eletrônica, modo e software por John e Julia Frazer como

²⁵⁶ Do original em inglês: "[...] architecture is used as an aid to the extension of one own interests. A series of structures, barriers, fittings and components respond to the appetite that, in some cases, they themselves may generate." [PRICE, 2003, p.97, grifo nosso]

consultores ciberneticistas para Cedric Price, 1978."²⁵⁷ [FRAZER, 2005, p.40, tradução nossa]

Nesse projeto, Price concebe a arquitetura como um sistema inteligente, capaz de dialogar com o usuário. O visitante se dirige a um local determinado dentro da estrutura – uma unidade computacional - onde pode acessar esse sistema e dar início a um processo de intercâmbio de informações. O sistema apresentaria uma lista de programas que poderiam ajudar o usuário a customizar o ambiente, ou seja, a configurar a 'arquitetura' de acordo com suas preferências naquele momento.



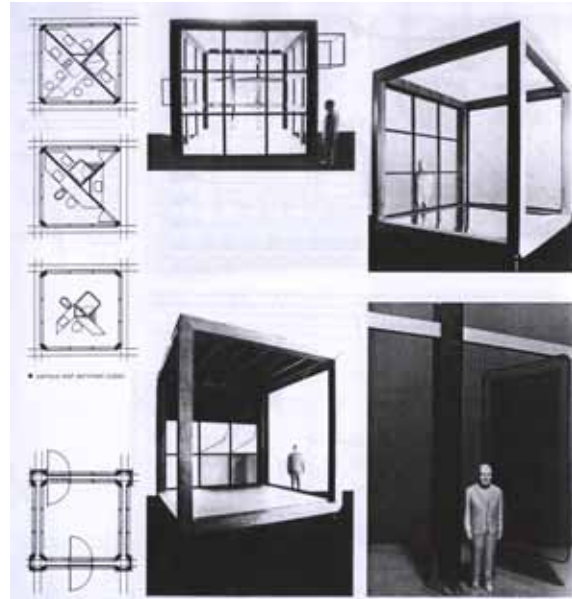
072 | 2_ Acima: Menu 25 do programa computacional. Detalhe da Zona sudoeste. Abaixo: Design inicial do

²⁵⁷ Do original em inglês: "The Generator Project became the world's first intelligent building. Working model of part of the interactive Generator environment with a microprocessor embedded in every element for computing its own reconfiguration. Concept, electronics, mode and software by John and Julia Frazer as cybernetic consultants to Cedric Price, 1978." [FRAZER, 2005, p.40]

trabalho em rede com três pontos de início – people 1, place 5, e finance 13.

Os conteúdos dos referidos programas computacionais eram estruturados de forma a estimular o usuário a tomar as decisões mais coerentes, definidas no contexto do projeto, ou da finalidade desse sistema-arquitetura. Segundo Royston Landau,

“Existem também programas de implementação e gravação para colocar a planta (como o guindaste) em ação, criar configurações novas e registrar tais movimentos e combinações. Mas também há um novo programa de antiinércia trabalhando. É descrito como **enfadonhamento** de computador e é dito que o computador ficará ‘chateado’ se o local não tiver sido reorganizado ou modificado durante algum tempo. Este enfadonhamento resultará na promoção de mudanças não solicitadas pelo próprio computador. É interessante notar que a necessidade de mudança se torna um valor que foi construído no ‘pensamento’ desse computador.”²⁵⁸ [LANDAU, in PRICE, 2003(a), p.15, tradução nossa, grifo nosso]



073 | 2_ Três unidades cúbicas típicas, com capacidade de conexão e penetração.

Nesse projeto Price consegue idealizar a arquitetura como um sistema que, considerando as limitações tecnológicas da época, efetivamente *conversa* com o usuário. Essa possibilidade de realização de um intercâmbio de informações, excede a aparente intenção de conceber um sistema para investigação acerca de configurações ambientais preferenciais por parte dos usuários. A partir das interações, é criado um ‘banco de experiências’. O computador, que funciona como uma espécie de cérebro desse ‘sistema-arquitetura’, atua continuamente aprendendo e construindo, em interação com os usuários.

2.5_ 1960+1970_ arquitetura e complexidade

Pode-se considerar que, sob alguns aspectos, por apresentarem noções que se desenvolveram no sentido de corresponder aos anseios e solucionar os problemas inerentes às sociedades

²⁵⁸ Do original em inglês: “There are also implementation and recording programmes to bring mobilizing plant (such as the crane) into action, to create new configurations and to record such movements and assemblies. But there is also a novel anti-inertia programme at work. It is described as computer boredom and it is said that the computer will become “bored” if the site has not been reorganized or changed for some time. This boredom will result in the computer promoting unsolicited changes. It is interesting to note that the *necessity* for change becomes a *value* which has been built into this computer’s ‘thinking’. [LANDAU, 2003, p.15]

pós-industriais onde floresceu uma cultura de massas, as propostas dos expoentes de uma vanguarda arquitetônica dos anos 1960 e 1970, contribuíram para confirmar as perspectivas pessimistas de Jürgen Habermas em 'Técnica e ciência como ideologia'. Muitas posturas deixavam transparecer uma relação otimista diante das relações entre técnica, ciência e sociedade. Se deixarmos de considerar a convicção na possibilidade de uma *nova simbiose* homem-natureza, viabilizada pelos *sistemas cibernéticos*, corremos o risco de concluir que, em muitas propostas dessa vanguarda dos anos 1960 e 1970, o usuário – o sujeito da arquitetura – foi algumas vezes *reduzido* a um 'indivíduo ambulante', um 'astronauta', um nômade sem 'fronteiras' – quer nacionais, quer continentais ou planetárias –, tudo isso em um mundo *dividido* e que crescia economicamente sob grande tensão em função da Guerra Fria entre URSS e EUA.

No entanto, conseguimos reunir argumentos para concluir que a intenção que emerge nas propostas da vanguarda internacional em arquitetura nos anos 1960 e 1970, foi a de ampliar as possibilidades de interação entre sujeitos e ambiente, no planeta e para além dele. Um modo diferente de pensar, a partir da complexidade para conceber a arquitetura como um sistema, um sistema que evolui no tempo, em função das interações entre sujeitos, sistema-arquitetura e ambiente.

Assim, as análises desenvolvidas no presente capítulo visaram mapear

similaridades, aproximações, entre os processos de design – o pensamento que direciona e embasa os processos – entre arquitetura e complexidade.

Emerge diante do presente olhar um veemente ataque aos ideais do Movimento Moderno traduzido na arquitetura dessa vanguarda dos anos 1960 e 1970, que compartilhava vontade de transformação. A intensa conexão entre os então jovens arquitetos aqui apresentados, e a força da cultura de massas em âmbito mundial, produziram ainda, em certa medida, o que podemos chamar de um certo 'modismo' em arquitetura. Segundo Hans Hollein²⁵⁹, em artigo publicado na *Architectural Design* em fevereiro de 1970, naquele momento, "Qualquer um que queira estar em boa posição tem que ter um projeto para uma *Plug-in City* no bolso [...]"²⁶⁰ [HOLLEIN, 1970, p.62, tradução nossa]. Em contrapartida, as conexões culturais conseguiram transpor fronteiras internacionais produzindo interconexões e interlocuções dinâmicas entre

²⁵⁹ **Hans Hollein**, arquiteto, designer e artista, nasceu em 1934. Atualmente trabalha e mora em Viena, Áustria. Hollein estudou na Akademie der bildenden Künste, Vienna, Masterclass for Architecture, Prof. C. Holzmeister, diplomando-se em 1956. Na IIT, Chicago (1958-59) cursou Architecture and City Planning, e na University of California, Berkeley, College of Environmental Design, desenvolveu seu Master of Architecture (M.Arch.) em 1960. Foi professor de Arquitetura na Academy of Arts in Düsseldorf de 1967 a 1976, professor de Design de 1976 a 1986, e professor de Arquitetura de 1976 a 2002 na University of Applied Art in Vienna, onde também atuou como Reitor do Departamento de Arquitetura, de 1995 a 1999. Foi ainda professor convidado da University of California, Los Angeles, da Yale University em New Haven, e na Ohio State University, em Columbus. De 1978 a 1990 foi o Austrian Commissioner para a Art Biennale em Veneza, e ainda o Austrian Commissioner para a Architecture Biennale que coordenou como General Director em 1996. In: HOLLEIN URL. **Hans Hollein Biography**. Disponível em: <<http://www.hollein.com/index1.php?lang=en&IID=1&I2ID=2>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

²⁶⁰ **Do original em Inglês:** "Anybody who wants to be on good standing has to have a Plug-in City Project in his pocket or an inflatable text-pavilion." [HOLLEIN, 1970, p.62]

gerações de vanguarda nos mais diversos países, enquanto Brasil estava fechado atrás de um muro ditatorial.

Em muitos casos como em Cedric Price e Yona Friedman fica ainda patente uma preocupação central com o 'sujeito' dessa arquitetura-sistema complexo. É a partir da leitura apresentada no presente capítulo que podemos afirmar que, nas décadas de 1960 e 1970, floresceu verdadeiramente uma arquitetura que se desenvolvia em compasso com as ciências da complexidade e as tecnologias de informação e comunicação. Uma arquitetura familiarizada com um universo de termos como - *capsule, cyber, super, fun, plug-in, electronic* -, advindos dos universos científico-tecnológicos e da ficção científica, que se nutriam mutuamente.

Nesse contexto, apesar de, como afirma Chris Abel, "[...] a visão de Friedman ser puramente especulativa."²⁶¹ [ABEL, 1996 p.2, tradução nossa], ela traz para a discussão problemas latentes na arquitetura – a dificuldade de tradução pelo arquiteto dos 'anseios' e das 'necessidades' dos futuros usuários com relação à arquitetura a ser projetada, e a incapacidade de pensar uma arquitetura que pudesse facilmente se transformar, se re-organizar no tempo e em função de novas necessidades individuais, coletivas e contextuais.

Apesar de apresentar similaridades com a proposta de Friedman, a arquitetura

²⁶¹ Do original em inglês: "Friedman's vision were purely speculative." [ABEL, 1996 p.2]

idealizada por Price, parte das possibilidades de interação e escolha por parte dos usuários com a arquitetura materializada – como se essa fosse um grande 'organismo', um 'sistema cibernético'. Essa noção acaba por transformar a própria compreensão da arquitetura pelo arquiteto e de seu papel como 'maestro' dentro de um processo de design que se prolonga e transforma-se na própria arquitetura construída. Segundo Royston Landau, a arquitetura, para Price,

"[...] não é apenas sobre fazer e jogar, seja com forma, cor, desenhos e tecnologia – tudo isso que ele ama fazer – mas arquitetura é também acreditar, e Cedric Price acredita na arquitetura que também deveria trabalhar para humanos."²⁶² [LANDAU, in PRICE, 2003(a), p.15, tradução nossa]

As tecnologias de informação e comunicação na arquitetura de Friedman funcionariam como viabilizadoras de suas propostas, facilitando as interações, as interconexões, e principalmente, a transmissão de informações no âmbito do processo de design em arquitetura. Segundo Abel, para Friedman,

"[...] não era tanto a forma de uma habitação que denunciava quem era responsável pelo projeto. Ele sugeriu que pessoas comuns pudessem utilizar as novas tecnologias para projetar sua própria casa como parte de uma moldura maior, em aberto estruturalmente e no que se refere

²⁶² Do original em inglês: "[...] is not only about making and playing, whether with form, colour, drawings and technology – all of which he loves to do – but architecture is also about believing and Cedric Price believes in architecture which must also work for humans." [LANDAU, 2003, P.15]

aos serviços.”²⁶³ [ABEL, 1996, p.2, tradução nossa]

A aproximação do pensamento de Yona Friedman com a complexidade se evidencia, ainda, no ‘método’ que propõe para uma ‘arquitetura científica’.

A partir do momento em que Friedman desloca a importância em arquitetura para o fluxo de informações, a comunicação, a transmissão de mensagens, existe uma evidente analogia com os desenvolvimentos da cibernética e da teoria da informação. A abordagem de Friedman se torna consistente, a partir do momento em que o arquiteto estrutura seu método na compreensão da ‘arquitetura-processo de design’, como um ‘sistema’. Podemos considerar ainda, a partir de uma análise do ‘método’ de Friedman, que a compreensão da arquitetura que propõe, como processo, como ‘sistema’, baseia-se na consideração das inter-relações entre partes e um todo organizado, como relações vitais e estruturais em um modo de ‘pensar complexo’ em arquitetura.

No que concerne às propostas de Price, a relação entre partes e todo dentro de um sistema-arquitetura comporta a noção de hologramaticidade, onde ‘o todo está na parte assim como a parte está no todo’. Na arquitetura de Price, pessoas, estruturas construtivas móveis, programas de computador, se

inter-relacionam dinamicamente como partes de um sistema.

Incorporando o fator *tempo* à dinâmica desse sistema, Price consegue quebrar o tradicional sistema estático e rígido da arquitetura. O tempo de Price é um tempo irreversível. Nos sistemas concebidos por Price a arquitetura era o resultado de diversos estágios de organização que emergiam das interações entre as partes onde, segundo Isozaki, “[...] flexibilidade interna ou sua alternativa, a obsolescência planejada, podem ser satisfatoriamente alcançadas apenas se o fator tempo for incluído como um fator absoluto de design em seu processo de design como um todo.”²⁶⁴ [ISOZAKI, in PRICE, 2003(b), p.33, tradução nossa]

Apesar da aproximação de propostas como a de Price com um pensar complexo em arquitetura, fica ainda patente a presença de noções do ‘velho paradigma’. Isso fica claro, por exemplo, quando Isozaki afirma a necessidade de considerar o tempo como um ‘fator absoluto de design’.

A partir do olhar sobre o pensamento e as propostas de arquitetos aqui apresentados, podemos ponderar sobre o caráter emblemático no contexto de uma vanguarda irreverente que marcou os anos 1960 e 1970 em arquitetura. Suas idéias inspiram a elaboração de

²⁶³ **Do original em inglês:** “[...] it was not so much the form of a dwelling that counted as who was responsible for it. He suggested that ordinary people could make use of the new technology to design their own homes as part of a larger, open-ended structural and services framework.” [ABEL, 1996, p.2]

²⁶⁴ **Do original em inglês:** “Inbuilt flexibility or its alternative, planned obsolescence, can be satisfactorily achieved only if the time factor is included as an absolute design factor in the total design process.” [ISOZAKI, apud PRICE, 2003, p.33]

propostas capazes ampliar efetivamente o diálogo entre sujeitos, sistema-arquitetura e ambiente, em formas de arquitetura pensadas para durar apenas enquanto fossem úteis. Essas propostas instigam ainda, novas formas de relação entre sujeitos, objetos(sistemas) e ambiente dentro do próprio processo de design.

É assim que nasce nos anos 1960 e 1970 uma consistente relação entre arquitetura e complexidade – a partir de uma fertilização mútua entre essa disciplina e as três grandes teorias que emergem nos anos do pós-guerra – cibernética, teoria matemática da informação, teoria geral dos sistemas, e todo um rico universo de pesquisas e desenvolvimentos relacionados.

03

"In the last three decades, if one word could be identified as having a primary effect on architecture theory and design, that word would most likely be complexity."
[LYNN, 1995, p. 39]

arquitetura e complexidade_ 1990+2000

3.1_ 1990+2000

Desde finais da década de 1970, versões mais rudimentares de *computadores pessoais*²⁶⁵, como o *Star*²⁶⁶ (finais de 1970), o *Lisa* e o *Macintosh* (início dos anos 1980), estavam sendo desenvolvidas por empresas norte-americanas como a Xerox²⁶⁷ e a Apple²⁶⁸.

²⁶⁵ **Em inglês:** *Personal Computer – PC*. "The development of the first personal computer in the 1970s was a major landmark because these machines provided interactive computing power for individual users at low cost. Consequently, instead of just a handful of highly experienced programmers being the only users, people from all walks of life – commerce, farming, education, retailing, defense, manufacturing and entertainment – began using computer systems." [PREECE; ROGERS, 1994, p.5]

²⁶⁶ **The Dynabook, the Star and the Lisa:** "Dynabook was the brainchild of Alan Kay and his associates at Xerox's Palo Alto Research Center in California in the early 1970s. [...] In the late 1970 the same group developed a personal Workstation known as the Star which, although desk-sized rather than a book-sized and with much less computing power than had been hoped for, was a very powerful machine. [...] Although Xerox was slow to capitalize on its invention, it paved the way for another computer company – Apple – to exploit the discovery. In the early 1980s the Apple Lisa was developed. This was superseded by a smaller, cheaper and more powerful version, the Macintosh. [...] The importance of graphics and graphical metaphors has continued into the 1990s and Graphical User Interfaces (GUIs) now look as though they are here to stay." [PREECE; ROGERS, 1994, p.18]

²⁶⁷ **Xerox:** No final dos anos 1940, uma pequena fábrica de produtos fotográficos de Rochester chamada Haloid decide aproveitar a invenção feita 10 anos antes por Chester Carlson, a xerografia. O projeto da primeira fotocopiadora, o XeroX Model A, e o sucesso dos modelos seguintes levaram a companhia a trocar seu nome em 1958 para Haloid Xerox, e em 1961, tornando-se simplesmente Xerox. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Xerox**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Xerox>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

²⁶⁸ **Apple Computer, Inc.:** Empresa norte americana fabricante de computadores e produtora de *software* fundada por Steve Jobs. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Apple Computer**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Apple_Computer>. Acesso em: 03 jul. 2006.



001 | 3_ O Star desenvolvido pela Xerox em finais da década de 1970 e os Lisa e Macintosh., pela Apple, no início dos anos 1980.

Em finais dos anos 1970, foram também produzidos e distribuídos mundialmente, jogos eletrônicos como o *Genius* e o *Atari*²⁶⁹, desenvolvidos por Nolan Bushnell²⁷⁰.



002 | 3_ O videogame Atari e o jogo eletrônico Gênio, lançados pela empresa norte-americana ATARI em 1977, desenvolvidos por Nolan Bushnell.

Nesse contexto, o universo da ficção científica se sofisticava em compasso com os avanços em ciência e tecnologia. Para se ter uma idéia da efervescência do momento, entre finais da década de

²⁶⁹ O vídeo game **Atari**, assim como o jogo eletrônico *Genius*, foram desenvolvidos por Nolan Bushnell. O Atari foi lançado em 1977 pela empresa norte-americana de mesmo nome, comprada pela Warner em 1976. Ver: <http://www.atari.com>

²⁷⁰ Em 1972 Nolan Bushnell co-fundou a empresa norte-americana Atari Inc. A Atari essencialmente criou uma indústria nova, sendo a primeira empresa de *arcade games*. Em 1977, o Atari 2600 VCS é um sucesso de vendas. Em 1982, A Atari Inc. é a empresa que mais cresce na história dos negócios da América, controlando 90% da indústria de videogame e é a única empresa que produz *arcade games* e tem um console doméstico. A Atari teve, ao longo da década de 1980, várias concessionárias ao redor do mundo, entre elas a indústria brasileira de brinquedos Estrela. In: ATARI. **Atari History**. Disponível em: <<http://www.atari.com>>. Acesso em: 20 fev. 2006.

1970 e primeira metade da década de 1990, foram produzidos filmes como o E.T.²⁷¹, de Steven Spielberg²⁷², de 1982, e a famosa trilogia de George Lucas²⁷³ *Star Wars*, que teve início com o *Episode IV – A New Hope*²⁷⁴ de 1977.



003 | 3_ Cena do filme *Star Wars, Episode IV: A New Hope* - o primeiro da saga de George Lucas, lançado em 1977.

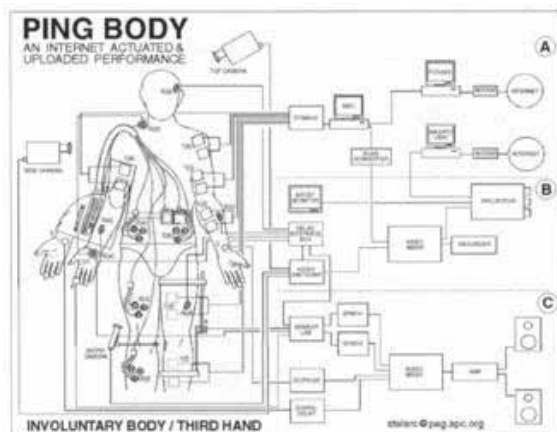
²⁷¹ **E.T. THE EXTRA-TERRESTRIAL**. Direção: Steven Spielberg. Roteiro: Melissa Mathison. United States: Universal Studios, c1982. 1 filme (120 min), sound, color, 35mm. Produzido por Universal Studios. Baseado na estória de Steven Spielberg.

²⁷² **STEVEN SPIELBERG** [1946 -] nasceu nos Estados Unidos em Cincinnati, Ohio, em 18 de dezembro de 1946. É diretor e produtor cinematográfico. Foi premiado com três Oscars, dois BAFTAs e dois Golden Globes. In: TISCALI FILM AND TV. **Steven Spielberg Biography**. Disponível em: <http://www.tiscali.co.uk/entertainment/film/biographies/steven_spielberg_biog.html>. Acesso em: 28 fev. 2006.

²⁷³ **George Lucas** [1944 -] Nasceu nos Estados Unidos em Modesto, California. É diretor e produtor cinematográfico. O terceiro filme de sua carreira, precedido por THX1138 [1970] e American Graffiti [1973], *Star Wars – Episode IV: A New Hope*, tornou-se um fenômeno internacional, batendo recordes de bilheteria e possibilitando a produção independente de Lucas, que viria a se consolidar a partir dos anos 1980, com as continuções da saga *Star Wars - The Empire Strikes Back* [1980] e *Return of the Jedi* [1983]. A produção dos três primeiros filmes da saga aconteceu na segunda metade da década de 1990, tendo sido lançados *Star Wars: Episode I The Phantom Menace* [1999], *Episode II Attack of the Clones*, que foi o primeiro longa-metragem de ação ao vivo completamente filmado digitalmente, *Episode III Revenge of the Sith* (2005). A divisão de pesquisas em computação gráfica da Lucasfilm ganhou impulso em 1986 e tornou-se a Pixar Animation Studios. STAR WARS OFFICIAL SITE. **George Lucas biography**. Disponível em: <<http://www.starwars.com/bio/georgelucas.html>>. Acesso em: 20 fev. 2006.

²⁷⁴ **STAR WARS APISODE IV, A NEW HOPE**. Direção: George Lucas. Produção: George Lucas. Intérpretes: Mark Hamill, Harrison Ford, Carrie Fisher, Peter Cushing, Alec Guinness, Anthony Daniels, Kenny Baker, Peter Mayhew, David Prowse, James Earl Jones. Roteiro: George Lucas. LosAngeles: Twentieth (20th) Century Fox, c1977. 1 filme (125 min), sound, color, 35mm. Produzido por Twentieth (20th) Century Fox. Efeitos especiais: Industrial Light & Magic. Baseado na estória de George Lucas.

Nos primeiros anos da década de 1990, tecnologias e *software* computacionais começaram a se difundir globalmente. Diferente dos anos marcados pela corrida espacial e pela Guerra Fria, onde a efetiva difusão de tecnologias computacionais na vida cotidiana eram partes de um sonho científico-tecnológico estrategicamente difundido e incorporado, em 1992, computadores e *software* estavam disponíveis para compra por usuários domésticos e o ano de 1994 marca a possibilidade de acesso global à Internet.



004 | 3_ Stelarc, Ping Body, 1996 – ‘pinging’ empregado como um mecanismo de controle para o corpo, a *Net* tornando-se um sistema nervoso externo.

O panorama dos anos 1990 configura-se assim, no contexto da ampla difusão das tecnologias de informação e comunicação, da transformação da produção industrial a partir do desenvolvimento e implementação de processos suportados por tecnologias digitais e da concomitante efervescência de uma cultura digital globalizada.

A indústria, que até meados do século XX se estruturava essencialmente a

partir da lógica da produção em série, começa a se transformar em função de uma revolução científico-tecnológica: a possibilidade de *produção customizada* auxiliada por computador através de tecnologias CAD²⁷⁵ e CAM²⁷⁶. Um processo que se inicia nos anos 1960, quando a indústria dava os primeiros passos na utilização dos meios digitais como auxiliares no processo de design. Andrew Rabeneck²⁷⁷, em artigo publicado em 1969, relata que, naquele momento,

“Trabalho está em andamento nas seguintes técnicas, todas as quais são compatíveis com o conceito de diálogo usuário/produção. Meios conversacionais para permitir a participação do cliente através de acesso direto via computador. Técnicas de simulação para mostrar qualquer aspecto de forma, luz, cor. Técnicas de integração para acomodar mudanças e alertar designers e cliente de suas conseqüências. Programas de efetividade de custo para mostrar custo por unidade de performance.”²⁷⁸
[RABENECK, 1969, p. 498, tradução nossa]

Para ilustrar suas afirmações, Rabeneck dá o exemplo da implementação do chamado DAC - *Design Augmented by Computers*, no processo de design da indústria automobilística, citando um trecho do artigo de Carl Cambell Jr.,

²⁷⁵ CAD: *Computer Aided Design*.

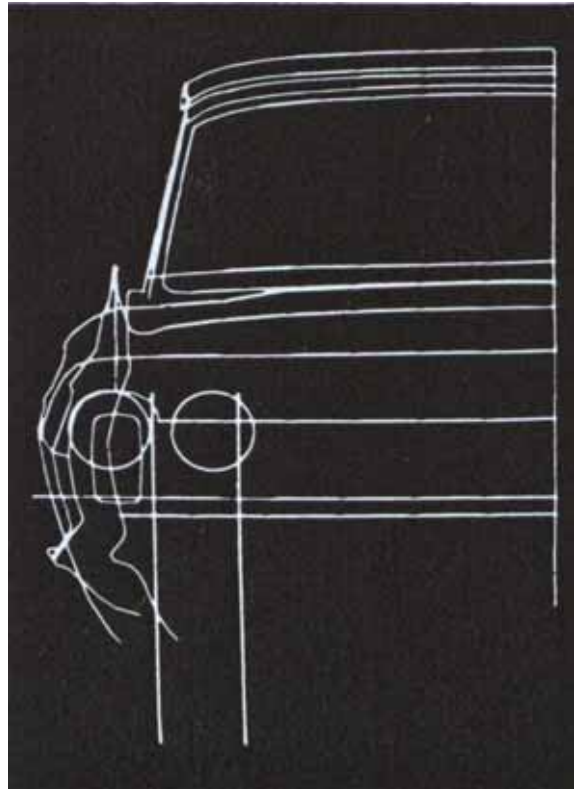
²⁷⁶ CAM: *Computer Aided Manufacturing*.

²⁷⁷ **Andrew Rabeneck** Atuou como arquiteto durante oito anos nos Estados Unidos. Lecionou na Architectural Association e na University of California, tendo escrito vários artigos sobre construção e projetos de escritórios. Até 2002, Trabalhou no Imperial College, em Londres, como diretor assistente.

²⁷⁸ **Do original em inglês:** “Work is in progress on the following techniques, all of which are compatible with the concept of user/production dialogue: Conversational modes to allow client participation through direct, computer access. Simulation techniques to display any aspect of form, light, color. Integration techniques to accommodate changes and alert designers and client to their consequences. Cost-effectiveness program to show cost per unit of performance.” [RABENECK, 1969, p.498]

'*The machine takes command*', no periódico A&E News, de março de 1968. De acordo com a citação de Cambell por Rabeneck,

"Um exemplo de automação do design é o sistema DAC (*Design Augmented by Computers*) da General Motors, destinado inicialmente para o design de carrocerias de carros. O designer trabalha em um console conectado a um computador que inclui uma tela como a de uma TV na qual ele pode observar qualquer aspecto desejado do design. O console também provê o designer com um meio conveniente de dizer ao computador como o design está para ser continuado ou modificado. Quando o design está completado, o computador está apto a produzir, completamente automaticamente, as fitas de controle numérico as quais são então utilizadas novamente automaticamente, para fabricar as carrocerias."²⁷⁹ [CAMBELL JR, 1968, apud RABENECK, 1969, p.498, tradução nossa]



005 | 3_ Desenhos gerados no *Graphic Console* do DAC – *Design Augmented by Computers* apresentados por Andrew Rabeneck no artigo '*Cybernation: A Useful Dream*', de 1969, publicado pelo periódico inglês *Architectural Design*.

Na década de 1990, essas transformações na lógica da produção se exponencializam, sobretudo, através da implementação efetiva de tecnologias digitais capazes de possibilitar a manipulação e visualização prévia de modelos digitais dos produtos em ambientes computacionais. O filósofo e arquiteto francês Paul Virilio²⁸⁰ observa essa transformação, considerando que,

²⁷⁹ Do original em inglês: "One example of design-automation, General Motors DAC (Design Augmented by Computers) system, intended primarily for the design of car bodies. The designer works a computer-connected console which includes a TV-like screen on which he can observe any desired aspect of the design. The console also provides him with a convenient means to tell the computer how the design is to be continued or modified. When design completed, the computer is then able to produce, completely automatically, the numerical control tapes which are then used again automatically, to fabricate the body dies." [CAMBELL JR, 1968, apud RABENECK, 1969, p.498]

²⁸⁰ Paul Virilio nasceu em Paris em 1932, de pai italiano refugiado político e mãe bretã. Arquiteto, urbanista, filósofo, ex-diretor da Escola de Arquitetura de Paris, especialista em questões estratégicas, tem se destacado como um dos principais ensaístas sobre os meios de comunicação, a "guerra da informação" e o mundo cibernético. Nos últimos anos, Paul Virilio vem se notabilizando como uma voz cética, quase uma nova dissidência, frente a uma sociedade desenfreadamente informatizada e onde o cidadão é vítima de um constante bombardeio (des)informativo. Disponível em: <<http://www.estacaoliberdade.com.br/autores/paulv.htm>> Acesso em: 23 nov. 2004.

"[...] essa *geração informática* não mais se limita exclusivamente às imagens sintetizadas geradas por computador, atingindo agora a configuração da produção e o design dos produtos, o que pode ser verificado tanto nos 'projetos auxiliados por computador' (CAD) associados à 'fabricação auxiliada por computador' (CAM) quanto na estrutura dos veículos e equipamentos mais eficientes, [...]. Mas esse quadro ainda não estaria completo sem o desenvolvimento conjunto (na área aeroespacial, por exemplo) de um último sistema interativo, sistema de 'apresentação auxiliada por computador', [...] uma verdadeira ferramenta de trabalho que integra os idealizadores, os realizadores e os usuários em um terminal interativo." [VIRILIO, 1993, 84-85]

Nesse contexto, Virilio explora o potencial de transformação dos produtos a partir da incorporação de tecnologias digitais no processo de design industrial, chegando a afirmar que "[...] o objeto técnico sofre uma transformação inerente à rapidez da transferência de informação." [VIRILIO, 1993, 84-86]. Os ambientes computacionais na década de 1990 passam a dar suporte com cada vez mais sofisticação à possibilidade de *simulação* – da imagem, do movimento, do desenvolvimento ou evolução de formas no tempo. Nesses ambientes, as imagens estáticas ou em movimento geradas, são compreendidas como uma *realidade* a princípio colocada em oposição ao *concreto*, definida por muitos como uma '*realidade virtual*'. Em artigo intitulado *Digital Apparition*,

Vilém Flusser²⁸¹ constrói uma interessante reflexão acerca da relação entre a construção de realidades no contexto do que chama 'digitização'. Segundo Flusser,

"Ciência se tornou um paradigma para todas as outras artes. De fato, todas as formas de arte apenas tornam-se verdadeiramente reais, i.e., elas apenas constroem realidades, quando elas se despem do empirismo e alcançam a precisão teórica da ciência. Essa é a 'aparição digital' da qual falamos aqui: através da digitização todas as formas se tornam disciplinas científicas exatas e não podem mais ser distinguidas da ciência."²⁸² [FLUSSER, 1996, p. 245, tradução nossa]

Flusser continua sua reflexão, tentando responder às perguntas que coloca na introdução do referido artigo acerca da percepção e da compreensão humanas do que define como 'mundos alternativos' gerados digitalmente, produtos, realidades construídas no contexto da 'digitização' – "Porquê desconfiamos dessas imagens sintéticas, sons e hologramas? Porquê as diferenciamos como 'aparições'? Porquê elas não são

²⁸¹ **Vilém Flusser:** Duas imagens articulam-se ao redor de **Vilém Flusser:** A primeira, do intelectual nascido em Praga em 1920 e naturalizado brasileiro, vivendo e trabalhando no Brasil por três décadas (até 1972), refletindo sobre filosofia da linguagem como professor universitário e articulista na imprensa diária e especializada. Um outro Flusser é o intelectual que escreve em língua alemã, falecido na mesma cidade de Praga em 1991, que discute o impacto das novas tecnologias de comunicações e as imagens técnicas, em especial. Disponível em: <<http://www.mac.usp.br/eventos/99/flusser/>>. Acesso em: 23 nov. 2004.

²⁸² **Do original em inglês:** "[...] science has become a paradigm for all other arts. Indeed, all forms of art only become truly real, i.e., they only construct realities, when they strip themselves of their empiricism and reach the theoretical precision of science. This is the 'digital apparition' that we talk about here: through digitization all forms become exact scientific disciplines and can no longer be distinguished from science. [FLUSSER, 1996, p. 245].

reais para nós?”²⁸³ [FLUSSER, 1996, p. 242, tradução nossa]. A rede de relações tecida pelo filósofo consegue oferecer uma solução, uma resposta possível às perguntas colocadas, e, sobretudo, lança luz sobre as discussões acerca de uma aparente oposição entre ‘concreto e virtual’. Segundo Flusser,

“A palavra Germânica *Schein* (aparência) tem a mesma raiz da palavra *schön* (belo), e vai tornar-se de primordial importância no futuro. Quando o desejo infantil por ‘*insight* objetivo’ é abandonado, os *insights* serão julgados de acordo com o critério estético. Na medida em que os mundos alternativos são percebidos como belos, eles são **realidades** dentro das quais nós vivemos. A ‘aparência digital’ é a luz que ilumina para nós a noite do vazio bocejante ao nosso redor e dentro de nós. Nós mesmos então, somos os pontos de luz que projetam os mundos alternativos contra o nada e dentro do nada.”²⁸⁴ [FLUSSER, 1996, p. 245, tradução nossa, grifo nosso]

A partir da década de 1990, o contato cotidiano com as realidades geradas em ambientes computacionais se amplia, concomitantemente ao aumento da qualidade das imagens – essas

‘aparições’ – geradas por *software* mais sofisticados e *hardware* com cada vez maior capacidade de armazenagem e processamento. É nesse contexto, de aceleradas transformações em ciência e tecnologia, que os meios da cultura digital intensificaram uma supervalorização do olhar como fonte de orientação. Supervalorização essa que implica uma transformação do próprio olhar. Em *O Espaço Crítico* (1993), Paul Virilio coloca a questão de um espaço-tempo transformado pelas tecnologias da ação à distância. O filósofo parte para uma reflexão que diz respeito, sobretudo, à própria natureza do espaço e sua percepção. Segundo o Virilio,

“A profundidade de tempo sucedendo assim às profundidades de campo e espaço sensível, a comutação da interface suplantando a delimitação das superfícies, a transparência renovando as aparências: não estaríamos no direito de nos perguntar se o que insistimos em chamar de ESPAÇO não seria tão somente a LUZ...”. [VIRILIO, 1993, 48]

Se considerarmos a reflexão de Virilio e tomarmos o espaço, essa realidade tridimensional em que nos sentimos presentes, como *luz*, então não faz sentido colocar em oposição a experiência no concreto daquela nos ambientes computacionais – instâncias de uma realidade espacial que produzimos e experimentamos através dos sentidos. Podemos considerar que vivemos imersos em realidades mescladas²⁸⁵ –mistura, sobreposição,

²⁸³ Do original em inglês: “Why is it that we distrust these synthetic images, sounds, and holograms? Why do we disparage them as ‘apparitions’? Why are they not real for us?” [FLUSSER, 1996, p. 242].

²⁸⁴ Do original em inglês: “The German word *Schein* [apparition] has the same root as the word *schön* [beautiful], and will become of prime importance in the future. When the childish desire for ‘objective insight’ is abandoned, the insights will be judged according to aesthetical criteria. [...] Insofar as the alternative worlds are felt to be beautiful, they are realities inside which we live. The ‘digital apparition’ is the light that illuminates for us the night of the yawning emptiness around and in us. We ourselves, then, are the spotlights that project the alternative worlds against the nothingness and into the nothingness.” [FLUSSER, 1996, p. 245].

²⁸⁵ ‘Realidades mescladas’: tradução livre da autora do termo ‘*mixed realities*’ que, segundo Oliver Grau “[...] centraliza-se correntemente na conexão de espaços reais, incluindo suas

entrelaçamento, diálogo sem fim entre concreto e virtual.

Envolvido com a produção dessas realidades, o pensamento arquitetônico de vanguarda se interessa em explorar esse espaço digital sobreposto, dissolvido no espaço concreto, misturado, um lugar sem local, a matéria da possibilidade de uma nova arquitetura.

3.2_ 60s e 70s aqui e agora (!)

Para além das três grandes frentes em ciência que dialogaram desde o final dos anos 1940 contribuindo para a construção de um pensamento complexo nas mais diversas áreas do conhecimento humano, nas décadas de 1990 e 2000 o leque de conhecimentos científicos que dialogam com a arquitetura se amplia exponencialmente – sistemas complexos, geometrias complexas, engenharia genética, estudos sobre caos e emergência, para citar alguns. Conceitos desenvolvidos em um contexto onde a linha entre ciência e tecnologias digitais se torna cada vez mais tênue, perpassam as propostas mais ousadas, – experimentais ou não – divulgadas em periódicos internacionais de arquitetura. Tudo isso em uma trama que se adensa diariamente a partir de trocas via uma poderosa rede de conexões globais, suportada pelas tecnologias computacionais.

conformações em ações sócio culturais , com processos imagéticos de ambientes virtuais." [GRAU, 2003, p.245] [Do original em inglês: "[...] currently center on connecting real spaces, including their forms of cultural and social actions, with image processes of virtual environments." [GRAU, 2003, p.245]. Ver: [GRAU, 2003, p.266]: Fleischmann and Strauss [2001]; Ohta [1999] e Broll [2001].



006 | 3_ No final dos anos 1970, os primeiros dispositivos de armazenamento dos microprocessadores baseados em gráficos tornaram-se comercialmente disponíveis. **A Esquerda:** Tekronix 4051, introduzida por John e Julia Frazer no Belfast College of Art & Design em 1977. **A direita:** Belfast College of Art & Design, 1977: um Commodore PET [Personal Electronic Transactor] com *plotter* de 10-canetas coloridas e *software* desenhado e escrito por John e Julia Frazer.

É nesse universo, onde conhecimentos das mais diversas áreas fluem e dialogam, que se verifica uma tendência no sentido de resgatar e compreender as propostas de arquitetos dos anos 1960 e 1970 que propunham transformações urgentes na compreensão das conexões entre os pensamentos arquitetônico e científico-tecnológico de vanguarda²⁸⁶. As visões construídas em arquitetura nos anos 1960 e 1970 precisaram, assim, de 30 anos de espera para tornarem-se realizáveis posto que, o acesso a primitivos ambientes de computação gráfica em microcomputadores só estaria disponível em finais dos anos 1970. Segundo John Frazer²⁸⁷, no artigo

²⁸⁶ Na década de 1990 arquitetos como **Cedric Price, David Greene, Peter Cook, Royston Landau, John Frazer**, assim como o ciberneticista **Gordon Pask**, lecionaram, como professores ou colaboradores externos, em centros de excelência internacional em ensino e pesquisa de Arquitetura para os quais convergem estudantes e pesquisadores dos mais diversos países. Estruturando ensino e pesquisa de maneira dinâmica, centros como os **Architectural Association e Bartlett**, em Londres, ou os norte-americanos **Columbia University e Massachusetts Institute of Technology**, ampliam a partir dessa década o poder e as possibilidades de difusão do pensamento arquitetônico que se esforçam por erigir.

²⁸⁷ **John Hamilton Frazer:** arquiteto inglês, professor e escritor influente em arquitetura e sistemas CAD inteligentes. Pioneiro em pesquisar sobre tecnologias computacionais em arquitetura, urbanismo e design, suas pesquisas tem sido desenvolvidas na **Architectural Association** em Londres, na **Cambridge University**, na **University of Ulster**, e na **Hong Kong Polytechnic University**,

Computing without computers, publicado em 2005,

“O final dos anos 1960 e o início dos 1970 tornaram-se um experimento de pensamento prolongado para mim e colegas da mesma geração. Não existiam computadores disponíveis para falar a respeito, então a única opção era imaginar que eles existiam e imaginar todo o resto da tecnologia e da mudança social e política necessária para realizar sonhos. Isso é o que quero dizer com computação sem computadores; um ensaio mental de como arquitetura e ambiente construído poderiam parecer no começo do século XXI.”²⁸⁸ [FRAZER, 2005, p.36, tradução nossa]

Assim, buscando conexões com o pensamento arquitetônico da vanguarda dos anos 1960 e 1970 – de compreender a arquitetura como sistema mais que objeto –, o desafio para os arquitetos contemporâneos se concentra em redefinir o papel do arquiteto na construção de uma outra arquitetura – *arquitetura+*, a arquitetura compreendida efetivamente como *sistema complexo*, a arquitetura que pode ‘emergir’ a partir de múltiplas interações via tecnologias

computacionais. Nas palavras de Neil Spiller,

“Com a evolução do espaço virtual e de seu maço no mundo real de plástico e chips, tinha se tornado ainda mais importante para nós aprender o número de idéias que Price concebeu nos anos 1960. A cidade contemporânea se transforma a um índice fenomenal, está sendo de certa maneira viva. Seus vestígios, vetores e memórias assim como sua manifestação física corrente são todos ‘lugares’ para habilitar arquiteturas. A fecundidade espacial expandida da cidade precisa ser navegada, conectada e coreografada no tempo. Duração e evento são sangue-vida da cidade. Essa noção está se tornando mais e mais poderosa na medida em que a cidade cria suas próprias trans-geografias, partes esgueirando de si mesma fugazmente no interior de outras cidades”. Price nos mostrou algumas das táticas principais que os arquitetos do futuro precisarão indubitavelmente.”²⁸⁹ [SPILLER, 2003, p. 49, tradução nossa]

Se nos anos 1960 e 1970 a corrida espacial e a decorrente possibilidade de exploração das fronteiras do *inner* e do *outer space* davam a tônica do imaginário arquitetônico e impulsionavam um diálogo com as ciências da complexidade, a partir de meados da

onde é reitor da *School of Design* e diretor do *Design Technology Research Centre*. Frazer é atualmente coordenador internacional de pesquisas no *Gehry Technologies Digital Practice Ecosystem*. Como consultor, em parceria com sua esposa Julia Frazer, trabalhou com Cedric Price no Generator Project (1976–1980). In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **John Frazer**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/John_Frazer>. Acesso em: 03 jul. 2006.

²⁸⁸ **Do original em inglês:** “The late 1960s and the early 1970s became a prolonged thought experiment for myself and fellow students at time. There were no affordable computers to speak of, so the only option was to imagine that they existed and imagine all the rest of technology and social and political change necessary to realize dreams. This is what I mean by computing without computers; a mental rehearsal of what architecture and built environment would be like at the beginning of the 21st century.” [FRAZER, 2005, p.36]

²⁸⁹ **Do original em inglês:** “With the evolution of virtual space and its real world bundle of plastic and chips, the number of ideas that Price has poured forth the 1960s has become even more important for us to learn. The contemporary city changes at phenomenal rate, it is in some sense alive. Its traces, vectors and memories as well as its current physical manifestation are all the “sites” for enabling architectures. The city’s evolving spatial fecundity needs to be navigated, connected and choreographed over time. Duration and event are the life-blood of the city; this notion is becoming more and more powerful as the city creates its own trans-geographies, slipping parts of itself fleetingly into other cities. Price has shown us some of the main tactics that architects of the future will doubtless need.” [SPILLER, 2003, p. 49]

década de 1990 o grande desafio passa a ser a exploração do 'cyberspace' – termo cunhado por William Gibson²⁹⁰ no livro *Neuromancer*, de 1984, referindo-se a um espaço imaterial onde se promove a exaltação do incorpóreo, da assim chamada 'realidade virtual'. Como afirma Neil Spiller, Gibson apresenta "[...] um ciberespaço mais ortogonal do que conhecemos atualmente."²⁹¹ [SPILLER, 2002, p.103, tradução nossa], em uma realidade onde "[...] tecnologia computacional entortou suas relações com espaço, com tempo, e entre estes."²⁹² [SPILLER, 2002, p.103, tradução nossa]. Nas palavras de Gibson,

" 'A matriz teve suas origens nos primitivos 'arcade games', disse a voz gravada, nos primeiros programas gráficos e experiências militares com conectores cranianos. No monitor Sony, uma guerra espacial bi-dimensional desvanecia-se atrás de uma floresta de brotos geradas matematicamente, demonstrando as possibilidades espaciais das espirais logarítmicas; e então entrou uma seqüência militar gravada azulada e fria, animais de laboratório plugados a sistemas de testes, capacetes controlando circuitos de comando de detonação de tanques e aviões de guerra; 'Ciberespaço'. Uma alucinação consensual experimentada diariamente por bilhões de operadores legitimados, em cada nação, por crianças aprendendo

altos conceitos matemáticos... Uma representação gráfica de dados abstraídos dos bancos de cada computador no sistema humano. Complexidade impensável. Linhas de luz estendidas no não-espaço da mente, nebulosas e constelações de dados. Como as luzes da cidade, puxando para dentro..."²⁹³ [GIBSON, 1984, p.51, tradução nossa]

Segundo Spiller, "Neuromancer afetou tanto o debate tecnológico que não se pode afirmar com certeza o que precedeu o que."²⁹⁴ [SPILLER, 2002, p.103, tradução nossa]. Dez anos após a primeira edição do romance de Gibson, em 1994, efetiva-se a possibilidade de acesso mundial à Internet, e é nessa década que o cenário imaginado por Gibson é de certa forma ampliado pelos irmãos Wachowski²⁹⁵ no filme *The Matrix*, de 1999. Em uma das cenas iniciais o personagem de Keanu Reeves, Neo, abre uma cópia do livro '*Simulacra and Simulation*' de Jean Baudrillard²⁹⁶, o que

²⁹⁰ **William Ford Gibson** nasceu em 17 de março de 1948 em Conway, Carolina do Sul. Mudou-se dos Estados Unidos para o Canadá, aos dezanove anos. Desde 1972, vive em Vancouver, Columbia Britânica. Gibson começou a escrever ficção enquanto frequentava a University of British Columbia, onde se graduou no Bacharelado em Literatura Inglesa. Disponível em: <<http://www.antonraubenweiss.com/gibson/gibson0.html>>. Acesso em: 06 mar. 2006.

²⁹¹ **Do original em inglês:** "[...] a more orthogonal cyberspace than that we know today." ²⁹¹ [SPILLER, 2002, p.103]

²⁹² **Do original em inglês:** "[...] computational technology has warped their relationships to space, to time and to each other." [SPILLER, 2002, p.103].

²⁹³ **Do original em inglês:** "The matrix has its roots in primitive arcade games', said the voice-over, in early graphics programs and military experimentation with cranial jacks.' On the Sony, a two-dimensional space war faded behind a forest of mathematically generated ferns, demonstrating the spatial possibilities of logarithmic spirals; cold blue military footage burned through, lab animals wired into test systems, helmets feeding into fire control circuits of tanks and war planes. 'Cyberspace'. A consensual hallucination experienced daily by billions of legitimate operators, in every nation, by children being taught mathematical concepts... A graphic representation of data abstracted from the banks of every computer in the human system. Unthinkable complexity. Lines of light ranged in the nonspace of the mind, clusters and constellations of data. Like city lights, receding..." [GIBSON, 1984, p.51]

²⁹⁴ **Do original em inglês:** "Neuromancer has so affected the technology debate that one is not always sure what preceded what." [SPILLER, 2002, p.103].

²⁹⁵ Irmãos Wachowski. **Laurence "Larry" Wachowski nasceu em 1965 e Andrew "Andy" Wachowski nasceu em 1967. Nascidos e radicados em Chicago, Illinois, os Irmãos Wachowski dirigiram a a Trilogia The Matrix. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wachowski_brothers>. Acesso em 05 mar. 2006.**

²⁹⁶ **Jean Baudrillard** [1929-] Filósofo francês, nasceu em Reims em 1929. É professor titular do departamento de Sociologia da Universidad de Nanterre, e tem publicadas, entre outras obras,

pode ser considerado como um artifício utilizado como ponto de partida para abordagens filosóficas do filme. Um simulacro, para Baudrillard, é 'uma cópia sem original', ou seja,

"[...] nunca mais passível de ser trocado por real, mas trocando-se em si mesmo, num circuito ininterrupto cujas referência e circunferência se encontram em lado nenhum."
[BAUDRILLARD, 1991, p.13]

No filme dos irmãos Wachowski, o mundo - ou a experiência da realidade - é uma construção, uma *matriz* digital que pode 'rodar' nos cérebros humanos e *simular* uma realidade que já não mais existe objetivamente.



007 | 3_ Cena do filme *The Matrix*, irmãos Wachowski, 1999.

A vanguarda arquitetônica que nas décadas de 1990 e 2000 se interessa em resgatar o imaginário de uma *arquitetura cibernética* das décadas de 1960 e 1970 é aquela que explora os

Les Allemands (1963), Le système des objets (1968), La société de consommation (1974), La transparence du mal (1990) y L'illusion de la fin (1992). Em seu pensamento tem destaque reflexões sobre consumo nas sociedades avançadas, onde os objetos perdem seu valor de uso para converterem-se em mais um sistema de símbolos, o que criaria uma economia em que a produção e o trabalho não seriam determinantes, como se afirma nas teorias marxistas. In: BIOGRAFIAS Y VIDAS. Jean Baudrillard. Disponível em: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/ baudrillard.htm>. Acesso em: 20 fev. 2006.

limites do ciberespaço - essa matriz digital que pode simular espaço e tempo.

Ilustrando o contexto de promoção de um resgate do pensamento arquitetônico dos anos 1960 e 1970, com a intenção de criar uma conexão dessas propostas com as possibilidades científico-tecnológicas correntes e os processos que podem suportar, o exemplo de John Frazer é interessante.



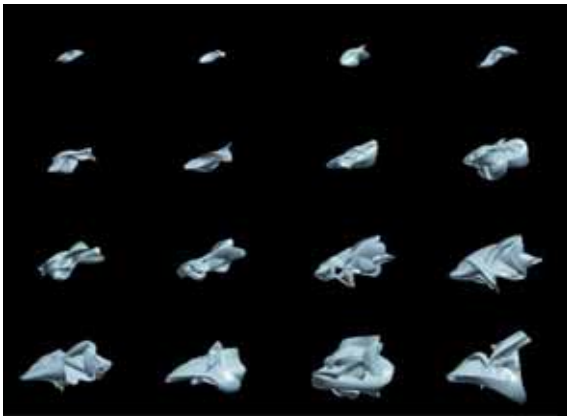
008 | 3_ 'Construtor Universal', AA Diploma 11 unit students, 1990, com Gordon Pask e Julia Frazer.

De 1990 a 1995, Frazer trabalhou na escola de arquitetura: *Architectural Association* - AA, de Londres, se dedicando à construção de modelos experimentais interativos, sistemas generativos²⁹⁷ e evolucionários, utilizando algoritmos genéticos e redes neurais para explorar a arquitetura como uma forma de 'vida artificial'. Segundo Frazer, em um de seus primeiros trabalhos com estudantes da unidade diploma 11 na *Architectural Association*,

"Aplicações incluem a criação de modelos participativos de planejamentos para os cidadãos de Groningen - '*Universal Constructor*' [AA diploma 11 unit students, with Gordon Pask and Julia

²⁹⁷ Tradução nossa do termo em inglês: *generative*

Frazer, 1990]. Cedric Price e Gordon Pask também trabalharam com esse grupo, ajudando a construir a ligação entre processos de pensamento formativos, e descobertas dos estudantes em curso.”²⁹⁸ [FRAZER, 2005, p41, tradução nossa]



009 | 3_ Exibição 'Interactivator', AA diploma 11 unit students, 1995. A forma se desenvolve em resposta ao input do visitante da exibição, das condições ambientais no espaço de exibição, e de input dos visitantes virtuais pela Internet.

Nas investigações de Frazer, os meios digitais desempenham um papel fundamental na transformação de uma arquitetura estática, em uma arquitetura dinâmica, dos fluxos e das conexões. A palavra-chave é *interação* - entre desenvolvimentos das mais variadas áreas do conhecimento humano, entre sujeitos capazes de gerar e intercambiar informação. Com a autoridade de quem acompanhou a evolução das relações entre arquitetura e tecnologias computacionais desde as décadas de 1960 e 1970, Frazer constrói uma interessante reflexão diante do panorama atual:

²⁹⁸Do original em inglês: “Applications include creating a participatory planning model for the citizens of Groningen – ‘Universal Constructor’ [AA diploma 11 unit students, with Gordon Pask and Julia Frazer, 1990]. Cedric Price and Gordon Pask also worked with this group, help to make the link between formative thought processes and ongoing students discoveries.”[FRAZER, 2005, p41]

“Os computadores se tornaram ubíquos, pervasivos e estão próximos de se tornar invisíveis. Assim eu brindo o próximo milênio e declaro a mim mesmo pós-digital no sentido de transcendência da necessidade de qualquer um falar sobre computadores. Nós podemos tomá-los como concedidos e retornar aos reais problemas de projetar um futuro em resposta às necessidades das pessoas e ao meio ambiente.”²⁹⁹ [FRAZER, 2005, p. 43, tradução nossa]

A reflexão de Frazer é instigante na medida em que vai além das discussões que centralizam a problemática da arquitetura contemporânea no computador como ícone de uma cultura digital. Na visão de Frazer, as tecnologias computacionais devem ser encaradas como *meios* para a realização de uma arquitetura estruturada a partir dos sujeitos e das relações com o ambiente. Simultaneamente, com o vasto leque de possibilidades oferecidas por ambos *hardware* e *software* em uma rede de conexões em nível mundial, esses *meios* podem funcionar como suporte à teoria e prática arquitetônicas capazes de experimentar a lógica dos sistemas complexos. Nesse panorama, os arquitetos estariam, ainda, diante de outro grande desafio: compreender as *realidades mescladas* – concreto e virtual sobrepostos em diálogo constante – (sob a perspectiva da complexidade?) para pensar e

²⁹⁹Do original em inglês: “Computers have become ubiquitous, pervasive and getting close to being invisible. So I toast the new millennium and declare myself post-digital in the sense of transcending the need to anymore talk about computers. We can take them for granted and get back to the real problems of designing a future in response to the needs of people and the environment.” [FRAZER, 2005, p. 43]

projetar a arquitetura desse universo, que traz consigo outras formas de relações entre sujeitos e objetos, tempo e espaço. Nas palavras do 'Asymptote Architecture'³⁰⁰,

"Em relação às práticas arquitetônicas e especiais, o uso de tecnologias digitais coloca um número interessante de questões relacionadas às noções de utilidade, artifícios conceituais e representação. Até mesmo se pensarmos o computador como uma ferramenta 'neural', incrustada em procedimentos complexos de design, ele é ainda essencialmente capaz de desmontar nossas modalidades convencionais de fazer, ler, escrever, comunicar e inevitavelmente, compreender."³⁰¹ [ASYMPTOTE, 1999, p. 23-25, tradução nossa]

O que vemos, com a sofisticação da exploração dos meios digitais em arquitetura, sobretudo a partir da

década de 1990, é uma ampliação da compreensão e do uso das tecnologias computacionais, para além de meras 'ferramentas'. cibernética, teoria da informação e teoria dos sistemas e os trabalhos de Turing em morfogênese, que iniciaram um diálogo em finais dos anos 1940, permitiram pensar o computador a partir da *comunicação*, do trabalho cooperativo e da *interação*, pensar o computador, não como uma *ferramenta*, mas como *meio* para o gerenciamento complexo e instável de vários circuitos interligados, *soft* e *hardware* e mensagens. Pierre Levy em 'As tecnologias da Inteligência' (1999), discute a natureza 'hipertextual' dos ambientes computacionais equivalente a mundos de significação construídos e remodelados por atores da *comunicação* ou elementos de uma mensagem. Segundo Levy,

"Na medida em que cada conexão suplementar, cada nova camada de programa transforma o funcionamento e o significado do conjunto, o computador emprega a estrutura de um hipertexto..." [LÉVY, 1999].

O filósofo coloca que a estrutura do hipertexto não dá conta somente da comunicação: os processos sociotécnicos, sobretudo, também têm uma forma hipertextual. A complexidade emerge nesse contexto como um *mainframe*, um 'modo de pensar' capaz de fornecer as bases conceituais para entender e atuar em uma realidade hipertextual, 'hipermediatizada'³⁰², onde a possibilidade

³⁰⁰ **Asymptote Architecture:** www.asymptote.net.

Hani Rashid. Em 1985, graduou-se arquiteto na Cranbrook Academy of Art. É professor visitante em várias faculdades de Arquitetura, incluindo Royal Danish Academy em Copenhague, Southern California Institute of Architecture em Los Angeles, University of Lund na Suécia, Graduate School of Design na Harvard University, e Stadleschule em Frankfurt, Alemanha. Em 1989, tornou-se professor na Columbia University Graduate School of Architecture Planning and Preservation em Nova York.

Lise Anne Couture. Em 1986, graduou-se na Yale Faculty of Architecture. É professor visitante em várias faculdades de Arquitetura, incluindo: University of Montreal, Canada, The Berlage Inst., Amsterdam, Graduate School of Design of Harvard University, Estados Unidos, Bernard College, Columbia University Graduate School of Architecture, Planning and Preservation em Nova York. Em 1990 tornou-se professor no Department of Architecture na Parson School of Design, Nova York.

O escritório Asymptote Architecture foi fundado em 1988, por Lise Anne Couture and Hani Rashid. Disponível em: <<http://www.floornature.com/worldaround/articulo.php/6/en/arch36>>. Acesso em 05 mar. 2006.

³⁰¹ **Do original em inglês:** "In relation to architectural and special practices, the use of digital technologies posits a number of interesting questions regarding notions of utility, conceptual artifice and representation. Even if we think of the computer as a 'neural' tool, embedded into the complex procedures of design, it is essentially still capable of dismantling our conventional modalities of making, reading, writing, communicating and inevitably, comprehending." [ASYMPTOTE, 1999, p. 23-25]

³⁰² **Hipermídia:** A hipermídia une os conceitos de hipertexto e multimídia. Ou seja, um documento hipermídia contém imagens, sons, textos e vídeos. Mas a principal característica da

de comunicação mundial em rede ajuda a transformar as noções de organização e as relações entre tempo, espaço, sujeitos e objetos(sistemas).

Partindo dessa compreensão, as tecnologias, e os meios digitais suportadas por elas, podem ser vistos como ambientes para interagir, fazer conexões, aprender a conceber a arquitetura como emergência a partir do incessante fluxo de informações sob a perspectiva da complexidade.

3.3_Arquitetura no ciberespaço

“Na medida em que caminhamos em direção a 2001, o ano apontado com precisão por Stanley Kubrick em seu filme ‘2001, a Space Odyssey’, produzido em 1968, os estilos dessa era de fixação-espacial estão sendo re-introduzidos. Em grande medida, do mesmo modo que 1984 nos deu a oportunidade de avaliar o controle do estado sobre nós, e notar que a visão de George Orwell não estava tão distante da realidade, o milênio está nos dando o ímpeto de reavaliar as conquistas do século e olhar em frente com otimismo para o estilo de design do futuro.”³⁰³ [TOY, 1999, p. 7, tradução nossa]

A partir de meados da década de 1990, ganha mais vigor um movimento em direção à sofisticação e simultânea disponibilização no mercado internacional, de *software* gráficos 3D com poderosos recursos para modelagem de geometrias complexas e animação, possibilitando a emergência de uma arquitetura generativa³⁰⁴. Frentes experimentais em arquitetura em diversos países se estruturam no sentido de discutir o processo de design sob as perspectivas da não-linearidade, da complexidade, e propor soluções criativas incorporando métodos suportados pelas tecnologias digitais. Segundo Peter Testa³⁰⁵ e Devyn Weiser³⁰⁶,

“Computação se tornou a engrenagem da experimentação e pesquisa em arquitetura e engenharia estrutural. Avanços em tecnologia computacional tem tornado as técnicas de simulação tão cruciais para o design e engenharia atualmente quanto a teoria e o experimento foram no passado. [...] Muitos desses avanços estão relacionados à disponibilidade de computação de alta-performance e novas ferramentas de *software* que possibilitam geração a alta velocidade e análise de sistemas formais e estruturas, assim como novos algoritmos para buscar, combinar e alinhar

hipermídia é possibilitar a leitura não linear de determinado conteúdo, ou seja, não ter necessariamente início, meio e fim, e sim se adaptar conforme as necessidades do usuário. Disponível em: <<http://www.hipermidia.info/principal.asp>> Acesso em: 20 fev. 2006.

³⁰³ **Do original em inglês:** “As we move towards 2001, the year pinpointed by Stanley Kubrick in his film *2001, a Space Odyssey*, made in 1968, the styles of that space-obsessed era are being re-introduced. In much the same way that 1984 gave us as opportunity to assess the state's control over us, and to note that George Orwell's vision was not so far from the truth, the millennium is giving us the impetus to reassess the achievements of the century and look forward optimistically to the design style of the future.” [TOY, 1999, p. 7]

³⁰⁴ Tradução nossa do termo em inglês: **Generative Architecture**

³⁰⁵ **Peter Testa** é diretor do TESTA Architecture & Design, sediado em Los Angeles, e diretor fundador do EDG - Emergent Design Group no Departamento de Arquitetura e no Laboratório de Inteligência Artificial do Massachusetts Institute of Technology. [<http://www.peter-testa.com>]. Disponível em: <<http://web.mit.edu/arch/edg/>>. Acesso em: 06 mar. 2006.

³⁰⁶ **Devyn Weiser** é diretor fundador, juntamente com o arquiteto Peter Testa, do TESTA Architecture & Design, sediado em Los Angeles, e co-fundador do EDG - Emergent Design Group no Departamento de Arquitetura e no Laboratório de Inteligência Artificial do Massachusetts Institute of Technology. [<http://www.peter-testa.com>]. Disponível em: <<http://web.mit.edu/arch/edg/>>. Acesso em: 06 mar. 2006.

informação.”³⁰⁷ [TESTA; WEISER, 2002, p.14, tradução nossa]

Desde os primeiros anos consecutivos à possibilidade de acesso mundial à *World Wide Web* o discurso em arquitetura estava contaminado por um otimismo e um deslumbramento com os ambientes computacionais e com os mundos ‘virtuais’ gerados. Os títulos de importantes publicações internacionais que se dedicam à arquitetura de vanguarda ilustram esse panorama. Nesse contexto, o ano de 1995 pode ser tomado como o momento em que chega a público todo um universo de investigações em arquitetura que combinavam em seu arcabouço conceitual desenvolvimentos recentes em ciência e tecnologia digital com o universo dinâmico da cultura digital. Em dezembro de 1995 é publicado pelo periódico inglês *Architectural Design* o número ‘*Architects in Cyberspace*’³⁰⁸. Antecedendo esse número, na publicação de outubro, entre os ‘*Academy highlights*’ (*Architectural Design*, 1995, p.XV) estava o número 6, de outubro de 1995, do ‘*Journal of Philosophy and Visual Arts*’ – *Complexity*³⁰⁹. Nesse número do JPVA estavam trabalhos de teóricos, filósofos, artistas e arquitetos preocupados em produzir reflexões

acerca da complexidade em suas áreas, dentre os quais – Felix Guattari, Bernard Cache, Jean Jacques Lecercle e o arquiteto Greg Lynn³¹⁰. Nas palavras de Lynn, no artigo publicado nesse número do JPVA, “Nas últimas três décadas, se uma palavra pode ser identificada como tendo um efeito primordial na teoria e design da arquitetura, essa palavra poderia mais provavelmente ser complexidade.”³¹¹ [LYNN, 1995, p 39, tradução nossa].

No entanto, é realmente o número ‘*Architects in Cyberspace*’, de 1995, que marca, quase que como um divisor de águas no âmbito das publicações internacionais em arquitetura, a explicitação de uma ligação cada vez mais forte entre teoria e prática da arquitetura e um vasto universo conceitual das ciências e das tecnologias computacionais. A repercussão do tema nos círculos da arquitetura foi tamanha que em 1998 foi publicado pela AD o número *Architects in Cyberspace II*.

Na tentativa de corresponder às expectativas de uma arquitetura da era digital, floresceram diversas definições que refletiam a multiplicidade de relações entre arquitetura e diversas disciplinas na busca de soluções capazes de incorporar as palavras de ordem –

³⁰⁷ Do original em inglês: “Computations has become the engine of experimentation and research in architecture and structural engineering. Advances in computing technology have made the technique of simulation as crucial to design and engineering today as theory and experiment were in the past. [...] Many of these advances are related to the availability of high-performance computing and new *software* tools that enable high-speed generation and analysis of formal systems and structures, as well as new algorithms for searching, matching and aligning information.” [TESTA; WEISER, 2002, p.14]

³⁰⁸ Architects in Cyberspace. *Architectural Design*. London: Academy Group, Ltd. N.11/12, v. 65, November–december 1995.

³⁰⁹ Complexity. JPVA – JOURNAL OF PHILOSOPHY AND THE VISUAL ARTS. LONDON: N.6, 1995.

³¹⁰ Greg Lynn nasceu em 1964 em Virgil, Ohio, Estados Unidos. É arquiteto e filósofo. Leciona atualmente em diversas instituições internacionais como a *Columbia Graduate School of Architecture Planning and Preservation*, *ETH Zurich*, *University of Applied Arts Vienna*, e na *Yale School of Architecture*. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Greg_Lynn>. Acesso em: 05 mar. 2006.

³¹¹ Do original em inglês: “In the last three decades, if one word could be identified as having a primary effect on architecture theory and design, that word would most likely be complexity” [LYNN, 1995, p. 39]

interação, virtualidade, complexidade. Colin Davies³¹², em artigo publicado em 1999, '*Hindsight or foresight?*', fala desse momento:

"Já estava claro dez anos atrás que verdadeiramente altas tecnologias, quer dizer, as tecnologias digital e biológica, estavam deixando o *high-tech* para trás. Pode ter existido um equivalente arquitetônico da oscilação no preço do petróleo ou do veículo espacial, mas não estava nada claro como poderia ser um equivalente arquitetônico do chip de silício. Naturalmente, desde então, arquitetos vanguardistas tem se esforçado para encontrar esse equivalente, para encontrar algum caminho no qual a arquitetura possa participar na revolução biológicodigital. Temos arquitetura como rede, como organismo, como paisagem, como sistema ecológico, arquitetura que imita formas emergentes da natureza de um lado e do ciberespaço de outro. E, é claro, muito dessa arquitetura existe apenas no ciberespaço."³¹³ [DAVIES, 1999, p.16-17, tradução nossa]

No esforço de definir uma arquitetura não-linear, gerada via processos digitais

não-lineares, foram elaborados diversos termos, dentre os quais podemos destacar os 'transarquitecturas' (*transarchitectures*) e 'arquitecturas-líquidas' (*liquid-architectures*), formulados e divulgados por aqueles que, antes de quaisquer outros rótulos, se definiam como 'ciberarquitectos'. A tônica dos discursos que propunham trabalhar todo um universo conceitual em arquitetura afinado com o mundo fluido, dinâmico e interconectado da 'era da Internet', pode ser ilustrada pelas colocações do arquiteto Marcos Novak³¹⁴ no artigo '*Transarchitectures and hypersurfaces - operations of transmodernity*', de 1998. Segundo Novak,

"Cunhei os termos 'transarquitecturas', querendo dizer as arquitecturas da 'transmodernidade', e 'transmodernidade' com a intenção de fornecer um caminho para discutir a condição cultural geral na qual estamos inseridos e das possibilidades em arquitetura que em geral temos que enfrentar. [...] Com a noção geral de uma condição transmoderna, as 'transarquitecturas' articulam o escopo completo da possibilidade arquitetônica no começo de um novo milênio. Resumindo, isso é o seguinte: nós concebemos algoritmicamente [morfogêneses]; nós modelamos numericamente [prototipagem rápida]; nós construímos roboticamente [nova tectônica]; habitamos interativamente [espaço inteligente]; nós

³¹² Colin Davies é arquiteto, professor, escritor e historiador. Antigo editor do The Architects' Journal, contribui regularmente com várias revistas de Arquitetura. Leciona várias disciplinas, como design, história da Arquitetura, tecnologia de edifícios e prática arquitetônica. Davies defende uma maior integração entre tecnologia, história e teoria em Arquitetura. Disponível em: <<http://asd.londonmet.ac.uk/mahistory/cdavies.html>>. Acesso em 05 mar. 2006.

³¹³ Do original em inglês: "It was already clear ten years ago that real high Technologies, that is, digital and biological technologies, were leaving high tech far behind. There may have been an architectural equivalent of the oil rig or the space vehicle, but it wasn't at all clear how there could be an architectural equivalent of the silicon chip. Of course, since then, *avant-garde* architects have struggled to find that equivalent, to find some way in which architecture can participate in the digital/biological revolution. We have architecture as network, as organism, as landscape, as ecological system, architecture that imitates emergent forms of nature on the one hand and of cyberspace on the other. And, of course, much of this architecture exists only in cyberspace." [DAVIES, 1999, p.16-17]

³¹⁴ Marcos Novak nasceu em Caracas, Venezuela, em 1957. Graduou-se em Arquitetura pela *Ohio State University*, tendo sido, de 1980 a 1983, professor associado dessa instituição no curso de graduação em Arquitetura. Em 1983 concluiu o M.Arch também na *Ohio State University*. Em 1990 concluiu seus 'Doctoral Studies' pela UCLA, Los Angeles. Como professor associado ou visitante, tem lecionado em várias instituições internacionais. Disponível em: <<http://www.floornature.com/worldaround/articulo.php/6/en/arch20>>. Acesso em: 17 fev. 2006.

nos telecomunicamos instantaneamente [*pantopicon*]; somos informados imersivamente [arquitetura líquida]; nos socializamos não localmente [domínio público não-local]; nós desenhamos virtualmente [transarquitecturas].³¹⁵ [NOVAK, 1998, p. 87, tradução nossa]

Esse universo conceitual emergiu em compasso com a exploração de ambientes computacionais como ambientes processuais para o design em arquitetura. Nomeadamente a partir da segunda metade dos anos 1990, desenvolveram-se propostas experimentais em arquitetura que utilizavam diferentes tecnologias chamadas de '*hard*' (técnicas construtivas e materiais) e tecnologias chamadas de '*soft*' (digitais) como a intenção de testar o potencial criativo e generativo, possibilitado por aplicações computacionais. Segundo Peter Zellner³¹⁶,

"Hoje em dia, tempo e movimento tem sido instrumentalizados em arquitetura

com o auxílio de poderosos *software* de animação, os quais possibilitaram a arquitetos como Greg Lynn, Marcos Novak e Lars Spuybroek do Nox, desenvolver técnicas de design dinâmicas, mutáveis e evolutivas, e novos paradigmas espaciais."³¹⁷ [ZELLNER, 1999, p.14, tradução nossa]

Em uma breve consideração sobre as características principais das propostas de arquitetos como Greg Lynn, Marcos Novak e Lars Spuybroek³¹⁸, Zellner ressalta ainda a utilização de *software* para animação nos processos de design – simulações das possibilidades de transformação, de evolução, em seqüências de simulação que afetam a forma. Como coloca Zellner,

"O uso de *software* de animação inscreveu duração e movimento dentro da forma estática. Tanto quanto criar uma arquitetura que é essencialmente a organização de formas inertes estacionárias, esses arquitetos vêem o design espacial como uma arte altamente plástica e flexível na qual a forma do edifício ela mesma evolui através de transformações e movimento. Com seqüências de tempo complexas e simulações, as formas não são mais definidas por parâmetros simples de escala, volume e dimensão; forças e inclinações multivalentes e mutantes externas ou invisíveis, podem afetar formas. Empregando rotinas de *software* que cruzam fatores relacionados ao tempo, como movimento de pedestres e

³¹⁵ **Do original em Inglês:** "I coined the terms 'transarchitectures', meaning the architectures of transmodernity, and 'transmodernity' in order to provide a way to discuss the overall cultural condition we find ourselves in and the overall architectural possibilities that we face. [...] Within the overall notion of a transmodern condition, 'transarchitectures' articulates the full scope of architectural possibility at the beginning of a new millennium. In short, this is as follows: we conceive algorithmically (morphogenesis); we model numerically (rapid prototyping); we build robotically (new tectonics); we inhabit interactively (intelligent space); we telecommunicate instantly (pantopicon); we are informed immersively (liquid architectures); we socialize nonlocally (nonlocal public domain); we evert virtually (transarchitectures)." [NOVAK, 1998, p. 87]

³¹⁶ **Peter Anthony Zellner:** jovem arquiteto australiano, nasceu em 1969, formando-se no Bacharelado em *Arts Graphic Design*, na University Of Georgia em 1997. Fundou em 1998 o estúdio Zellner Architecture Research e tem, em sua atuação, publicado trabalhos teóricos e explorações práticas, internacionalmente. Zellner considera que o objeto arquitetônico é um produto do mundo industrial, como exemplificado em sua *Moto-House* (1996). De um modo geral, em seus trabalhos, o arquiteto explora as inter-relações entre natureza e artifício. In: ARCHILAB. **Zellner Architecture Research.** Disponível em: <<http://www.archilab.org/public/1999/artistes/zell01en.htm>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

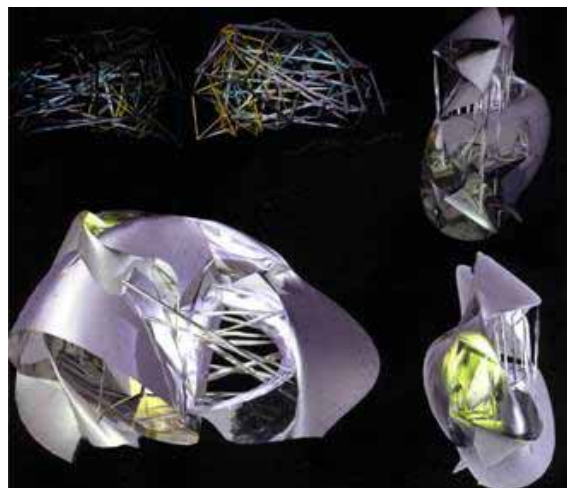
³¹⁷ **Do original em Inglês:** "Today, time and movement have been instrumentalized in architecture with the aid of powerful animation *software*, which have enable architects like Greg Lynn, Marcos Novak and Lars Spuybroek of NOX to develop dynamic, mutable and evolving design techniques and new spatial paradigms." [ZELLNER, 1999, p.14]

³¹⁸ Lars Spuybroek nasceu em 1959, em Rotterdam, Holanda. É arquiteto e fundador do Nox Studio. Disponível em: <<http://www.kunst-net.nl/ArtistView.cfm?id=CFC41E6A-940F-B1A2-A06B68932334AF5E>>. Acesso em 05 mar. 2006.

automotivo, elementos ambientais como vento e sol, condições urbanas como vistas ou densidade do lugar, esses designers estão produzindo edifícios nos quais as tecnologias dos meios virtual e real estão intrinsecamente ligadas.”³¹⁹ [ZELLNER, 1999, p.14-15, tradução nossa]

Entrelaçando conceitos espaciais não-Euclidianos³²⁰ com aspectos de desdobramentos algorítmicos, visualização de meta-dados, computação navegacional e ambientes musicais, Marcos Novak propôs uma compreensão do ciberespaço como um espaço arquitetônico autônomo. Foi no contexto dessas explorações que Novak se preocupou em ressaltar as possibilidades de compreender arquitetura e cultura no espaço-tempo vernacular do ambiente computacional mundial de comunicação em rede, parte

de um fenômeno cultural a que o arquiteto denominou ‘transmodernidade’.



010 | 3_ Data-Driven Forms: Essas imagens (1997-1998) foram resultado de processos de derivação de forma a partir de decodificação. Nesses exemplos uma função algorítmica extraída de páginas web conectadas em duas séries de pontos em uma matriz tridimensional.

Um exemplo que ilustra as explorações teóricas de Novak, é uma colaboração com o arquiteto holandês Kas Oosterhuis³²¹ – transPORTs2001. Projetado para Rotterdam e cidades portuárias ao redor do mundo, a proposta consistia em um território físico – a arquitetura efetivamente construída, concreta – de forma transformável a partir de interações com usuários e ambiente. Nesse ambiente, os usuários poderiam literalmente ‘navegar’ por meio de sensores controláveis e estruturas arquitetônicas flutuantes, através de sistemas computacionais. Os elementos físicos dessa arquitetura seriam

³¹⁹ Do original em inglês: “The use of animation *software* has inscribed duration and motion into static form. Rather than creating an architecture that is essentially the organization of stationary, inert forms, these architects view spatial design as a highly plastic, flexible art in which the building form itself continuously evolves through motion and transformation. With complex time sequences and simulations, forms are no longer defined by the simple parameters of scale, volume and dimension; multivalent and shifting external or invisible forces and inclinations can also affect forms. Employing *software* routines that track time-related factors, such as pedestrian and automotive movement, environmental elements such as wind and sun, urban conditions such as views or site density, these designers are producing buildings in which virtual and real media technologies are inextricably linked.” [ZELLNER, 1999, p.14-15]

³²⁰ **Geometria não-euclidiana:** Um dos itens mais importantes no desenvolvimento da matemática durante o século XIX, a geometria não-euclidiana levava à existência de um espaço diferente do que era acreditado desde Euclides. As noções de reta, plano e distância num espaço não-euclidiano eram completamente diferentes e não podiam ser observadas diretamente como na geometria euclidiana. Devido a essa questão da não-existência concreta (que pode ser tocada) da geometria não-euclidiana, ela demorou a ser aceita entre os matemáticos e só foi considerada de grande importância com o trabalho de Bernhard Riemann, publicado em 1867. Com a obra de Riemann, passou-se a aceitar a existência de um espaço em que não precisavam valer os postulados de Euclides, mas que, no limite do extremamente pequeno, a geometria euclidiana poderia ser considerada. É nesse contexto que se encontra a obra matemática de Poincaré. In: MCT.GOV.BR. **Geometria Não-Euclidiana.** Disponível em: <http://ctjovem.mct.gov.br/index.php?action=/content/view&cod_objeto=20241>. Acesso em: 03 jul. 2006.

³²¹ **Kas Oosterhuis:** nasce em Amersfoort, em 1951. 1970/1979 graduou-se em Arquitetura em Delft. 1987/1989 cursou o mestrado na AA Architecture Association, London. Em 1994 funda a Attila Foundation, em Rotterdã. Desde 2000, é professor na Technical University Delft. Disponível em: <<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=47>>. Acesso em 05 mar. 2006.

conectados a um campo paralelo de 'arquitecturas líquidas' no ciberespaço, ligando a navegação no abrigo portuário concreto à navegação na Internet.



011 | 3_ TransPORTs2001: Para criar uma experiência pública capaz de capturar o que está entre a estrutura física e a virtual em uma entidade coerente – ou organismo –, Oosterhuis e Novak conceberam uma estrutura performática para portos ao redor do mundo que pode ser manipulada em um *website* onde os 'jogadores' podem modificar o edifício através de um jogo de evolução em tempo real.

Assim, visões como as de Novak emergiram a partir de meados da década de 1990 – época em que o impacto de uma revolução informacional que se acentuou com a possibilidade de acesso mundial à Internet em 1994 se fazia sentir em teoria e prática da arquitetura, sobretudo nos países plenamente industrializados. Efetivamente, as tecnologias computacionais desencadearam um processo de transformação no cerne do processo criativo em arquitetura colocando a disciplina enquanto disciplina em um momento de suspensão e instabilidade.

3.4_ Explorando um diálogo_ arquitetura e complexidade

Como vimos, relacionando arquitetura e sistemas computacionais, muitos arquitetos se empenham, a partir da década de 1990, a explorar os limites e as possibilidades que se configuram para uma transformação do processo de design sob novas perspectivas. São várias as propostas que se destacam e seria interessante um trabalho de investigação mais aprofundado no que se refere a cada uma delas em um momento posterior. Dentro da proposta do presente trabalho, apresentamos entradas que se destacam pela consistência nas investigações de caráter prático e na exploração e apropriação de conceitos teóricos, na intenção de construir um panorama das relações entre arquitetura e complexidade nas décadas de 1990 e 2000.

Apresentamos aqui, exemplos agrupados por *afinidade em processo*, ou seja, de acordo com a forma de incorporação da complexidade nos processos de design e nos pensamentos que os sustentam. Os exemplos incluem considerações sobre o processo dos arquitetos Kas Oosterhuis, Jesse Reiser e Nanako Umemoto, Ali Rahim, Greg Lynn, e dos grupos *Emergent Design Group* do Massachusetts Institute of Technology e Emergent Technologies da *Architectural Association*. Os exemplos aqui apresentados são desenvolvidos considerando as especificidades conceituais e de experimentações práticas, relacionadas ao processo de

cada arquiteto ou grupo de pesquisa em foco.

3.4.1_ Transmitindo a complexidade_ *orgânico e inorgânico*

Dentro do vasto universo conceitual em que se articulam arquitetura e complexidade John Frazer chama a atenção para uma transformação do processo de design, e da própria arquitetura como extensão desse processo sob a perspectiva de um 'paradigma evolucionário' [FRAZER, 1998, p.9, tradução nossa]. Segundo o arquiteto,

"Uma transformação fundamental está tomando espaço em nas culturas científica, cultural e epistemológica. Novas teorias da natureza que enfatizam o múltiplo, o temporal e o complexo, e tecnologia que promove conexões a separações, estão redefinindo radicalmente nossas concepções de espaço. Embora existam mudanças anteriores na concepção de espaço, do rígido espaço matematicamente racionalizado dos séculos XIV e XV, a um espaço antropomorficamente percebido com a ascensão da perspectiva, a mudança atual é fundamental, mudando de um modelo físico estático para um modelo biológico evolucionário. Dentro desse *paradigma evolucionário*, o tempo tem ganhado renovada importância. Não é mais percebido como um intervalo definível, ou um sistema de medida, mas como o desdobramento de processos organizados e evolucionários. Esse conceito de tempo é extensível e compreensível dentro do espaço virtual de um ambiente computacional."³²² [FRAZER, 1998, p.9, tradução nossa]

Explorações que consideram a possibilidade de um espaço antropomorficamente percebido, contribuem para uma redefinição das concepções espaciais em arquitetura – do estático ao evolucionário. O objeto arquitetônico como extensão que, via sistemas computacionais, pode evoluir no tempo e se transformar, em função de interações entre sujeitos e arquitetura, entre sujeitos+arquitetura e ambiente. Assim, auxiliados por *software* que permitem modelagem, animação, e utilizam algoritmos para simulações, muitos arquitetos passaram a conceber propostas no sentido de corresponder à fluidez do universo das tecnologias computacionais, contribuindo para transformar a visão de uma arquitetura de processos rígidos e hierarquicamente organizados, na de uma rede de conexões dinâmicas que 'evolui' em função do fluxo incessante de informações no tempo. Destacamos aqui as investigações dos arquitetos Kas Oosterhuis, Jesse Reiser e Nanako Umemoto.

theories of nature that emphasize the multiple, the temporal and the complex, and technology that promotes connections to separation, are radically redefining our conceptions of space. Although there been prior changes in the conception of space, from the rigid mathematical rationalized space of the 14th and 15th centuries to an anthropomorphically perceived space with the rise of perspective, the change today is fundamental, moving from a static physical model to an evolutionary biological model. Within this evolutionary paradigm, time has gained renewed importance. Time is no longer perceived as a definable span, or a system of measure, but as the unfolding of evolutionary and organizing process. This concept of time is scalable and comprehensible within the virtual space of a computer environment." [FRAZER, 1998, p.9]

³²² Do original em inglês: "A fundamental transformation is taking place in both scientific, cultural and epistemological culture. New

3.4.1.1_ A complexidade de Kas Oosterhuis

O arquiteto holandês Kas Oosterhuis nasceu em Amersfoort, em 1951, tendo se graduado em arquitetura em Delft em 1989. Cursou o mestrado na AA Architecture Association, em Londres e em 1994 funda a Attila Foundation, em Roterdã. Desde 2000, é professor na Technical University Delft. Oosterhuis tem desenvolvido desde a década de 1990 propostas que investigam as possibilidades de configuração da arquitetura como um sistema, entendendo que o edifício contém uma quantidade de dados e que tem se tornado – com o desenvolvimento e emprego de tecnologias *hard* (construtiva e material) e *soft* (digital)–, cada vez mais capazes de se transformar em interação dinâmica com usuários e ambiente – o que entende como *autonomia* do edifício. Ele acredita que os edifícios, assim como outros sistemas artificiais desenvolvidos por ciência e tecnologias, estão interconectados como partes de um sistema maior, em uma forma de interdependência na qual o sistema nervoso humano, ampliado pelas tecnologias computacionais, será capaz de inter-agir. Para Oosterhuis, uma vez que o homem puder controlar diretamente produtos e redes computacionais de comunicação que os conectem, uma certa ‘vitalidade’ residirá nesses sistemas em rede. Segundo o arquiteto, nesse contexto imaginado, emergem importantes questões em arquitetura:

“Projetamos o modo como olhamos dentro do universo, projetamos o modo como nos transportamos a grandes distâncias, e projetamos o modo como transportamos dados. Todos os novos projetos, os quais estão contribuindo para desenvolvimentos superiores de ferramentas e extensões, são aumentadores de informação. Esses objetos projetados e redes contêm sempre-crescentes quantidades de dados. Onde isso afeta nosso trabalho? De que modo estamos contribuindo para o aumento global de conteúdo informacional?”³²³ [OOSTERHUIS, 1998, p. 104, tradução nossa].

Na visão de Oosterhuis, a partir do momento em que a possibilidade de controle sobre sistemas e conexões computacionais se efetivar completamente, seremos todos, humanos e nossos sistemas artificiais, partes interatuantes em um grande sistema – “Somos parte de um vasto fluxo informacional. Somos informação nós mesmos, e flutuamos por toda parte em informação abundante. A vida pode ser o poder de dirigir o fluxo de informação.”³²⁴ [OOSTERHUIS, 1998, p. 103, tradução nossa]. Assim, nesse grande sistema informacional,

“Equilíbrio ecológico também inclui pessoas entrando e saindo, e dados sendo importados e exportados, fluxo informacional em direção a (nutrindo),

³²³ **Do original em inglês:** “We design the way we look into the universe, we design the way we transport ourselves over great distances, and we design the way we transport data. All new designs, which are contributing to the further developments of tools and extensions, are information enhancers. These designed objects and networks contain ever-growing amounts of data. Where does this affect our work? In what way are we contributing to the global enhancement of information content?” [OOSTERHUIS, 1998, p. 104].

³²⁴ **Do original em inglês:** “We are part of a vast information flow. We are information ourselves, and we swim about in abundant information. Life could be the power to direct the flow of information.” [OOSTERHUIS, 1998, p. 103].

através de (digerindo) e saindo de (excretando). Ao final disso não importa se chamamos isso de evolução, proto-evolução, co-evolução ou exo-evolução. O pensamento mais importante é como fazemos as coisas trabalhar. Como vamos nos envolver em construir grandes complexidades de significado e estabelecer um intercâmbio ampliado de informação entre corpo humano e corpo do edifício.”³²⁵ [OOSTERHUIS, 1998, p. 104, tradução nossa].

A arquitetura-sistema de Oosterhuis acontece em relação dinâmica entre sujeito e edifício e desses, em conjunto, com o ambiente. É essa a relação explorada no projeto paraSCAPE (1997-99), desenvolvido em parceria com a artista visual Ilona Lénárd³²⁶. No projeto, a arquitetura é concebida como um sistema capaz de integrar o fluxo informacional via tecnologias computacionais, um edifício capaz de reagir como um sistema ‘vivo’.

O projeto, definido como uma ‘escultura inteligente’ para a cidade de Rotterdam, funcionaria como um corpo sólido com uma pele flexível capaz de absorver sons ambientes – como sons das ruas – e converter as amostras em um ‘ambiente sonoro’. Cada ‘ambiente

sonoro’ corresponderia a uma configuração específica da superfície. Segundo o arquiteto, “O paraSCAPE transforma um extenso gramado em um campo fluido de sons ativado pelos visitantes, um instrumento que o público pode tocar.”³²⁷ [OOSTERHUIS apud ZELLNER, 1999, p. 74, tradução nossa].



012 | 3_ paraSCAPE, paisagem e escultura, Rotterdam, Holanda, 1997 a 1999.

No ambiente computacional, o material genético para o crescimento da forma do paraSCAPE seria representado por dois esboços, projetados um através do outro, escalonados ao longo de uma trajetória rotacionada. Assim, quando uma ‘forma’ se configurasse no ambiente computacional a partir de estímulos sonoros do ambiente, um modelo

³²⁵ **Do original em inglês:** “Ecological balance also includes people going in and out, and data being imported and exported, information flowing towards it [feeding], through it [digesting] and way from it [excreting]. In the end it does not matter if we call this evolution, proto-evolution, co-evolution or exo-evolution. The most important think is how we make things work. How we will involve ourselves in building greater complexities of meaning and establishing an increased exchange of information between human body and building body.” [OOSTERHUIS, 1998, p. 104]

³²⁶ **Ilona Lénárd** é artista visual em Rotterdam. Nasceu na Hungria em 1971. Em 1983 frequentou a Academia de Teatro em Budapeste. Em 2000 cursou Visual Art na Willem de Kooning Academy em Rotterdam. Realiza vários projetos envolvendo arte e Arquitetura, com o arquiteto Kas Oosterhuis. Disponível em: <<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=48>>. Acesso em 05mar. 2006.

³²⁷ **Do original em inglês:** “paraSCAPE transforms a large lawn into a fluid field of sounds activated by visitors, an instrument the public can play.” [OOSTERHUIS apud ZELLNER, 1999, p. 74].

tridimensional seria configurado no ambiente da cidade e adaptado à morfologia do espaço concreto. Nessa visão proposta por Oosterhuis, a arquitetura constitui uma espécie de integração entre *forma* e *informação*. A arquitetura de Oosterhuis acontece *em processo*, parte do fluxo informacional entre sujeitos, objetos, ambiente.

3.4.1.2_A complexidade de Reiser+Umemoto

O discurso dos arquitetos do estúdio Reiser+Umemoto³²⁸ – Jesse Reiser e Nanako Umemoto, se estrutura em função de uma ampla base de conceitos teóricos das ciências e da filosofia – nomeadamente afins às ciências da complexidade. Jesse Reiser nasceu em 1958, tendo se graduado em arquitetura em 1981 pela Cooper Union, de Nova Iorque. Em 1984, concluiu o mestrado em arquitetura na Cranbrook Academy of Art. Nanako Umemoto graduou-se em Urbanismo em Osaka em 1975 e em 1983, em arquitetura pela Cooper Union, Nova Iorque. Em 1984 funda com Reiser o Reiser+Umemoto RUR Architecture PC em Nova Iorque.

Apresentando afinidade com o pensamento de Oosterhuis, os arquitetos buscam produzir a

arquitetura como um meio vital³²⁹ – resultado de interações entre elementos orgânicos e inorgânicos –, a partir da adaptação de conceitos científicos e filosóficos ao universo da arquitetura e de métodos de trabalho, de processos, não-lineares. Fazendo referência ao filósofo francês Gilles Deleuze³³⁰, os arquitetos colocam que,

“O filósofo francês Gilles Deleuze cunhou o conceito de ‘machinic phylum’ para se referir ao abrangente conjunto de processos auto-organizados no universo. Isso inclui todos os processos nos quais um grupo de elementos previamente desconectados (orgânicos e inorgânicos) de repente alcança um ponto crítico no qual começam a ‘cooperar’ para formar uma entidade de nível mais alto. Avanços recentes em matemática experimental têm mostrado que a maioria dos conjuntos desses processos pode ser descrita pelo mesmo modelo matemático. Isso é como se princípios que guiam a auto-construção dessas ‘máquinas’ fossem, em um nível mais profundo, essencialmente similares. A noção de um ‘machinic phylum’, obscurece assim a distinção entre vida orgânica e inorgânica.”³³¹

³²⁹ Tradução nossa do termo em inglês: *vital media*

³³⁰ **Gilles Deleuze** [1925-95] Filósofo francês, nasceu e morreu em Paris. Estudioso de Kant e influenciado por Nietzsche, rejeitou o marxismo e as teorias de Freud como «das burocracias fundamentais». Defendia os «estados vívidos» como elemento revolucionário do desejo e do inconsciente frente aos elementos básicos de codificação social, quer dizer, o contrato, a lei e a instituição. Publicou, entre outras obras, *A Filosofia crítica de Kant* [1963], *Spinoza e o problema da expressão* [1968] e *O anti-Édipo* [1972], esta última em colaboração com F. Guattari. Se suicidou. Disponível em: <<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/d/deleuze.htm>> Acesso em 23 nov. 2004.

³³¹ **Do original em inglês:** “The French philosopher Gilles Deleuze coined the concept of the ‘machinic phylum’ to refer to the overall set of self-organizing processes in the universe. These include all processes in which a group of previously disconnected elements [organic and non-organic] suddenly reach a critical point at which they begin to ‘cooperate’ to form a higher level entity. Recent advances in experimental mathematics have shown that the onset of these processes may be described by the same mathematical model. It is as if the principles that guide the self-assembly of these ‘machines’ are at some deep level essentially

³²⁸ **Jesse Reiser** nasceu em 1958. Em 1981, graduou-se em Arquitetura na Cooper Union, Nova Iorque. Em 1984 – fez o mestrado em Arquitetura na Cranbrook Academy of Art. **Nanako Umemoto** graduou-se em Urban Design, em Osaka, 1975. Em 1983, graduou-se em Arquitetura na Cooper Union, Nova Iorque. Em 1984, fundaram o **Reiser + Umemoto RUR Architecture PC** em Nova Iorque. Disponível em: <<http://www.archilab.org/public/1999/artistes/reis01en.htm>>. Acesso em 05 mar. 2006.

[REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.104, tradução nossa]

Dentre os conceitos que direcionam suas proposições, os arquitetos incluem noções de auto-organização e emergência como auxiliares na concepção de edifícios como meio (vital), resultantes da interação de diversos fluxos. Segundo Zellner,

“Pesquisa em teoria da complexidade têm levado o estúdio a repensar a constituição e manipulação da classificação e hierarquia arquitetônica no processo de design. [...] a teoria da complexidade tem também proveu os arquitetos com um significado persuasivo de reformular tipologias arquitetônicas convencionais. Em vez de ver o tipo do edifício como essencial e estático, apenas modulado pela escala e mudança de material, Reiser e Umemoto propõem usar tipologia para descrever edifícios como meios performativos, como confluência de várias inflexões e flutuações de uso.”³³² [ZELLNER, 1999, p.98, tradução nossa]

Em alguns projetos, como o *Water Garden*, os arquitetos tentam ampliar as possibilidades de transformação da arquitetura materializada, projetando, nesse caso especificamente, a interação entre o que chamam ‘meio vital’ – água, solo, plantas e sais químicos –, com o que definem como *geometria material*

similar. The notion of a ‘machinic phylum’ thus blurs the distinction between organic and non-organic life.” [REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.104]

³³² **Do original em inglês:** “Research into complexity theory has led the studio to rethink the constitution and manipulation of architectural classification and hierarchy in the design process. [...] Complexity theory has also provided the architects with a compelling means of reformulating conventional architectural typologies. Instead of seeing building type as essential and static, modulated only by scale and material shifts, Reiser and Umemoto propose that typology be used to describe buildings as performative mediums, as confluences of various inflections and fluctuations of use.” [ZELLNER, 1999, p.98]

*morta*³³³, sobre a qual, “[...] os fluxos do meio vital – orgânico vão emergir.”³³⁴ [REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.104, tradução nossa].



013 | 3_ *Water Garden*, de Reiser+Umemoto: *meio vital e geometria material morta*.

Assim, os arquitetos propõem uma arquitetura com alguma capacidade de se reconfigurar a partir de interações com usuários e ambientes – em função de mudanças nas direções ou natureza dos fluxos que a perpassam. Essa compreensão que constroem de uma arquitetura capaz de corresponder ao intrincado arcabouço conceitual da complexidade se traduz principalmente na utilização do que chamam ‘diagramas dinâmicos’ como auxiliares no processo de design. Segundo os arquitetos,

“[...] diagramas dinâmicos não tem origem essencial, e podem ser encarnados em múltiplos materiais, escalas e regimes. A importância de usar o diagrama está não na capacidade para representação, mas principalmente em seu potencial latente para efeitos quantitativos. Inicialmente, o diagrama carrega um tipo de proporcionalidade a qual em última

³³³ Tradução nossa do termo em inglês: ‘*dead material geometry*’

³³⁴ **Do original em inglês:** “[...] the flows of vital – organic – media will emerge.” [REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.104].

análise fecha em uma ordem, material e escala específicos. Isso descreve uma necessidade local e particular, um estado-sólido, elaborado a partir de um diagrama inicialmente variável. Para arquitetos, isso significa que a dinâmica não-linear encontrada, por exemplo, em sistemas meteorológicos está já em um nível de ordem possível de instrumentalizar arquitetonicamente com a matéria prima inerente na arquitetura; nem metáfora ou símbolo, mas um emprego literal da ordem ela mesma.”³³⁵ [REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.103, tradução nossa]

Os diagramas dinâmicos constituem o instrumental para viabilizar o que os arquitetos definem como *solid-state* em arquitetura enfatizando os sistemas básicos da organização física e material que a conformam, como lugar, materiais, escala, estrutura, permitindo uma compreensão da economia interna do edifício como separada de sua representação.

Os arquitetos acreditam que, a utilização dos diagramas dinâmicos de relações espaciais no tempo, pode contribuir para uma *complexificação* do processo de concepção de edifícios e de sua execução. Complexificação aqui pode ser uma medida sistêmica do número de elementos, dos tipos, dos níveis

hierárquicos e das inter-relações entre os elementos do sistema, para enumerar alguns. A utilização dos ‘diagramas dinâmicos’ no processo de design, pode ser ilustrada pela proposta dos arquitetos para o *Illinois Institute of Technology Student Center* (Chicago, Illinois, 1997), projetado como um sistema infra-estrutural que “[...] lista serviços, circulação e paisagem.”³³⁶ [REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.102, tradução nossa] onde,

“A organização baseada em fluxo, a qual inter-relaciona ‘dedos’ de espaço e novos terrenos interior e exterior,, responde ao complexo programa do centro e a posição central, enquanto novas construções situam-se nas vias adjacentes e nos estacionamentos, nutrindo o padrão existente do campus.”³³⁷[REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.102, tradução nossa].

³³⁵ **Do original em inglês:** “[...] dynamical diagram has no essential original, and can be incarnated in multiple material, scales and regimes. The use value of the diagram lies not in a capacity for representation, but rather in its latent potential for quantitative effects. Initially, the diagram carries a kind of proportionality which ultimately locks into a specific order, material and scale. This describes a particular and local necessity, a solid-state, wrought from an initially variable diagram. For architects, this means that the non-linear dynamics found, for example, in weather systems are already at the level of order, possible to instrumentalize architecturally with the stuff inherent in architecture; neither metaphor nor symbol, but a literal employment of the order itself.” [REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.103]

³³⁶ **Do original em inglês:** “[...] enlists service, circulation and landscape.” [REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.102].

³³⁷ **Do original em inglês:** “The flow-based organization, which interlaces ‘fingers’ of space and new exterior and interior terrains, responds to the center’s complex program and central position, while new construction kneads into adjacent streets and parking lots, feeding the existing pattern of the campus.” [REISER, UMEMOTO, 1998, apud ZELLNER, 1999, p.102].



014 | 3_ Acima: a planta do sítio mostra como os 'dedos' do edifício acentuam os fluxos de circulação dentro da grade rígida do campus. Abaixo: axonometria explodida.

Abordagens como as de Reiser+Umemoto, assim como a de Kas Oosterhuis, ilustram o esforço de arquitetos que se dedicam a explorar os limites de tecnologias computacionais capazes de possibilitar a realização de uma arquitetura não utópica da evolução, da contextualização. Utilizando aplicações computacionais, esses arquitetos contribuem com suas propostas, para uma mudança na percepção e compreensão do espaço, da materialidade e do tempo em arquitetura, embasando suas aproximações no arcabouço

conceitual e científico-tecnológico da complexidade.

3.4.2_ Modelando a complexidade_ *temporalidade irreversível*

"Novos modelos são propostos para a criação da forma, estrutura e organização na emulação dos processos morfogenéticos da natureza, com a intenção de alcançar, no ambiente construído, o característico comportamento simbiótico e equilíbrio metabólico encontrado no ambiente natural. As novas técnicas baseadas em computador para design, modelam lógica interna mais que forma externa e oferecem vislumbres de uma arquitetura futura, como ainda evoluindo na imaginação do computador."³³⁸ [FRAZER, 1998, p.9, tradução nossa]

Na década de 1990 o uso de *software* para modelagem 3D desenvolvidos para a indústria cinematográfica e de animação digital – como o Maya³³⁹ da AliasWaveFront³⁴⁰, o 3DStudioMax³⁴¹ da

³³⁸ **Do original em Inglês:** "New models are proposed for the creation of form, structure and organization in emulation of the morphogenetic processes of nature in order to achieve, in the built environment, the characteristic symbiotic behavior and metabolic balance found in the natural environment. The new computer-based techniques for design, model inner logic rather than external form and offer glimpses of a future architecture, as yet evolving in the imagination of the computer." [FRAZER, 1998, p.9]

³³⁹ <http://www.aliaswavefront.com/maya>

³⁴⁰ **Alias Systems Corporation** (Alias|Wavefront), sediada em Toronto, Ontario, Canada, é uma companhia de *software* que produz *software* gráficos 3D high-end. A empresa foi fundada em 1995 quando a Silicon Graphics comprou a Alias Research, fundada em 1983, e a Wavefront Technologies, fundada em 1984, fundindo as duas companhias. A Alias|Wavefront foi recentemente comprada pela Autodesk, produtora do *software* 3D Studio Max, em 10 de janeiro de 2006. O produto mais conhecido da Alias é o *software* de modelagem 3D e animação Maya, lançado em 1998 e que está agora em sua sétima versão. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Alias Systems Corporation** (Redirected from AliasWavefront). Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/AliasWavefront>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

³⁴¹ <http://www.autodesk.com/3dsmax>

Autodesk³⁴² ou o Softimage³⁴³ da Avid Technology³⁴⁴ - se disseminou em escritórios de arquitetura ao redor do mundo. A possibilidade de transformação e movimentação de formas no tempo em ambientes digitais de modelagem causou forte impacto na representação, abrindo paralelamente um vasto campo para a exploração de formas dinâmicas de arquitetura. Neil Spiller, em artigo intitulado '*Towards an Animated Architecture; Against Architectural Animation*', de 2001, defende uma posição crítica em relação ao uso indiscriminado de recursos de animação de *software* 3D por arquitetos. Segundo Spiller,

"Obviamente aqueles que criam animações de arquitetura estão limitados pela novidade do meio e o fato de que a maioria dos *software* são desenhados para indústrias que não a arquitetura. A apropriação de *software* tem levado muitos profissionais a apertar todos os botões ao mesmo tempo, ou empilhar um milhão de filtros um sobre o outro para

um efeito inalterado."³⁴⁵ [SPILLER, 2001, P.84, tradução nossa]

No entanto, é graças aos recursos oferecidos por *software* como 3DSMax e Maya e diversos *plug-in*, que se viabilizam investigações focalizando processos de design não lineares em arquitetura. Nesse contexto, o arquiteto Greg Lynn chama a atenção para uma confusão comum de termos: 'animação' é frequentemente confundida com 'movimento'. Segundo o arquiteto,

"Animação é um termo que difere de, mas frequentemente é confundido com, moção. Enquanto moção implica movimento e ação, animação implica evolução da forma e suas forças de modelagem; isso sugere animalismo, animismo, atuação de crescimento, virtualidade. Nessas múltiplas implicações, animação toca em muitas das suposições mais profundas da arquitetura sobre sua estrutura. O que faz a animação tão problemática para os arquitetos é que eles têm mantido uma ética do estático na sua disciplina. Mais que esse papel tradicional de prover abrigo, espera-se dos arquitetos que provenham cultura com estase. Devido a essa dedicação à permanência, a arquitetura é um dos modos de pensamento baseado no inerte. Desafiar essas conjecturas introduzindo a arquitetura de modelos de organização que não são inertes, não irá ameaçar a essência da disciplina mas vai fazê-la progredir."³⁴⁶ [LYNN, 1999, apud ZELLNER, 1999, p.138, tradução nossa]

³⁴² Autodesk, Inc. (NASDAQ: ADSK), é a companhia líder mundial em *software* e serviços para fabricação, infra-estrutura, construção, mídia e entretenimento, e no campo de *wireless data services*. A Autodesk foi fundada por John Walker e outros doze co-fundadores em 1982. Atualmente está sediada em San Rafael, Califórnia. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. Autodesk, Inc.. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk>>. Acesso em: 03 Jul. 2006.

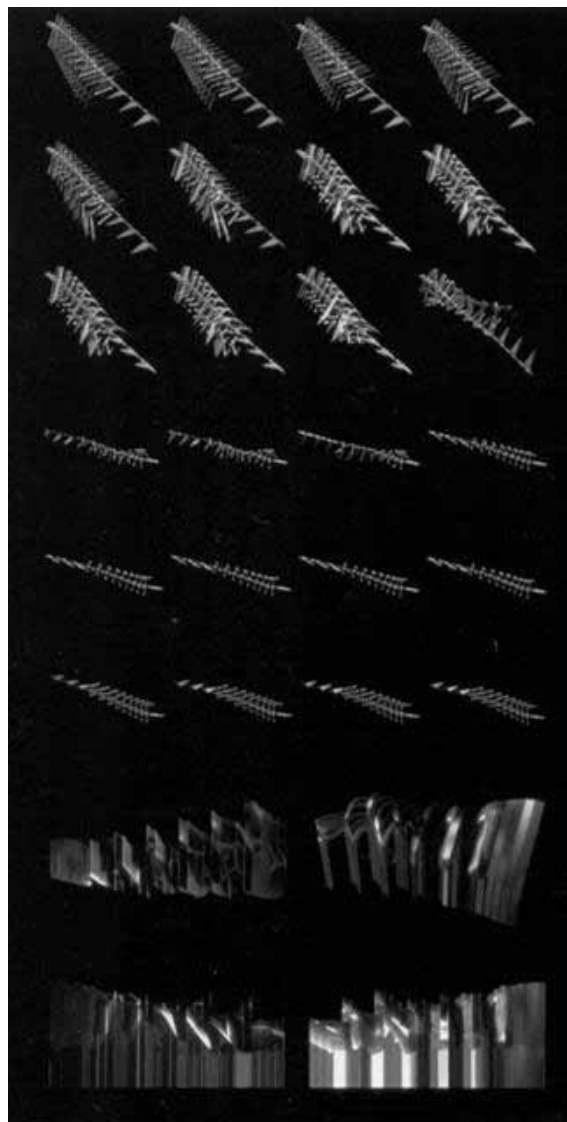
³⁴³ <http://www.softimage.com>

³⁴⁴ Avid Technology, Inc (NASDAQ: AVID) é uma companhia norte americana especializada em *digital nonlinear editing system* (NLE), além de serviços de gerenciamento e distribuição. Foi criada em 1987 e tornou-se uma empresa publicamente registrada em 1993. A Avid está sediada em Tewksbury, Massachusetts. Fundada por um gerente de marketing da Apollo Computer, Inc., William J. Warner, um protótipo de seu primeiro *digital nonlinear editing system* (the Avid/1) foi apresentado em uma suite na convenção anual da National Association of Broadcasters (NAB) em abril de 1988. The Avid/1 foi baseado no computador Apple Macintosh II, com especiais *hardware* e *software* projetados pela Avid instalados. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. Avid Technology. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Avid_Technology>. Acesso em: 03 Jul. 2006.

³⁴⁵ **Do original em Inglês:** "Obviously those who create animations of architecture are limited by the newness of the medium and the fact that much *software* is designed for industries other than architecture. The appropriation of *software* has caused many practitioners to press all the buttons simultaneously, or layer a million filters on top of one another for pure unadulterated effect." [SPILLER, 2001, P.84]

³⁴⁶ **Do original em Inglês:** "Animation is a term that differs from, but often confused with, motion. While motion implies movement and action, animation implies the evolution of a form and its

Essa compreensão da animação sob a perspectiva da evolução da forma é crucial no contexto de uma abordagem complexista dos processos de design em arquitetura. Utilizando recursos de animação disponíveis em *software* 3D é possível simular transformações em função de alterações em fatores e fluxos que perpassam o edifício inserido no ambiente, como fluxo de pedestres, usuários, movimentos de veículos, condições climáticas naturais ou artificiais – todos estes no tempo. Essa ‘arquitetura animada’, como proposta por Lynn, se assemelha a um sistema complexo – a forma-arquitetura emerge em função de interações e se transforma em função das mesmas, em função de fluxos concretos ou virtuais que a perpassam, no contexto de uma temporalidade irreversível.



015 | 3_ De cima para baixo: Uma série de estudos rápidos, executada para determinar uma superfície deformável para o esqueleto do envelope do edifício.

shaping forces; it suggests animism, animism, growth, actuation, virtuality. In its manifold implications, animation touches on many of architecture's most deeply embedded assumptions about its structure. What makes animation so problematic for architects is that they have maintained an ethics of statics in their discipline. More than even its traditional role of providing shelter, architects are expected to provide culture with stasis. Because of its dedication to permanence, architecture is one of the modes of thought based on the inert. Challenging these assumptions by introducing architecture to models of organization that are not inert will not threaten the essence of the discipline, but will advance it." [LYNN, 1999, apud ZELLNER, 1999, p.138]

Explorando os recursos de simulações em ambientes computacionais, no contexto de transformações na cultura científica e epistemológica, John Frazer discute os modelos computacionais evolucionários como novas alternativas processuais para a geração de forma, estrutura e organização em arquitetura. Esses modelos computacionais são desenvolvidos para simular a dinâmica de algumas situações. Segundo Frazer,

“Enquanto modelos existentes tendem a enfatizar dados quantitativos e são empíricos, o ambiente evolucionário tenta modelar dados mais intangíveis: os dados que não se prestam facilmente à linguagem da lógica simbólica e os quais suportam nexos não racionais; Preferivelmente, isso é tema para o mais emotivo, campo espacial da experiência humana.”³⁴⁷ [FRAZER, 1998, p.9, tradução nossa].

Esses *modelos evolucionários computacionais*, são constituídos por *sementes* ou *células* de descrições codificadas que podem se dividir ou multiplicar, como células vivas. Como explica Frazer, o crescimento dessas células de código computacional “[...] depende do seu ambiente, do seu próprio código genético.”³⁴⁸ [FRAZER, 1998, p.9, tradução nossa]. Esse crescimento não é, no entanto, necessariamente linear. Assim como essas células se dividem ou multiplicam, elas também morrem. Desse modo, a geração seguinte herdará as características das células sobreviventes da geração anterior e, conseqüentemente, a evolução do *modelo* se configurará dinamicamente e num estado de fluxo constante. O sistema evolui em transformação perpétua e o produto final desse processo de design não é resultado de um exercício formal estilístico, mas de um processo que imita mecanismos

genéticos e de seleção natural – um processo generativo. Segundo Frazer,

“Implícito dentro do *datascape* está uma potencialmente infinita variedade de formas com graus variáveis de adaptação. O modelo evolucionário usa um caminho genético para convergir em direção a melhores adaptações. Uma semente contém instruções genéticas para certos relacionamentos ou propriedades para serem supremas, e o ambiente contém outros critérios controladores. Desde que cada modelo pode crescer em um vasto número de caminhos, um número teoricamente infinito de soluções podem ser criadas. A aplicação da competição seletiva dentro de um ambiente, ou critérios conflitantes, podem ser usados para criar uma pequena amostra a partir da qual fazer uma seleção.”³⁴⁹ [FRAZER, 1998, p.9, tradução nossa]

Essas técnicas envolvendo conceitos evolutivos de design e utilizando modelos computacionais em ambientes digitais de simulação, já em finais da década de 1990, estavam estabelecidas em áreas como arquitetura, aeronáutica, design têxtil e música, para citar algumas. Em todas estas áreas, a técnica implica um algoritmo genético³⁵⁰

³⁴⁷ **Do original em inglês:** “While existing models tend to place emphasis on quantifiable data and are empirical, the evolutionary environment attempts to model more intangible data: data which does not easily lend itself to the language of symbolic logic and which supports no rational nexus; rather, it is subject to the more emotive, spatial realm of human experience.” [FRAZER, 1998, p.9].

³⁴⁸ **Do original em inglês:** “[...] depends on the environment and its own genetic code.” [FRAZER, 1998, p.9].

³⁴⁹ **Do original em inglês:** “Implicit within the datascape is a potentially infinite variety of forms with varying degrees of adaptation. The evolutionary model uses a genetic pathway to converge towards better adaptations. A seed contains genetic instructions for certain relationships or properties to be paramount, and the environment contains other controlling criteria. Since each model can grow in a vast number of ways, a theoretically infinite number of solutions can be bred. The application of selective competition within an environment, or conflicting criteria, can be used to create a smaller pool from which to make a selection.” [FRAZER, 1998, p.9]

³⁵⁰ Algoritmo Genético (AG) é uma técnica de procura utilizada na ciência da computação para achar soluções aproximadas em problemas de otimização e busca. Algoritmos genéticos são uma classe particular de *algoritmos evolutivos* que usam técnicas inspiradas pela biologia evolutiva como hereditariedade, mutação, seleção natural e recombinação (ou *crossing over*). In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. Algoritmo genético. Disponível em:

que requer parâmetros-chave de uma ideia de design (dados) para serem codificados em um *script de código*³⁵¹ análogo ao *script* codificado no DNA. De maneira similar ao que ocorre na natureza, esse *script* é submetido a processos como *crossover*³⁵² e mutações e a forma resultante das instruções ou parâmetros da ideia inicial de design codificadas são submetidas a alguma forma de seleção. No decorrer do processo, a *seleção natural* pode ser utilizada como um critério quantificável. Paralelamente, a interrupção periódica do processo pode ser utilizada para a tomada de decisões mais intuitivas ou para assinalar uma mudança na direção da exploração. Entre os arquitetos que tem, desde a década de 1990, explorado o universo de relações entre arquitetura e complexidade sob essa perspectiva, destacamos aqui Ali Rahim, Karl Chu e Greg Lynn.

3.4.2.1_A complexidade de Ali Rahim

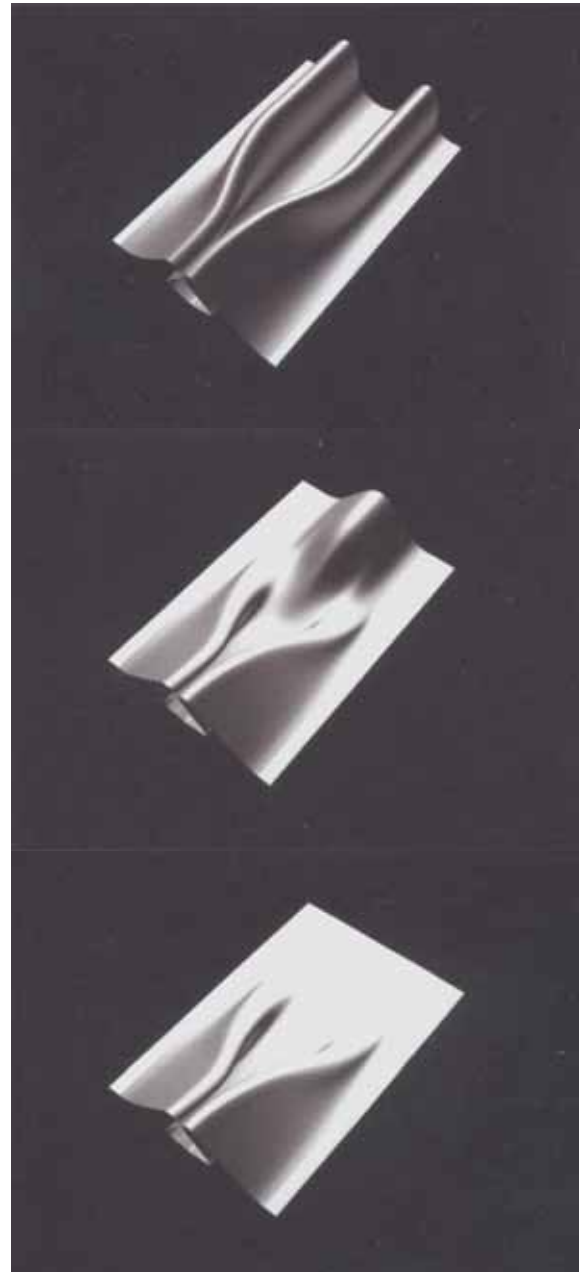
Nascido em Sri Begawan Tow, Brunei, graduou-se em arquitetura em 1987 na Michigan University, tendo concurido em 1996, o MArch pela Columbia University. É professor na University of Pennsylvania, na Philadelphia desde

<<http://en.wikipedia.org/wiki/Special:Search?search=algoritmo+gen%C3%A9tico+>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

³⁵¹ Tradução nossa do termo em inglês: '*code script*'

³⁵² Recombinação, ou *permutação* (ou ainda, em inglês, "*crossover*") é um fenômeno que ocorre durante a prófase I da meiose, em que os cromatídeos homólogos, mas não irmãos, se entrelaçam, sofrem quebras e fazem permuta de segmentos cromossômicos, havendo assim troca de genes e serve para aumentar a variabilidade genética das células-filhas. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. Recombinação. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Recombina%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 03 jul. 2006. (optamos por utilizar o termo em inglês por ser o mais usual no âmbito das publicações na área de Biologia em português no Brasil.)

1998, tendo fundado o estúdio *Ali Rahim Architecture* em 1999, sediado nas cidades de New York e na Philadelphia.



016 | 3_ Ali Rahim: Estratégias formais informadas por técnicas de animação.

Em artigo intitulado '*Irreducible time: machining possibilities*', o arquiteto explora as possibilidades de ampliação do potencial criativo em ambientes computacionais focalizando técnicas de

animação capazes de otimizar o imprevisível, irreversível e qualitativo no que concerne ao gerenciamento do tempo. Considerando que o determinismo do tempo é uma abstração necessária para substituir a duração indeterminada da temporalidade (onde passado, presente e futuro são simultâneos), o arquiteto mostra como é possível tirar vantagem do que chama *duração qualitativa*. Segundo Rahim,

“Tiramos vantagem dessa duração qualitativa usando *software* de animação *high-end* onde o presente está limitado pelo passado com abertura em direção ao futuro. Isso desloca nossa compreensão do mundo objetivo para um que não é fixo no espaço e no tempo. A realidade objetiva é um mundo potencial de possibilidade onde idéias criativas entrelaçadas com técnicas temporais de animação, maximizam o potencial de criar programas, material e formas que são novas e originais.”³⁵³ [RAHIM, 2001, p.31, tradução nossa]

Para desenvolver sua abordagem acerca de uma *duração qualitativa* do tempo no processo de design em arquitetura, o arquiteto resgata as considerações de Norbert Wiener, no primeiro capítulo de '*Cibernética, ou controle e comunicação no animal e na máquina*' [1948] - *Tempo Newtoniano e Bergsoniano*. Nesse capítulo Wiener analisa questões relativas à irreversibilidade e à

reversibilidade do tempo, mostrando que a reversibilidade do tempo Newtoniano não pode ser verificada quando aplicada a sistemas onde várias partes interagem e o todo é uma emergência dessa interação. Nas palavras de Wiener,

“[...] se tivéssemos de tomar um filme dos planetas, com uma aceleração tal que revelasse um quadro perceptível de atividade, e o projetássemos em sentido contrário, ainda obteríamos um quadro possível dos planetas de acordo com a mecânica newtoniana. Por outro lado, se tivéssemos de tomar uma seqüência fotográfica da turbulência de uma nuvem tempestuosa e a invertéssemos, ela pareceria completamente errada. Veríamos correntes de ar descendentes onde esperamos correntes ascendentes, turbulências de textura cada vez mais grosseira, relâmpagos precedendo ao invés de seguir as mudanças de nuvem que usualmente os antecedem, e assim por diante indefinidamente.” [WIENER, 1970, p.59]

Wiener utiliza essas colocações para chegar à questão central em sua abordagem nesse capítulo – em sistemas nos quais a capacidade de evolução é uma característica intrínseca, *o tempo é irreversível*. Como coloca o matemático, “O indivíduo é uma flecha apontada através do tempo em uma direção, e a raça é igualmente dirigida do passado para o futuro.” [WIENER, 1970, p.63]. Henri Bergson³⁵⁴, entre outros, enfatizou a

³⁵³ Do original em inglês: “We take advantage of this qualitative duration by using high-end animation *software* where the present is bound by the past with openness towards the future. This shifts our knowledge of the objective world to one which is not fixed in space and time. Objective reality is a potential world of possibility where creative ideas intertwine with temporal animation techniques, maximizing the potential for creating programs, material and forms that are new and original.” [RAHIM, 2001, p.31]

³⁵⁴ Henri Bergson (1859-1941), estudou no *Lycée Condorcet* e na *École Normale Supérieure*, onde cursou filosofia. Foi professor da *École Normale Supérieure* em 1898 e, de 1900 a 1921, ocupou a cadeira de filosofia do *Collège de France*. Em 1914 foi eleito membro da *Académie Française*, sendo ainda, de 1921 a 1926, presidente da *Commission for Intellectual Cooperation* da *League*

diferença entre o tempo – considerado como um número ou uma entidade estática –, e o tempo que não tem existência real independente do sujeito. Nas palavras de Wiener, o filósofo “[...] salientou a diferença entre o tempo reversível da física, no qual nada de novo acontece, e o tempo irreversível da evolução e biologia, no qual há sempre algo de novo.” [WIENER, 1970, p.66].

Trazendo essas discussões para o cerne do processo de design em arquitetura Ali Rahim mostra que, quando um sistema se comporta de maneira suficientemente *espontânea*, sem receber instruções de nível mais alto, se configura uma diferença entre passado e futuro e então, pode-se considerar que o *tempo é qualitativo, direcional e irreversível*. Essa aleatoriedade e espontaneidade devem ter mais valor do que a causalidade e a previsibilidade para ampliar a potencialidade qualitativa no processo de design. Segundo Rahim,

“Potencialidade são determinadas matrizes dos *software* de animação *high-end* entre a conceituação da idéia inicial e sua forma material. Essas animações são não-lineares, endógenas e *bottom-up* onde o efeito não é causal; elas não são tampouco proporcionais a suas causas mas são imprevisíveis e emergentes. Elas operam com espontaneidade e desenvolvem peculiaridades simultaneamente com a

direcionalidade irreversível da temporalidade onde o presente e o passado são simultâneos. O futuro é indeterminado mas é limitado por seu passado e faz do presente o processo de estar sendo. Essa evolução epistemológica é um processo em andamento que tende a crescer de modo oportuno e é construtiva.”³⁵⁵ [RAHIM, 2001, p.33, tradução nossa]

Na nota de rodapé referente ao termo ‘*construtivo*’ no referido artigo de 2001³⁵⁶, quando se refere à evolução epistemológica, Rahim faz referência à abordagem dos biólogos Humberto Maturana e Francisco Varela no livro ‘*Autopoiesis and Cognition: the realization of the living*’, de 1980. Em outra publicação dos pesquisadores chilenos, ‘*A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*’, citada no primeiro capítulo da presente dissertação, os pesquisadores apresentam a noção de organização autopoietica dos seres vivos, ou seja, a capacidade de “[...] literalmente – produzirem de modo contínuo a si próprios.” [MATURANA; VARELA, 2004, p. 52]. Em outro momento, os pesquisadores abordam a questão da evolução considerando a autopoiese como um mecanismo nesse contexto. Segundo Varela e Maturana, na evolução

of Nations. Entre suas influências intelectuais, estão Spencer, Mill, e Darwin. Em seu livro *L'Évolution Créatrice* (1907), Bergson desenvolveu uma teoria do tempo introduzida em trabalhos anteriores e a aplicou ao estudo de ‘coisas’ vivas. Disponível em: <<http://nobelprize.org/literature/laureates/1927/bergs-bio.html>>. Acesso em: 19 fev. 2006.

³⁵⁵ **Do original em inglês:** “Potentiality is determinate matrices of high-end animation *software* between the conceptualization of the initial idea and its material form. These animations are nonlinear, endogenic and bottom-up where effects are not causal; they are no longer proportional to their causes but are unpredictable and emergent. They operate with spontaneity and develop traits simultaneously with the nonreversible directionality of temporality where the present and past are simultaneous. The future is undecided but is bound by its past and makes present the process of having been. This epistemological evolution is an ongoing process that tends to grow in an opportunistic manner and is constructive.” [RAHIM, 2001, p.33].

³⁵⁶ *Irreducible time: machining possibilities.*

"[...] o que há é apenas a conservação da adaptação e da autopoiese, num processo em que organismo e ambiente permanecem num contínuo acoplamento estrutural." [MATURANA; VARELA, 2004, p. 130]. Fazendo referência ao pensamento dos biólogos, dentro de uma noção construtivista de evolução, Rahim coloca que,

"O construtivismo assume que todo o conhecimento é formado com o processo de aprendizagem. Compreensão é acelerada. Esse modelo é baseado em adaptações flutuantes e transformações ocorrendo dentro desse sistema, mas não limitadas a ele. O construtivismo utiliza o conceito de uma evolução epistemológica, a noção de conhecimento é um processo em andamento. Nossas experiências construídas umas sobre as outras e consolidadas em conjunto formam um corpo de conhecimento heterogêneo. Isso nos provê um arcabouço para dedução e adaptação para mudar condições em nosso ambiente. A determinação do nosso entendimento é baseada, então, sobre a indeterminação de nossas experiências, e de não outra forma. Dessa maneira o arcabouço construído mantém a unidade, enquanto sendo hábil a transformar e mudar de acordo com novas condições. A análise construtivista provê o processo de animação com a oportunidade de desenvolver criativamente dentro de um meio de abstração."³⁵⁷ [RAHIM, 2001, p.31-32, tradução nossa]

³⁵⁷ Do original em inglês: "Constructivism assumes that all knowledge is formed with the process of learning. Understanding is accretive. This model is based on fluctuating adaptations and transformations occurring within its system, but not limited to it. Constructivism utilizes the concept of an epistemological evolution, the notion of knowledge is an ongoing process. Our experiences build upon each other and consolidated together form a heterogeneous body of knowledge. This provides for us a framework for inference and for adaptation to changing conditions in our environment. The determination of our understanding is based, then, upon the indeterminacy of our experiences, and not the other way round. In this manner the

O arquiteto aposta na transformação de uma temporalidade reversível em arquitetura – no contexto do uso de técnicas computacionais para animação evolutiva – em uma temporalidade irreversível e indeterminada, a qual tem a unidade de um futuro que torna o presente um processo de 'ter sido'. Rahim acredita que essa duração qualitativa entre passado e futuro maximiza os potenciais generativos no contexto de técnicas de animações não-lineares, de sistemas complexos *bottom-up*.

3.4.2.2_ A complexidade de Karl Chu

Karl S. Chu nasceu em Burma em 1950, tendo forte ligação com a música e com o budismo – Chu chegou mesmo a se tornar um monge budista³⁵⁸. Graduou-se em arquitetura em 1977 pela *University of Houston*, Texas. Em 1984 concluiu o *Master of Architecture*, na *Cranbrook Academy of Art*, Bloomfield Hills, Michigan. Lecionou de 1990 a 2000 no *Southern Design Institute of Architecture* [SCI-Arc] em Los Angeles e, desde 2000, é professor da Faculdade de Arquitetura da *Columbia University*, New York. Fundou o estúdio de arquitetura *X Kavya*, nos Estados Unidos, e tem, ao longo de seu percurso como arquiteto, se dedicado a investigações teóricas e experimentações em ambientes

constructed framework maintains unity, while being able to transform and mutate according to new conditions. The constructivist analysis provides animation process with an opportunity to develop creatively within a mode of abstraction." [RAHIM, 2001, p.31-32]

³⁵⁸ ARCHITECTURAL DESIGN. **Biographies**. Architectural Design, vol.68, n.11/12, nov./dec., 1998, p.96.

computacionais buscando “[...] novos pontos de contato entre as culturas material e eletrônica.”³⁵⁹ [ARCHITECTURAL DESIGN, p.96, 1998, tradução nossa]



017| 3_ Karl S Chu, 'genetic space': experimentos – Phylogon 1.

Em artigo intitulado '*Genetic Space*', Karl S Chu³⁶⁰ discute esses ambientes computacionais, definindo-os como *espaços genéticos*³⁶¹ que, segundo ele, possuem um status metafísico “[...] radicalmente diferente da concepção de ciberespaço como espaço aumentado, uma mimética, apesar de interativa

simulação e transfusão do universo de imagens que já estão em uso lado a lado com um hiper-infeccioso desejo de imersão em um ambiente alucinógeno.”³⁶² [CHU, 1998, p.72, tradução nossa]. Para o arquiteto, o design em ambientes computacionais que permitem modelagem e animação no tempo, não é o design de formas como imagens virtuais com as quais se pode interagir via imersão. O design nesses espaços, se os consideramos como *espaços genéticos* é o design de uma arquitetura *em evolução* no contexto de uma temporalidade irreversível. O espaço genético para Chu,

“[...] é um salto dentro da lógica criativa de sistemas evolucionários, onde a possibilidade para geração recursiva de estruturas inteligentes, como expressões da oralidade maquínica, é envolvida em complexas variáveis e funções. Do mesmo modo, esse é um nível de entrada de modelagem de um mundo possível que se encontra ainda em seu estado embrionário.”³⁶³ [CHU, 1998, p.72, tradução nossa]

No contexto de suas explicações, Karl Chu constrói ainda uma conexão com o pensamento de Maturana e Varela sobre o conceito de autopoiesis para explicar a natureza do que chama *espaço genético*. Segundo Chu, “[...] o espaço genético é [...] um sistema **autopoietico**

³⁵⁹ Do original em inglês: “[...] new points of contact between material and electronic cultures.” [ARCHITECTURAL DESIGN, p.96, 1998]

³⁶⁰ Karl S. Chu [1950 –] Em 1977 formou-se em Arquitetura na University of Houston, Texas. Em 1984 concluiu o Master of Architecture, na Cranbrook Academy of Art, Bloomfield Hills, Michigan. Lecionou de 1990 a 2000 no Southern Design Institute of Architecture (SCI-Arc) Los Angeles e leciona na Faculdade de Arquitetura da Columbia University, New York, desde 2000.

³⁶¹ Tradução nossa do termo em inglês: '*genetic spaces*'

³⁶² Do original em inglês: “[...] radically different from the conception of cyberspace as augmented space, a mimetic, albeit interactive simulation and transfusion of the universe of images that are already in currency along with a hyper-infectious desire of immersion into an hallucinogenic landscape.” [CHU, 1998, p.72]

³⁶³ Do original em inglês: “[...] is a tapping into creative logic of evolutionary systems, where the possibility for recursive generation of intelligible structures, as expressions of machinic orality, is folded into complex variables and functions. As such, it is an entry-level modeling of a possible world that is still in its embryonic state.” [CHU, 1998, p.72]

evoluindo dinamicamente e combinando dentro de uma alquimia da cronogeometria.”³⁶⁴ [CHU, 1998, p.72, tradução nossa, grifo nosso]. O arquiteto tem construído uma ponte entre processos de design em arquitetura e complexidade em vários artigos teóricos, através de uma intrincada rede de referências que abrange os domínios científico, tecnológicos e filosóficos. Essa rede conecta a matemática barroca de Leibniz, à cibernética, teoria da informação e teoria dos sistemas, em meados do século passado, aos desdobramentos dos desenvolvimentos em engenharia genética e de sistemas computacionais. É uma rede de conexões que constitui um verdadeiro mapa da complexidade, do que podemos compreender como um pensar complexo em ciência. Segundo Chu,

“No século XVII, Leibniz [...] propôs a idéia de uma máquina abstrata, um cálculo universal, que se tornou o precursor de uma moderna teoria da combinatória. Em seu *Arte Combinatória* ele inventou um sistema de ‘escrita universal’ ou ‘poligrafia universal’ baseado no ‘alfabeto do pensamento humano’. Essa máquina, em termos conceituais, é um sistema computacional universal capaz de calcular todas as possíveis modalidades de significação e, presumivelmente, de simulação, contanto que elas sejam formuladas de acordo com as leis da razão. Essa noção de um sistema combinatório universal que pode gerar soluções possíveis ou estruturas e, por extensão, mundos possíveis, alcançou encarnação concreta somente no

início da metade do século XX na forma da Máquina Universal de Turing (UTM).”³⁶⁵ [CHU, 1998, p.72, tradução nossa]

O esforço de Chu contribui para um resgate do pensamento de Leibniz, no contexto das discussões teóricas relacionadas às tecnologias computacionais. Um esforço que tenta re-colocar e re-conectar esse pensamento barroco com os desdobramentos atuais em ciência e tecnologias digitais e auxiliar, em arquitetura, no próprio exercício de compreensão dos meios computacionais e dos processos possíveis nesses meios, contribuindo para a efetivação de um domínio criativo.

3.4.2.3_ A complexidade de Greg Lynn

“Arquitetura é a disciplina onde sistemas de regulação e proporção estão implícitos e é na disciplina da arquitetura que conceitos de geometria e ordem holística estão mais intrinsecamente ligados. Mais que do que simplesmente transgredir esses sistemas de proporção e ordem, é possível que interesses em diversidade, diferença e descontinuidades não impeçam o pensamento formal e matemático. O que é necessário para uma rigorosa teorização da diversidade dentro da disciplina arquitetura é precisamente um sistema alternativo de complexidade na forma; um formalismo complexo que é

³⁶⁴ **Do original em inglês:** “[...] the genetic space is [...] an autopoietic system evolving dynamically and synthesizing into an alchemy of chronogeometry.” [CHU, 1998, p.72].

³⁶⁵ **Do original em inglês:** “In the 17th century, Leibniz [...] proposed the idea for an abstract machine, an universal calculus, that has become the precursor to the modern theory of combinatorics. In his *Arte Combinatoria*, he invented a system of ‘universal writing’ or ‘universal polygraphy’ based on the ‘alphabet of human thought’. This machine, in conceptual terms, is a universal computing system capable of calculating all possible modalities of signification and, presumably, of simulation, as long as they are formulated in accordance to the laws of reason. This notion of a universal combinatorial system that can generate possible solutions or structures and, by extension, possible worlds, is to find concrete incarnation only in the early to mid-20th century in the form of a Universal Turing Machine [UTM].” [CHU, 1998, p.72]

em essência livremente diferenciado.”³⁶⁶
[LYNN, 1995, p.42, tradução nossa]

Greg Lynn nasceu em 1964 em Virmillion, Ohio, Estados Unidos, tendo se graduado em filosofia e design ambiental³⁶⁷. Em 1998 conclui mestrado pela Princeton University, tendo trabalhado como arquiteto nos escritórios de Peter Eisenman e de Antoine Predock.



018 | 3_ Greg Lynn em entrevista com Yu-Tung LIU.

Em 1994, Lynn estabelece o GLForm - Greg Lynn FORM - em Hoboken, New Jersey e, em 1998 se transfere para Venice, em Los Angeles, California, com a intenção de tirar proveito do *know-how* e das pesquisas em tecnologia das indústrias do entretenimento e de manufaturas em geral do parque tecnológico do sul da Califórnia. O

³⁶⁶ **Do original em inglês:** “Architecture is the discipline where systems of regulation and proportion are implicit and it is in the discipline of architecture that concepts of geometry and holistic order are most inextricably linked together. [...] Rather than simply transgressing these systems of proportion and order, it is possible that interests in diversity, difference and discontinuity do not preclude formal and mathematical thought. What is necessary for a rigorous theorization of diversity and difference within the discipline of architecture is precisely an alternative system of complexity in form; a complex formalism that is in essence freely differentiated.” [LYNN, 1995, p.42]

³⁶⁷ Philosophy (BPhil) e Environmental Design (BED)

estúdio de Lynn, que é um dos integrantes do *United Architects*³⁶⁸, se estrutura de forma a estar aberto para trabalhar em parcerias colaborativas com profissionais das mais diversas áreas.

O *United Architects* é uma organização mundial multidisciplinar de arquitetos e designers gráficos cujas especialidades combinadas, segundo seus integrantes, “[...] abrange a grande escala urbana, varejo, transporte e projetos comerciais, instalações institucionais, habitações e design de produtos.”³⁶⁹ [UNITED ARCHITECTS, 2006, tradução nossa]. Com experiência projetual na Europa, Ásia, América do Norte e América do Sul, o grupo tem utilizado as mais recentes tecnologias para dar suporte a sua atuação internacional.



019 | 3_ United Architects.

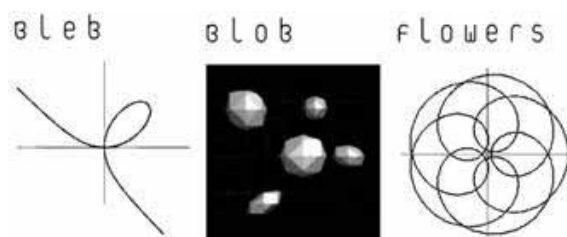
³⁶⁸ Integram o corpo de diretores do *United Architects* Ben van Berkel e Caroline Bos [UN Studio, Amsterdam], Mikon van Gestel [IF - Imaginary Forces, Los Angeles e New York], Kevin Kennon [KKA - Kevin Kennon Architect], Greg Lynn [GLF - Greg Lynn Form, Los Angeles], Farshid Moussavi e Alejandro Zaera Polo [FOA - Foreign Office Architects, Londres e Yokohama], Jessie Reiser e Nanako Umemoto [RUR Architecture - Reiser+Umemoto, New York]. Reunindo profissionais de formações diversas, a interação entre habilidades é o que move o grupo. O United se estrutura em uma rede articulada a distância, se organizando para desenvolver propostas para concursos internacionais de Arquitetura, como a proposta para o 'World Trade Center 12 | 2002 Competition', em Nova Iorque.

³⁶⁹ **Do original em inglês:** “[...] includes large scale urban, retail, transportation, and commercial projects, institutional facilities, housing, and product design.” [UNITED ARCHITECTS, 2006].

Influenciado por sua formação inicial em filosofia e design ambiental, Lynn tem se empenhado em construir um diálogo entre o processo de design em arquitetura e a construção, através de especulações teórico-experimentais, tendo se associado a várias instituições acadêmicas como pesquisador e professor³⁷⁰. Por acreditar que “[...] como arquiteto você tem mais influência no nível das idéias do que você pode ter no nível do trabalho construído.”³⁷¹ [LYNN, 2001, p.23, tradução nossa], Lynn tem dedicado ainda, atenção especial a publicações³⁷² que, compartilhando rigor teórico, funcionam como um exercício de reflexão sobre seu processo criativo em arquitetura.

Priorizando explorações que envolvem esses ambientes computacionais e as possibilidades que viabilizam de modelagem e animação, Lynn elaborou um glossário de *conceitos gerados a partir de ferramentas* que emergiram dessas explorações. Entre conceitos como ‘*Bleb*’ – “[...] conjuntos de espaços formados quando uma superfície interceciona a si mesma produzindo um espaço capturado.”³⁷³ [LYNN, 2006, tradução

nossa] – ou *Flower* - “[...] morfologias [que] são a combinação de feixes de fios e também tubos dobrados ou ‘blebs’.”³⁷⁴[LYNN, 2006, tradução nossa], destaca-se o conceito denominado *Blobs* - uma classe de modelos geométricos topológicos para modelar agregados complexos. Um interessante exemplo desses modelos topológicos são as *poli-superfícies isomórficas* que, na indústria de animação e de efeitos especiais, são conhecidos como *meta-balls* ou *blob models*.



020 | 3_ Bleb | Blob | Flower. Greg Lynn Form.

Explicações sobre a organização dessas geometrias fazem referência ao desenvolvimento de uma tipologia para a complexidade. Nesse contexto Lynn coloca que, “Talvez se Leibniz tivesse tido acesso a pesquisas sobre esses modelos durante seu debate com Descartes sobre gravidade e força nós potencialmente poderíamos ter evitado dois séculos de Cartesianismo redutivo.”³⁷⁵ [LYNN, 1995, p.42, tradução nossa]. Em artigo intitulado *Blobs*³⁷⁶, onde trata especificamente da questão

³⁷⁰ Greg Lynn, que inicia sua sua atuação acadêmica em 1993, é atualmente professor na *University of Califórnia* [Los Angeles, USA], na HdAK [Vienna, Áustria] e na *Yale University*, tendo lecionado anteriormente na *Columbia University* [New York, USA] e na *Ohio State University*, além de colaborado como instituições como a *Graduate School of Architecture* [USA], a *AA-Architectural Association* [London, UK], a *University of Illinois* [Chicago, USA] e a *Eidgenössische Technische Hochschule* [ETH, Zuerich, Switzerland].

³⁷¹ Do original em inglês: “[...] as an architect you have more influence at the level of ideas than you would ever have at the level of building work.” [LYNN, 2001, p.23].

³⁷² Greg Lynn é autor de diversos títulos, dentre os quais: ‘*Intricacy*’ [2003], ‘*Animate Form*’ [1998], ‘*Folds, Bodies and Blobs: Collected Essays*’ [1998] e ‘*Folding in Architecture*’ [1993].

³⁷³ Do original em inglês: “[...] pockets of space formed when a surface intersects itself making a captured space.” [LYNN, 2006]

³⁷⁴ Do original em inglês: “[...] morphologies [that] are a combination of bundled strands and either folded tubes or blebs.” [LYNN, 2006]

³⁷⁵ Do original em inglês: “Perhaps if Leibniz had had the resources of these models available during his debate with Descartes over gravity and force we potentially might have avoided two centuries of reductive Cartesianism.” [LYNN, 1995, p.42].

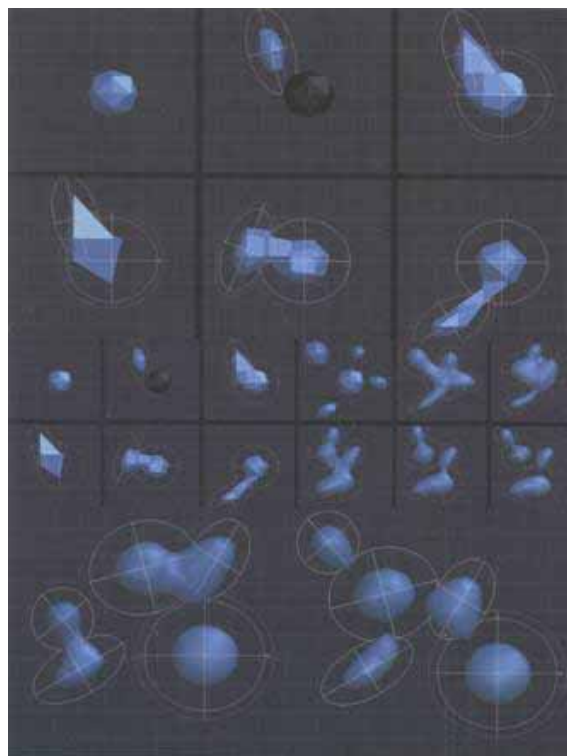
³⁷⁶ LYNN, G. Blobs. *JPVA – Journal of Philosophy And The Visual Arts*. London: Academy Group, n.6, 1995, p. 39-44.

da complexidade em arquitetura, Lynn questiona a aproximação de Robert Venturi que, em 1966, publica seu '*Complexidade e Contradição em arquitetura*', utilizando o termo para referir *conflito* e *diferença*. Nas palavras de Lynn,

"O uso do termo complexidade nesses textos arquitetônicos esteve relacionado ao conflito de múltiplas diferenças. Os todos complexos de Venturi são exemplares de complicação e isso requisita contradição mascarada como complexidade.³⁷⁷" [LYNN, 1995, p. 39, tradução nossa].

A abordagem de Venturi em 1966 tenta colocar um problema iminente no cenário arquitetônico naquele momento, e que se configurava no conflito entre os ideais do Movimento Moderno de uma arquitetura da simplificação e da linearidade, e os de um nascente Pós-Modernismo. Venturi se coloca como crítico de uma postura adotada pelos arquitetos modernos ortodoxos, dentre os quais inclui Frank Lloyd Wright e Le Corbusier que, segundo ele, evitavam a ambigüidade e reconheciam a complexidade de maneira insuficiente ou inconsistente. Afirma que as recorrentes racionalizações em prol da simplificação em arquitetura ainda, naquela época, constituíam expansões do importante paradoxo de Mies van der Rohe, '*menos é mais*'. No entanto, a visão de Venturi do que possa significar 'complexidade' em arquitetura se coloca

mais a partir de uma 'estética do produto' que de uma discussão acerca do processo de design em arquitetura. É esse o ponto atacado pela crítica de Greg Lynn.



021 | 3_ Greg Lynn Form. Meta-blob studies.

A análise que o arquiteto faz da complexidade em arquitetura, ao contrario de Venturi, se estrutura a partir do processo de design. Assim, seus '*conceitos gerados a partir de ferramentas*³⁷⁸ - como *Blobs*, por exemplo -, constituem entradas para compreensão da relação entre complexidade e processo de design. Segundo Lynn,

"Complexidade, portanto, não está somente sempre presente como potencial mesmo nas mais simples ou primitivas formas; mas, ainda mais assim, é medida

³⁷⁷ Do original em inglês: "The use of the term complexity in these architectural texts has been related to the conflict of multiple differences. Venturi's complex wholes are exemplary of complication and its requisite contradictions masquerading as complexity." [LYNN, 1995, p. 39].

³⁷⁸ Tradução nossa do termo em inglês: '*tool-generated concepts*'

pelo grau de ambas, **continuidade** e **diferença**, que estão co-presentes em cada momento. Essa medida de complexidade (o índice do que é continuidade e diferenciação), deve ser descrito como o estágio no qual um sistema se comporta como um *blob*.³⁷⁹ [LYNN, 1995, p.44, tradução nossa, grifo nosso].

Dentro da perspectiva complexista do processo de design de Lynn, um conceito central é o de *animação* onde a consideração da irreversibilidade do tempo desempenha papel crucial. Animação para Lynn, “[...] implica a evolução de uma forma e de suas forças modeladoras.”³⁸⁰ [LYNN, 1999, apud ZELLNER, 1999, p.138, tradução nossa]. O tempo de Lynn é o *tempo Bergsoniano* que Wiener, em 1948, confronta com o tempo Newtoniano. O tempo na abordagem complexista do processo de design de Lynn é o tempo da *transformação*, da evolução da forma. Nas palavras do arquiteto,

“Uma teoria da organização complexa em arquitetura pode incorporar variação temporal com o desenvolvimento de tipos geométricos alternativos. Uma interação e diferenciação que prolifera pode sustentar um projeto alternativo às teorias antiquadas e fixas de redução interativa que a arquitetura tem adotado para seus conceitos de

estático e de proporção.”³⁸¹ [LYNN, 1995, p.43, tradução nossa]

A noção de um tempo irreversível se articula dentro de um ambiente para design onde é possível projetar a arquitetura como um processo de interações entre variáveis, como um *sistema complexo*, e a forma como uma emergência desse processo. Nesse contexto Lynn aponta três características que considera primordiais aos *software* de animação que, efetivamente, fazem destes novos meios para o design em arquitetura, e que são: *moção, parâmetros e topologia*. A noção de moção em arquitetura, apesar de evidentemente não ser nova, tem seu significado ampliado em complexidade e interesse para a arquitetura, a partir do momento em que se efetiva uma migração de *software* e *hardware* de animação – e aqui animação para Lynn implica evolução no tempo – para o processo de design. Isso constitui uma ampliação do conceito de moção viabilizada pelas possibilidades de cálculo dos sistemas computacionais. Segundo Lynn,

“A aproximação a essas máquinas computacionais pode ser barroca em espírito, por duas razões principais. A primeira, artisticamente o barroco foi o tempo onde os processos de movimento e moção foram mais rigorosamente experimentados no design e construção da forma arquitetônica. A segunda, foi o

³⁷⁹ **Do original em inglês:** “Complexity, therefore, is not only always present as potential in even the most simple or primitive of forms; but, even more so, it is measured by the degree of both continuity and difference that are co-present at any moment. This measure of complexity [the index of which is continuity and differentiation] might be described as the degree to which a system behaves as a blob.” [LYNN, 1995, p.44].

³⁸⁰ **Do original em inglês:** “[...] implies the evolution of a form and its shaping forces;” [LYNN, 1999, apud ZELLNER, 1999, p.138]

³⁸¹ **Do original em inglês:** “Such a theory of complex organization in architecture would incorporate temporal variation within the development of alternative geometric types. An interaction and differentiation that proliferates can provide a counter project to the antiquated and fixed theories of interactive reduction that architecture has adopted for its concepts of statics and proportion.” [LYNN, 1995, p.43].

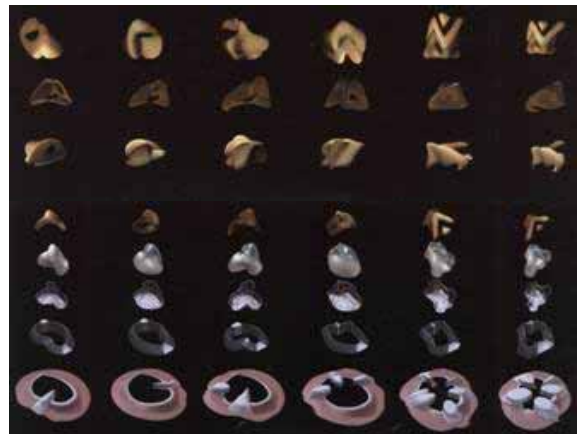
último momento de resistência antes que a maior parte das disciplinas intelectuais fossem completamente reinstrumentalizadas através do reducionismo Cartesiano e da matematização. O principal pensador do período barroco, Leibniz, é uma figura central para qualquer discussão acerca de processos combinatórios de moção ainda hoje.”³⁸² [LYNN, 1997, p.54, tradução nossa]

Partindo desses pressupostos, o arquiteto considera que “[...] a aproximação ao fluxo computacional pode ser mais semelhante aos modelos abstratos das propriedades dos materiais do período barroco do que podem ser para os experimentos em inteligência artificial dos anos 1960, 70 e 80, ou mais ainda, que a Geração-X ciber-cultura dos 90.”³⁸³ [LYNN, 1997, p.54, tradução nossa]. Nesse contexto Lynn define o *digital* não a partir de seus componentes concretos, ou como um conjunto de circuitos capaz de *pensar* como um cérebro orgânico, para Lynn,

“O campo digital é povoado por componentes abstratos com propriedades intrínsecas e restrições que colocam limites interativos para modelo, forma e comportamentos no tempo. Esses são os

atributos de meios computacionais os quais tão desesperadamente requerem novas sensibilidades arquitetônicas e abordagens compositivas.”³⁸⁴ [LYNN, 1997, p.54, tradução nossa]

Lynn mostra que a característica que distingue todos esses processos computacionais é a integração de *fluxos temporais* e *forças modeladoras* na descrição de uma forma no tempo. Em ambientes computacionais onde componentes abstratos possibilitam modelar e animar formas no contexto de uma temporalidade irreversível, os métodos de design envolvem, como coloca Lynn, as “[...] coreografias de organizações através da manipulação de efeitos de força.”³⁸⁵ [LYNN, 1997, p.54, tradução nossa].



022 | 3_ Diagramas de Processo. Greg Lynn Form.

O projeto que Lynn desenvolve de 1998 a 1999, juntamente com um time de colaboradores de diversas áreas - as *Embryologic Houses* -, condensa e ajuda

³⁸² **Do original em inglês:** “The approach to these computational machines must be baroque in spirit, for two primary reasons. First, artistically the baroque was the time where movement and motion processes were most rigorously experimented within the design and construction of architectural form. Second, it was last moment of resistance before most of the intellectual disciplines were completely retooled through Cartesian reductionism and mathematicization. The principle thinker of the baroque period, Leibniz, is a pivotal figure for any discussion of combinatorial motion process even today.” [LYNN, 1997, p.54]

³⁸³ **Do original em inglês:** “[...] the approach to computational flow would be more akin to the abstract models of material properties of the baroque period than they would be to the experiments in artificial intelligence of the 1960s, 70s and 80s, or even more so, the Generation-X cyber-culture of the 90s.” [LYNN, 1997, p.54]

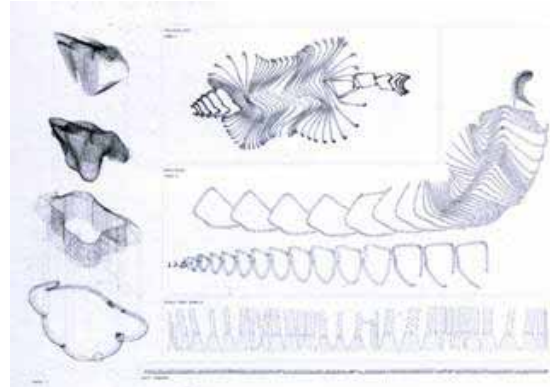
³⁸⁴ **Do original em inglês:** “The digital realm is populated by abstract compounds with intrinsic properties and constraints that set interactive limits for shape, form and behaviors in time. These are the attributes of computational mediums which so desperately require new architectural sensibilities and compositional approaches.” [LYNN, 1997, p.54]

³⁸⁵ **Do original em inglês:** “[...] coreography of organizations through the manipulation of force effects.” [LYNN, 1997, p.54].

a compreender com maior clareza o que significam todos os conceitos envolvidos e nuances da aproximação entre complexidade e processo de design na concepção do arquiteto. O projeto é um exercício criativo que se articula na tentativa de elaborar o que chama de uma '*identidade genérica avançada*' para o espaço doméstico contemporâneo. Segundo Lynn,

"Tradicionalmente, a arquitetura moderna, e especialmente o espaço doméstico, foi concebido como uma colagem de partes independentes, ou um kit. O advento da linha de produção da fábrica industrializada e a comercialização, distribuição e a montagem desses componentes conspiraram para dar suporte à casa 'kit de partes' genérica. Do mesmo modo, a atmosfera de uma limitada publicidade e cultura de mídias engendraram um vasto interesse em simples estruturas genéricas de identidade. [...] essa identidade 'kit de partes' foi uma técnica apropriada para esse momento cultural e industrial. Com a saturação progressiva de nossa imaginação por uma cultura de mídias publicitariamente avançada - a qual se tornou mais e mais criativa, artística e astuta nas suas técnicas de criar desejo por variações formais e exclusividade enquanto mantendo identidade da marca - uma identidade genérica mais avançada não é apenas possível, mas necessária, para o espaço doméstico contemporâneo."³⁸⁶ [LYNN, 2000, p.32, tradução nossa]

³⁸⁶ **Do original em inglês:** "Traditionally, modern architecture, and especially domestic space, has been conceived as an assembly of independent parts, or a kit. The advent of industrialized factory line fabrication and the marketing, distribution and assembly of these components conspired to support the generic kit-of-parts house. Likewise, the atmosphere of a limited advertising and media culture engendered a broad interest in simple generic structures of identity. [...] This kit-of-parts identity was an appropriate technique for this cultural and industrial moment. With the progressive saturation of our imagination by an



023 | 3_ Embryologic Houses: prancha de apresentação. Greg Lynn Form.

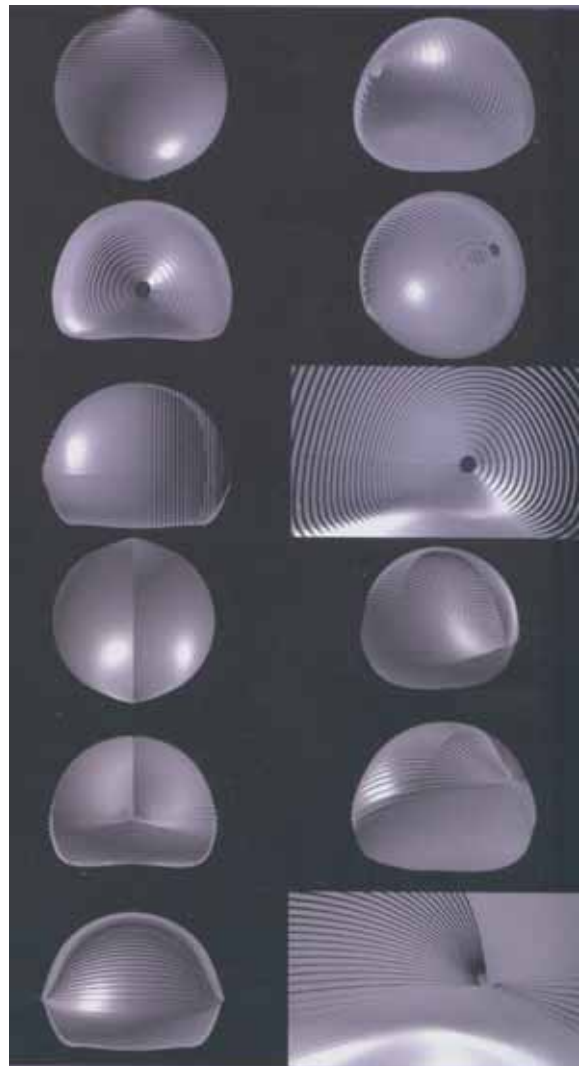
As *Embryologic Houses* podem ser descritas como estratégias para o que Greg Lynn chama de 'invenção do espaço doméstico' a partir de um 'modelo'. O processo de concepção emprega um rigoroso sistema de limites geométricos que possibilita uma variação volumétrica infinita desses modelos permitindo sua constante reconfiguração em função de variáveis como estilo de vida, terreno da implantação, fatores climáticos, métodos construtivos, materiais, efeitos espaciais e efeitos estéticos especiais. No estágio de prototipagem, foram desenvolvidos - customizados -, seis modelos de acordo com parâmetros específicos referentes ao espaço, funcionalidade, estética e ao estilo de vida, entre outros. Segundo Lynn,

"Não existem Embryologic Houses ideais ou originais: cada uma é perfeita em suas mutações. A perfeição formal não decai sobre no inespecífico, banal e genérico

advanced advertising media culture - which becomes more and more creative, artistic and cunning in its techniques of creating desire for formal variations and uniqueness while maintaining brand identification - a more advanced generic identity is not only possible, but necessary, for contemporary domestic space." [LYNN, 2000, p.32].

primitivo mas numa combinação de únicas e intrincadas variações de cada instancia e da similaridade contínua de suas pares. As variações no design específico de uma casa são viabilizadas pela subsistência de um envelope genérico de potencial, modelo, alinhamento, adjacência e tamanho entre uma coleção fixa de elementos. Isso marca um salto de uma técnica mecânica modernista para um modelo biológico de design embriológico e construção [...].³⁸⁷ [LYNN, 2000, p.31, tradução nossa]

Esse modelo ou *envelope doméstico* é composto estruturalmente por dois mil e quarenta e oito painéis, nove armações em aço e setenta e dois suportes de alumínio trabalhando em rede para formar uma concha.



024 | 3_ Embryologic Houses: painéis.

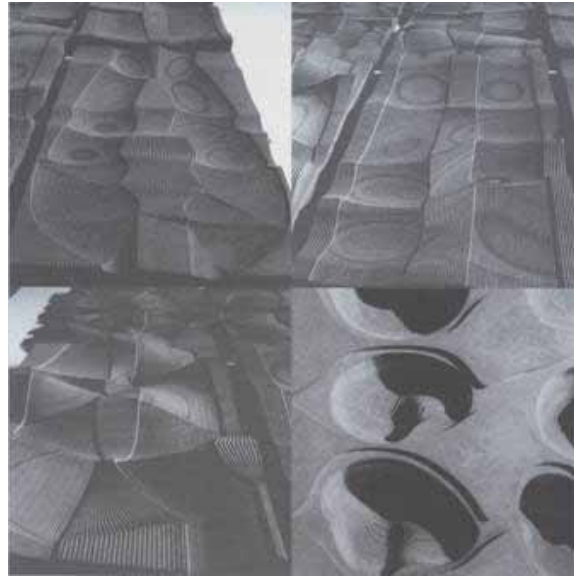
Utilizando técnicas de design para manufatura flexível, desenvolvidas e utilizadas pelas indústrias de design naval, automotivo e aeronáutico, cada casa produzida a partir de um processo de customização em ambiente computacional tem uma forma única conformada por um número fixo de componentes e operações de fabricação. Uma alteração em cada um dos dois mil e quarenta e oito painéis é transmitida através dos outros elementos que se articulam em rede na configuração do objeto como um todo. Um grupo de pontos de controle é organizado

³⁸⁷ Do original em inglês: "There is no ideal or original Embryologic Houses©: every one is perfect in its mutations. The formal perfection does not lie in the unspecified, banal and generic primitive but in a combination of the unique, intricate variations of each instance and the continuous similarity of its relatives. The variations in specific house design are sponsored by the subsistence of a generic envelope of potential shape, alignment, adjacency and size between a fixed collection of elements. This marks a shift from a modernist, mechanical technique to a more vital, evolving, biological model of embryological design and construction [...]. [LYNN, 2000, p.31]."

transversalmente na superfície permitindo que grupos de painéis genéricos possam se desenvolver em formas ou nódulos mais específicos. Segundo o arquiteto,

“Esses painéis com seus limites e tolerâncias de mutação tem sido ligados a técnicas de fabricação envolvendo processos robóticos controlados por computador. Esses incluem alumínio *ball-hammered*, corte com jato de água de alta pressão, prototipagem por estereolitografia em resina através de lasers controlados por computador, e torno CNC de três eixos esculpindo pranchas de composto de madeira.”³⁸⁸ [LYNN, 2000, p.32, tradução nossa]

A superfície desse ‘envelope doméstico’ está conectada ao solo de modo que, qualquer alteração formal no volume do objeto é transmitida para o terreno. O espaço mínimo requerido para implantação de uma ‘*Embryo House*’ é um círculo com cem pés de diâmetro, com menos de trinta graus de inclinação.



025 | 3_ Detalhe das pranchas de madeira esculpidas em torno CNC de três eixos, utilizadas como moldes ou formas para fundição.

Conceitualmente a casa se assemelha a um *embrião* – ela pode ser animada, ou seja, evoluir no tempo, em ambiente computacional. As transformações nesse ‘envelope doméstico’ correspondem a alterações em variáveis relativas ao clima e aos modos de vida de seus usuários, por exemplo.

Podemos dizer que cada *Embryo House* customizada é uma organização emergente em um sistema complexo onde interagem fatores climáticos, usuários entre outros. Informações em fluxo circulando através desse envelope – via tecnologias computacionais – reconfiguram infinitamente seu volume, sua forma.

Segundo Lynn, um dos ‘*conceitos gerados a partir de ferramentas*’, relacionados ao processo de design das *Embryologic Houses*, é o *Blobs*. No processo de modelagem tridimensional, a

³⁸⁸ Do original em inglês: “These panel, with their limits and tolerances of mutations, have been linked to fabrication techniques involving computer-controlled robotic processes. These include ball-hammered aluminium, high-pressure water-jet cutting, stereolithography resin prototyping through computer-controlled lasers, and three-axis CNC milling of wood-composite board.” [LYNN, 2000, p.32].

interação envolvendo essas meta-bolas ou Blobs, acontece da seguinte maneira:

“Essas meta-bolas primitivas são circundadas por halos de influência. O volume interno define uma zona dentro da qual a meta-bola vai se conectar com outra meta-bola para formar uma única superfície. O volume externo define uma zona dentro da qual outro objeto meta-bola pode influenciar a superfície do objeto meta-bola. As superfícies são circundadas por dois halos de influência relacional – um, definindo uma zona de fusão, o outro definindo uma zona de inflexão. Quando dois ou mais objetos meta-bola estão relacionados a um outro, dada a apropriada proximidade de seus halos, eles podem, um ou outro mutuamente redefinir suas respectivas superfícies, baseado em suas propriedades gravitacionais particulares ou eles podem mesmo se fundir em uma superfície contígua que é definida não pela adição ou média de suas superfícies ou gravidades, mas em vez disso pelas interações dos seus respectivos centros e zonas de inflexão e fusão.”³⁸⁹ [LYNN, 1995, p.43, tradução nossa].

Assim, conceitualmente, e efetivamente no ambiente digital computacional, a forma é gerada a partir de interações internas, uma *emergência* dos processos de interações. Segundo Lynn, que

³⁸⁹ **Do original em inglês:** “These meta-ball primitives are surrounded by halos of influence. The inner volume defines a zone within which the meatball will connect with another meta-ball to form a single surface. The outer volume defines a zone within which other meta-ball object can influence the surface of the meta-ball object. The surfaces are surrounded by two halos of relational influence – one defining a zone of fusion, the other defining a zone of inflexion. When two or more meta-ball objects are related to one another, given the appropriate proximity of their halos, they can either mutually redefine their respective surfaces based on their particular gravitational properties or they can actually fuse into one contiguous surface that is defined not by the summation or average of their surfaces and gravities but instead by the interactions of their respective centers and zones of inflection and fusion.” [LYNN, 1995, p.43].

relaciona os Blobs ao conceito de monadas de Leibniz,

“Em um programa *software* da *Wavefront Technologies Inc.*, chamado ‘*Metaballs*’, no seu programa de ‘*Explorer 3Design*’, é possível modelar geometricamente uma organização cujas características singulares são definidas por uma junção de forças locais interagentes. Por exemplo, no seu pacote de modelagem ‘*blob*’, os objetos são definidos por espécies de ‘mônadas’ primitivas com forças internas de atração e massa. Ao contrário de um geométrico convencional como uma esfera, esses objetos são definidos com um centro, uma superfície, uma massa relativa a outros objetos e essencialmente por dois tipos de campos de influência.”³⁹⁰ [LYNN, 1995, p.42, tradução nossa].



026 | 3_ Blobs: Sequência de Interação dos Blobs.

Utilizando conceitos e ferramentas para modelagem e animação em ambientes computacionais, Greg Lynn consegue conceber esses *espaços embriões* onde não existe uma divisão entre processo e arquitetura acabada – cada *Embryo House* é uma ‘seta apontada do passado em direção ao futuro’. É dessa forma que, como coloca Zellner, o esforço de

³⁹⁰ **Do original em inglês:** “In a *software* program by Wavefront Technologies Inc., called ‘*Metaballs*’, in their *Explorer 3Design* program, it is possible geometrically to model an organization whose singular characteristics are defined by an assemblage of interacting local forces. For example, in their ‘*blob*’ modeling package, objects are defined by monad-like primitives with internal forces of attraction and mass. Unlike a conventional geometric such as a sphere, these objects are defined with a centre, a surface, a mass relative to other objects and importantly by two types of fields of influence.” [LYNN, 1995, p.42].

Lynn “[...] nos coloca em direção a possibilidades muito radicais de arquitetura, não mais fundada em estase e permanência, mas em crescimento evolucionário.”³⁹¹ [ZELLNER, 1999, p. 148, tradução nossa]

3.4.3_Simulando a complexidade_ emergência e evolução

No contexto das explorações em arquitetura em intersecção com ciência e tecnologias computacionais nas décadas de 1990 e 2000, destacam-se experimentações que empregam a lógica de sistemas emergentes no processo de design. Ferramentas computacionais para design como o GENR8³⁹², estão sendo desenvolvidas para viabilizar a experimentação no design de superfícies através da interferência em um processo generativo³⁹³. Segundo pesquisadores do *Emergent Design Group* do Massachusetts Institute of Technology,

“Poderosas técnicas de computação profunda tem sido utilizadas para desenvolver ferramentas analíticas e técnicas ainda mais poderosas serão requeridas para preencher a promessa de morfologias estruturais emergentes. Computação profunda implica o uso de máquinas poderosas rodando sofisticados *software* usando algoritmos inovativos para solucionar problemas complexos.”³⁹⁴

[TESTA; WEISER, 2002, p.14, tradução nossa]

O processo generativo possibilitado por ferramentas computacionais como o GENR8, viabiliza a articulação de um grande número de variáveis ambientais, e àquelas relacionadas às preferências e necessidades dos usuários, trabalhando a partir de um modelo artificial de *crescimento celular* que interage com as variáveis. Aqui é interessante observar que o grau de complexidade de um sistema pode ser medido – utilizando, por exemplo, medidas sistêmicas de complexidade³⁹⁵ – considerando o número de elementos desse sistema, os tipos de elementos e a quantidade de retroações, por exemplo. O design emergente³⁹⁶ - um processo auto-organizacional auxiliado por computador –, possibilita a solução do que os pesquisadores chamam de *problemas complexos* ou seja, problemas que envolvem um grande número de variáveis: número de elementos, tipos de elementos, as relações entre os elementos, por exemplo. E aqui, é interessante observar que, segundo o pesquisador Osvaldo Pessoa Jr, do CLE-UNICAMP³⁹⁷, para diferentes autores, “[...] o que aumenta durante o processo de auto-organização são medidas sistêmicas diferentes.” [PESSOA JR, 1996, p.129]

³⁹¹ Do original em inglês: “[...] points us towards the very radical possibility of architecture no longer founded in stasis and permanence but in evolutionary growth.” [ZELLNER, 1999, p. 148].

³⁹² GENR8 é uma ferramenta de design de superfícies desenvolvida por Martin Hemberg em trabalho supervisionado por Una-May O’Reilly and Peter Testa. Os conceitos e ferramentas são parte do trabalho do Emergent Design Group do MIT.

³⁹³ Tradução nossa do termo em inglês: *generative process*

³⁹⁴ Do original em inglês: “Powerful deep-computing techniques have been used to develop analytical tools, and still more

powerful techniques will be required to fulfill the promise of emergent structural morphology. Deep computing implies the use of powerful machines running sophisticated *software* and using innovative algorithms to solve complex problems.” [TESTA; WEISER, 2002, p.14]

³⁹⁵ Ver: PESSOA JR, Osvaldo. Mediadas Sistêmicas de Organização. In: *Auto-Organização*. Org. por M. Debrun, M.E.Q. Gonzáles & O Pessoa Jr. Coleção CLE 18. Campinas, 1996, pp.129-161

³⁹⁶ Tradução nossa do termo em inglês: *emergent design*

³⁹⁷ CLE-UNICAMP: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência da UNICAMP.

Vários experimentos estão sendo atualmente desenvolvidos em grupos de pesquisa vinculados a instituições acadêmicas internacionais, estruturados com a intenção de explorar os limites do uso de algoritmos genéticos nos processos de design em arquitetura auxiliados por tecnologias computacionais. Dentre esses, merecem destaque experiências realizadas pelo *Emergent Design Group* (EDG), vinculado à *School of Architecture & Planning* do *Massachusetts Institute of Technology* e, mais recentemente, pelo *Emergent Technologies* (EmTech), da *Architectural Association*, Londres. Ambos os grupos utilizam ferramentas computacionais como o GER8 em processos de *design generativo*.

3.4.3.1_ A Complexidade do *Emergent Design Group*

"No MIT eu criei uma plataforma transdisciplinar para arquitetura e design do século XXI integrando vários campos incluindo arquitetura, engenharia, ciência da computação, ciência dos materiais, laboratório de mídias, robótica e ciência cognitiva."³⁹⁸ [TESTA, 2006a, tradução nossa]

A arquitetura tem, ao longo das últimas décadas, se beneficiado dos desenvolvimentos das tecnologias computacionais sob a forma das ferramentas para design auxiliado por

computador. No entanto, de maneira geral, a área é ainda carente de ferramentas computacionais capazes de efetivamente viabilizarem a realização de investigações nesses ambientes, aproximando arquitetura e complexidade. O desenvolvimento de ferramentas computacionais capazes de corresponder a essa necessidade viabilizaria a realização de experimentação envolvendo sistemas dinâmicos³⁹⁹.

É dentro desse contexto que o *Emergent Design Group* foi fundado em 1997 na *School of Architecture & Planning*, do *Massachusetts Institute of Technology*, Estados Unidos, para investigar abordagens do design na intersecção entre arquitetura, engenharia, inteligência artificial e ciência dos materiais. Com a intenção de desenvolver uma abordagem para o processo de design em arquitetura envolvendo sistemas dinâmicos, esse *grupo transdisciplinar*⁴⁰⁰, como eles se definem, cunhou o termo *Emergent Design* (ED). O grupo, que tem como diretor fundador o arquiteto Peter Testa, desenvolve simulações, ferramentas, protótipos e sistemas construtivos focalizando em propriedades emergentes de materiais. Integram o corpo de docentes pesquisadores do grupo, além de Testa, Una-May O'Reilly⁴⁰¹ e Devyn Weiser. Una-May O'Reilly é especialista no campo dos algoritmos evolucionários. É Cientista

³⁹⁸ Do original em inglês: "At MIT I created a trans-disciplinary platform for 21st century architecture and design integrating several fields including architecture, engineering, computer science, materials science, media lab, robotics, and cognitive science." [TESTA, 2006a]

³⁹⁹ **Sistemas Dinâmicos** são sistemas cujo estado evolui no tempo. Disponível em: <http://milenioimpa.br/novo/portugues/areas_dinamicos.htm>. Acesso em: 20 fev. 2006.

⁴⁰⁰ Tradução nossa do termo em inglês: '*transdisciplinary team*'.

⁴⁰¹ [<http://www.csail.mit.edu/>]. Disponível em: <<http://web.mit.edu/arch/edg/>>. Acesso em: 06 mar. 2006.

Pesquisadora do CSAIL - Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory⁴⁰², do *Massachusetts Institute of Technology* e membro fundador do Emergent Design Group. Devyn Weiser é diretor fundador, juntamente com o arquiteto Peter Testa, do *TESTA Architecture & Design*, sediado em Los Angeles. Testa, no que concerne às suas principais influências, e referindo-se à maneira como articula o EDG e sua própria prática pessoal, coloca que,

"[...] nesse processo, e em meu trabalho como um todo, tenho muitas influências que abrangem arte e ciências. De significância particular para mim são os primeiros pioneiros da cibernética como Alan Turing, Norbert Wiener, [teórico complexo] e Gregory Bateson. Eu também tenho interesse por um número de filósofos da ciência incluindo Gilles Deleuze e Bruno Latour. Tive formação de arquiteto e em teoria e história da arquitetura e tenho um profundo interesse na história da arquitetura como um todo."⁴⁰³ [TESTA, 2006a, tradução nossa]

Como diretores do TESTA/LA Weiser e Peter Testa tem atuado no sentido de contribuir para o desenvolvimento de inovações no processo de design em arquitetura relacionadas ao desenvolvimento de novos materiais associados à tecnologias de manufatura. Coordenando projetos desenvolvidos pelo EDG, têm aberto diferentes possibilidades para o desenvolvimento processual em arquitetura, combinando, como afirma Testa "[...] desenvolvimentos em teoria da modelagem, sistemas inteligentes, teoria organizacional e a ciência das dinâmicas ampliam o espaço de possibilidades para o design e a computação contemporâneos."⁴⁰⁴ [TESTA, 2006, tradução nossa]. A abordagem do grupo de pesquisas EDG, estrutura-se a partir de objetivos básicos, que se colocam frente à complexidade do cenário contemporâneo do design, como afirmam Peter Testa, Una-May O'Reilly, Devyn Weiser e o pesquisador convidado do EDG Ian Ross, considerando que,

"[...] Os numerosos fatores situacionais de um cenário podem ser identificados e suas inter-relações podem ser bem compreendidas mesmo que elas não possam ser bem definidas. Uma solução efetiva para um cenário complexo de design é conseguida através de um processo não-linear de experimentação *bottom-up* envolvendo independentes, relacionadas ou progressivas investigações, dentro da forma arquitetônica e da organização complexa. Esse processo iterativo crescentemente constrói soluções complexas que

⁴⁰² O CSAIL - Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory do MIT que foi constituído em julho de 2003 é um laboratório interdepartamental que inclui as faculdades de 'Electrical Engineering and Computer Science', 'Mathematics', 'Brain and Cognitive Science', 'Aeronautics and Astronautics', 'Ocean Engineering', a 'Biological Engineering Division' e a 'Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology'. O CSAIL é também a sede do *World Wide Web Consortium*. O foco central é o desenvolvimento de pesquisa envolvendo computação e inteligência artificial.

⁴⁰³ **Do original em inglês:** "[...] In this process and in my work as a whole I have many far ranging influences across the arts and sciences. Of particular significance to me are the early cybernetic pioneers such as Alan Turing, Norbert Wiener, (complexity theorist) and Gregory Bateson. I am also interested in a number of philosophers of science including Gilles Deleuze and Bruno Latour. I was trained as an architect and in architectural history and theory and have a deep interest in the history of architecture as a whole." [TESTA, 2006a]

⁴⁰⁴ **Do original em inglês:** "[...] developments in modeling theory, intelligent systems, organizational theory and the science of dynamics to enlarge the space of possibility for contemporary design and computation." [TESTA, 2006].

consideram as numerosas complicadas, interdependentes relações do cenário. Uma solução de design derivada em um estilo investigativo *bottom-up*, é vantajosa porquê ela conserva habilidade de explicar e tem a flexibilidade para ser revisada em qualquer aspecto apropriado para uma mudança ou um novo entendimento do cenário de design. *Software* computacional é uma excelente forma de dramatizar experimentação arquitetônica *bottom-up*. A despeito de uma especificação simples, uma simulação de *software* descentralizada e emergente pode produzir comportamento complexo, tirar partido da capacidade do *software* de modelar organização e padrão, pode ser escrita flexivelmente e desse modo as alternativas podem ser rapidamente examinadas.”⁴⁰⁵ [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 481, tradução nossa]

Nesse contexto, a integração de um pacote de ferramentas de *software* do domínio do campo de investigações científicas denominado *ALife - vida artificial*⁴⁰⁶ - no processo de exploração das relações espaciais, é essencial à noção de design emergente proposta pelo EDG. A integração dessas

ferramentas permite explorar o papel de *software* projetados para simulações espaciais auto-organizadas, e consiste em um modo descentralizado de desenvolver soluções evolutivas em processos de design em sistemas *bottom-up* - sistemas complexos evolutivos. Esses sistemas, como afirmam Testa, O'Reilly, Weiser e Ross, “[...] podem ser encontrados em ambos sistemas natural e sintético. Essas formas podem ser configurações urbanas, ou padrões espaciais ou organizacionais, mas todas são evoluídas através de testes e agrupamento generativo no espaço das possibilidades.”⁴⁰⁷ [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 482, tradução nossa]. Fazendo uma comparação entre o processo tradicional de design em arquitetura e o design emergente, os pesquisadores mostram que,

“O Design Emergente difere de abordagens tradicional do design que enfatizam coisas no espaço como fundamentais, e tempo como alguma coisa que acontece a elas. No Design Emergente as coisas que existem (i.e. cômodos, saguões, e edifícios) são vistos como secundários para o processo através do qual eles evoluem e mudam no tempo. Nessa abordagem as coisas fundamentais no ambiente são os processos. O Design Emergente tenta formular princípios da arquitetura nesse espaço de processos possibilitando que espaço e tempo (arquitetura) como conhecemos, emirjam apenas em um nível

⁴⁰⁵ **Do original em inglês:** “[...] the numerous situational factors of a scenario must be identified and their inter-relationships must be well understood even though they may not be well defined. An effective solution to a complex design scenario is achieved through a non-linear process of bottom-up experimentation involving independent, related or progressive investigations into architectural form and complex organization. This interactive process increasingly builds a complex solution that considers the numerous complicated, interdependent relationships of the scenario. A design solution derived in such a *bottom-up*, investigative style is advantageous because it retains explicability and has the flexibility to be revised in any respect appropriate to a change or new understanding of the design scenario. • Computer *software* is an excellent means of performing bottom-up architectural experimentation. Despite a simple specification, a decentralized, emergent *software* simulation can yield complex behavior, exploit graphics capability to model organization and pattern, and can be written flexibly so that alternatives may be quickly examined.” [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 481]

⁴⁰⁶ Tradução nossa do termo em inglês: '*artificial life*'.

⁴⁰⁷ **Do original em inglês:** “[...] can be found in both natural and synthetic environments. These forms may be urban configurations, or spatial and organizational patterns but all are evolved through generative probing and grouping in the space of possibilities.” [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 482].

secundário.”⁴⁰⁸ [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 482, tradução nossa].

As técnicas e os processos de emergência são matemáticos em essência e tem se difundido por outros domínios nos quais a produção de formas ou comportamentos complexos é fundamental. As bases matemáticas dos processos que produzem forma e comportamentos emergentes em sistemas naturais e em ambientes computacionais - modelos computacionais -, podem ser utilizadas em processos de design generativo, formas e estruturas evolutivas em processos morfogenéticos. Desde de 1997, o EDG vem desenvolvendo bases teóricas e técnicas de programação de campos como a inteligência artificial, geometria computacional, manufatura e ciência dos materiais, para estabelecer um processo generativo. Segundo os pesquisadores, o trabalho dessas técnicas de programação vem

“[...] produzindo uma síntese entre modelos orientados espacialmente e estruturalmente e conseqüentemente criando padrões auto-regulatórios nos quais potencialidades são reguladas pela própria estrutura desenvolvida, através de um processo de interlocução com seus componentes individuais. A ligação entre forma e técnica que é iniciada dentro dessas

partes descontínuas e ainda consangüíneas é mutável, e integra combinações não-lineares de seqüências digitais e analógicas, algoritmos inovativos e técnicas computacionais ‘profundas’ intensivas. Essas técnicas resultam na simulação de estruturas tridimensionais e superfícies estocásticas, evolucionárias e baseadas em ambiente.”⁴⁰⁹ [TESTA, WEISER, 2002, p.13, tradução nossa]

Nesse contexto, o grupo aplica diversos conceitos do campo da *ALife* relacionados a sistemas, onde cada componente ou parte de uma sistema é conceitualizado como *capaz de ação*. Assim, um componente pode ou não *agir*. Agir, nesse contexto, diz respeito a como um dado componente exerce influência no estado do ambiente e de outros componentes. A ação entre componentes de um sistema implica a criação de níveis dinâmicos de organização. Organizações que se definem dinamicamente em um nível, podem sofrer a influência da ação de algum agente, ou parte do sistema, e um outro nível de organização pode se formar como um resultado das dinâmicas de níveis mais baixos – um comportamento *bottom-up*. Segundo os pesquisadores do EDG,

⁴⁰⁸ **Do original em inglês:** “Emergent Design differs from traditional design approaches that emphasize things in space as fundamental and time as something that happens to them. In Emergent Design things that exist [i.e. rooms, hallways, and buildings] are viewed as secondary to the processes through which they evolve and change in time. In this approach the fundamental things in the environment are the processes. Emergent Design seeks to formulate principles of architecture in this space of processes allowing space and time [Architecture], as we know it to emerge only at a secondary level.” [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 482].

⁴⁰⁹ **Do original em inglês:** “[...] brings about a synthesis between space-oriented and structure-oriented models, thereby creating self-regulatory patterns in which potentialities are regulated by the developing structure itself, through a process of interlocution within its individual components. The link between form and technique that is initiated within these discontinuous yet consanguine parts is mutable, and integrates non-linear combinations of digital and analogic sequences, innovative algorithms and intensive ‘deep’ computing techniques. These techniques result in the simulation of stochastic, evolutionary and environment based three-dimensional structures and surfaces.” [TESTA, WEISER, 2002, p.13]

"[...] em geral, sistemas arquitetônicos são muito complexos. Um tipo de complexidade encontrada é que decisões pequenas, simples, 'locais', quando ligadas a outras decisões similares, tem efeitos grandes, complexos e globais no resultado de um design. Por exemplo, uma escolha sobre a localização de um único e exclusivo grupo de trabalho em um piso, tem ramificações nas escolhas relacionadas à circulação, alocação, e localização do equipamento de trabalho. Essas escolhas, por sua vez influenciam escolhas posteriores como seleção dos materiais ou designação da infraestrutura do edifício. *ALife* estuda os sistemas de um modo que evidencia e elucida as conseqüências de comportamento definido localmente. Os modelos *ALife* são definidos em termos de representação dos componentes e de interação descentralizada destes. Fazer rodar um sistema *ALife* implica em executar interações locais e apresentar vistas do comportamento global complexo que emerge. Desse modo, a versão Design Emergente de um sistema *ALife* é aquela na qual ambiente e componentes são arquitetônicos e espaciais em natureza."⁴¹⁰ [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 482, tradução nossa].

A importância dos estudos relacionando processo de design em arquitetura utilizando ferramentas conceituais da

ALife está na possibilidade que abre aos arquitetos de estudarem o impacto de condições dadas, variáveis, na geração⁴¹¹ da forma, do espaço. A grande vantagem é que essas ferramentas podem trabalhar em paralelo como ferramentas de visualização mais tradicionais de programas de design auxiliado por computador (CAD) utilizadas largamente em arquitetura, diretamente para produzir modelos espaciais para avaliação via tecnologias CAD/CAM. Cientes dessas possibilidades, os pesquisadores do EDG tem desenvolvido técnicas de programação inspiradas em *ALife* para explorar soluções em termos de dinâmica, evolução e interação em processos de design. Paralelamente à realização dessas investigações relacionando arquitetura, ciências e tecnologias computacionais, a equipe do EDG introduziu um currículo centralizado no design emergente, envolvendo projeto e estúdio. Segundo os pesquisadores,

"Isso enfatiza a colaboração interdisciplinar e um foco orientado à equipe em um amplo e ainda concreto projeto de design. Isso permite que os estudantes aprendam sobre e experimentem diversos papéis dentro de uma equipe de design. O curso enfatiza ferramentas construtivas e *ad-hoc* ambientes de trabalho em relação a específicas intenções de design. Essa abordagem é alcançada combinando arquitetura com uma série de processos materiais dinâmicos e inter agentes, e tendo estudantes aprendendo o valor do design de instrumentos."⁴¹² [TESTA,

⁴¹⁰ **Do original em inglês:** "[...] in general, architectural systems are very complex. One type of complexity encountered is that small, simple, 'local' decisions, when coupled with other similar decisions, have large, complex, global effects on the outcome of a design. For example, a choice about locating a work group solely on one floor has ramifications in the choices of circulation allocation, and work equipment placement. These choices, in turn, influence later choices such as material selection or building infrastructure assignment. *ALife* studies systems in a manner that highlights and elucidates the consequences of locally defined behavior. *ALife* models are defined in terms of component agency and decentralized component interactions. The running of an *ALife* system consists of playing out the local interactions and presenting views of the complex global behavior that emerges. Thus, the Emergent Design version of an *ALife* system is one in which the environment and components are architectural and spatial in nature." [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 482].

⁴¹¹ Tradução nossa do termo em inglês: '*generation*'.

⁴¹² **Do original em inglês:** "It stresses interdisciplinary collaboration and a team-oriented focus on a broad yet concrete design project. It allows students to learn about and experience

O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 497, tradução nossa].

A aposta dos pesquisadores é que, o design emergente, devido à ênfase em sistemas dinâmicos utilizando efetivamente ferramentas de design, tenha o potencial de transformar o *modo de pensar* o processo de design em arquitetura. A intenção central é mostrar como, no contexto atual, as regras e convenções rigidamente definidas em arquitetura, “[...] como ‘arquiteto’ e ‘programador’, não são efetivas e flexíveis como as funções do ‘designer’, as quais são personalizadas em termos de diferentes tipos de informação, demandas ou habilidades técnicas.”⁴¹³ [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 497, tradução nossa].

3.4.3.1.1_ O Design Emergente

“O uso difundido e a disponibilidade de tecnologia da informação e computação tem mudado radicalmente o campo no qual a arquitetura opera e está continuamente tendo uma influência sobre a própria arquitetura. Mais significativa no meu ponto de vista é o novo entendimento da natureza e ecologia que começou a emergir nos últimos anos no campo geral da ciência da complexidade. Essa perspectiva associativa foi furtivamente formulada nos anos 1960 mas tornou-se parte de uma corrente em

ciência. Arquitetura e indústria da construção são lentas em adotar novos desenvolvimentos sociais e científicos. Existe, com certeza, enorme potencial na capacidade da computação negociar com extensas bases de dados e ampliar o espaço do design no mundo contemporâneo. Esses avanços são a meu ver mais relevantes quando ligados ao desenvolvimento de novos sistemas materiais e novos sistemas de manufatura e logísticos incluindo uma indústria da construção radicalmente mudada e reconfigurada.”⁴¹⁴ [TESTA, 2006a, tradução nossa]

Design emergente é um processo que, em uma descrição de nível mais alto, pode ser descrito teoricamente como um *software*. Efetivamente, ele é o *software* projetado a partir de parâmetros da *ALife* que possibilita o *Design Emergente*. Existem dois passos básicos na utilização do *software* no processo – ou o conjunto de ferramentas, segundo os pesquisadores do EDG. Em primeiro lugar, a definição dos objetivos da investigação, referentes à configuração especial dos elementos com uma área limite, uma borda, ou espaço disponível para que ele se desenvolva; a especificação de condições iniciais (quantidade de

diverse roles within a design team. The course emphasizes building tools and ad-hoc working environments in relation to specific design intentions. This approach is achieved by engaging architecture as a set of dynamic and interacting material processes, and by having students learn the value of tool design.” [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 497].

⁴¹³ **Do original em inglês:** “[...] such as “architect” and “programmer” are not as effective and flexible as “designer” roles which are personalized in terms of different types of information, demands or technical skills. [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 497].

⁴¹⁴ **Do original em inglês:** “The widespread use and availability of information technology and computing has radically changed the field in which architecture operates and is over time having an influence on architecture itself. Most significant in my view is the new understanding of nature and ecology that has begun to emerge in recent years under the general field of the science of complexity. This connectivist perspective was furtively formulated in the 1960's but has become part of mainstream science. Architecture and the building industry are slow to adopt new developments in society and science. There is of course enormous potential in the capacity of computation to deal with very large databases and to enlarge the space of design in the contemporary world. These advances are in my view most relevant when tied to the development of new material systems and new manufacturing and logistical systems including a radically changed and reconfigured building industry.” [TESTA, 2006a].

elementos, tamanho, escala, condições ambientais do lugar); identificação dos elementos e das relações entre eles; definição de como os elementos ou partes do sistema se influenciam mutuamente e sob que condições elas interagem. Ambos, ambiente e elementos são 'ativos'. Esses parâmetros constituem uma descrição funcional da simulação. Em segundo lugar, utilizar uma lista de '*class methods*' na caixa de ferramentas do Java⁴¹⁵, especializando a ferramenta com o *software* que implementa os elementos (partes do sistema) e o comportamento do ambiente; e, finalmente, dar início ao processo de simulação a partir das condições iniciais e investigar o resultado.

Uma simulação não apresenta um comportamento determinístico. Dessa maneira, diversos resultados de múltiplos processos da mesma simulação podem ser obtidos. Assim, é possível avaliar os resultados, redefinir os parâmetros ou variáveis iniciais e reiniciar o processo para refinar ou incrementar.

A caixa de ferramentas de *software* da coleção de classes Java que pode ser utilizada para gerar organizações espaciais complexas que exibam comportamento emergente é uma caixa de ferramentas '*open source*'⁴¹⁶ em

constante evolução para gerar o que o EDG define como '*Architecture-based ALife applications*'. Sob a perspectiva do arquiteto enquanto *usuário*, a aplicação roda em uma janela onde são visualizados dois elementos: o display que representa graficamente o estado atual da simulação ou da 'rodada' e a '*Graphical User Interface*' (GUI) que permite ao usuário (designer) interagir com a simulação, alternando opções de visualização, alterando o comportamento da simulação e, conseqüentemente interferindo. Segundo os pesquisadores,

"O *software* fundação é intencionalmente muito flexível, e pode ser usado para modelar aproximadamente qualquer coisa de natureza espacial. Definindo um grupo de *zonas* e *funções locais*, e definindo caminhos para que interajam um com o outro localmente, um pode iniciar as circunstâncias que conduzem a um comportamento global inesperado extremamente complexo. A caixa de ferramentas pode, desse modo, ser empregada em investigações que implicam estética, que predizem efeitos de desenvolvimento no ambiente [e vice versa], ou que têm outras propostas. Pode-se usar idéias da ecologia, química, física e outras disciplinas para formular os caminhos nos quais a interação pode ter lugar na simulação."⁴¹⁷ [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 484, tradução nossa]

⁴¹⁵ Java: linguagem de programação

⁴¹⁶ O *software* chamado *open source*, ou em português *código aberto*, é um tipo de *software* cujo código fonte é público. O *software* de código aberto respeita as quatro liberdades definidas pela Free Software Foundation. É advogado pela Iniciativa do Código Aberto (*Open Source Initiative*). Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Open_source>. Acesso em: 20 mar. 2006.

⁴¹⁷ Do original em inglês: "The foundation *software* is intentionally very flexible, and can be used to model almost anything of a spatial nature. By defining a group of *zones* and *site Functions*, and defining ways for them to interact with each other locally, one can set up the circumstances that lead to extremely complex, unexpected global behavior. The toolbox can thus be employed in investigations that strive for aesthetics, that predict development's effect on the environment [and vice versa], or that have other purposes. One could use ideas from ecology, chemistry, physics, and other disciplines to formulate the ways in which interaction can take place in the simulation." [TESTA, O'REILLY, WEISER, ROSS, 2001, p. 484].

Dois dos sistemas de *software* desenvolvidos pelo EDG – *Morphogenetic Surface* (MoSS) e o *Generative Form Modelling and Manufacturing* (GENR8) – exploram mecânicas de desenvolvimento e demonstram aspectos do fluxo e controle de informações no desenvolvimento de estruturas multicelulares simuladas. MoSS e GENR8 utilizam linguagens de programação para explorações em arquitetura oferecendo ao designer a possibilidade de prever estruturas potenciais em formas experimentais e de realizar simulações com formas evolutivas através de metamorfose. Ambas são escritas na linguagem de programação computacional C++⁴¹⁸ e são integradas como *plug-ins* a plataformas de *software* 3D para modelagem e animação. Enquanto *plug-ins*, esses sistemas podem ser utilizados similarmente, e em conjunção com, o ambiente dos *software*, como parte de um processo de design não-linear que inclui simulação, avaliação e manufatura.

O MoSS utiliza implementação especializada de sistemas 3D

Lindenmayer⁴¹⁹ (L-systems) que geram superfícies e as fazem crescer a partir da aplicação de sobrescrição de regras sobre um axioma, em conjunto com a interpretação de movimentação e desenho no espaço. Em última instância, a dinâmica ambiente/forma em que o L-system tridimensional do MoSS opera, gera a geometria final da superfície. A interface da aplicação inclui fatores de controle que estabelecem gramática, geração limite e ambiente formal. Nesse ambiente de design são adicionados elementos novos à dinâmica que produzem atratores e repulsores que direcionarão a evolução da forma. Um atrator ou repulsor é definido como um ponto tridimensional no espaço ao redor do qual movimento e desenho são levados, pela atuação de forças de atração ou repulsão, a se aproximar ou afastar dos pontos. Segundo os pesquisadores, “[...] um número de atratores e repulsores, posicionados onde o crescimento é promovido ou desencorajado podem ser adicionados para criar *feedback* com um ambiente de crescimento complexo.”⁴²⁰ [TESTA, WEISER, 2002, p.13, tradução nossa]

O GENR8 foi desenvolvido no esforço de conectar simulações globais e locais de

⁴¹⁸ C++: é uma linguagem de programação multiparadigma de uso geral. Inicialmente desenvolvida por Bjarne Stroustrup dos Laboratórios Bell durante a década de 1980 com o objetivo de melhorar a linguagem de programação C. C++ foi desenvolvida de forma a possuir compatibilidade com a linguagem de programação C, sendo encarada muitas vezes como um superconjunto dessa. Entretanto, em 1999, o novo padrão ISO para a linguagem C, conhecido como C99, tornou as duas linguagens diferentes entre si. Por causa destas incompatibilidades, muitas empresas que desenvolvem compiladores não oferecem suporte à versão mais recente da linguagem C. Pode-se dizer que C++ foi a única linguagem entre tantas outras que obteve sucesso como uma sucessora à linguagem C, inclusive servindo de inspiração para outras linguagens como a linguagem de programação Java e a IDL de CORBA. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. C++. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

⁴¹⁹ L-system ou Lindenmayer System é uma gramática formal (uma lista de regras e símbolos) que se destacou sendo usada para modelar o processo de crescimento do desenvolvimento de plantas, possibilitando modelar a morfologia de uma variedade de organismos. L-systems podem também ser utilizados para gerar fractais auto-similares como os *iterated function systems*. Os L-systems foram introduzidos e desenvolvidos em 1968 pelo biólogo e botânico teórico húngaro da University of Utrecht, Aristid Lindenmayer (1925–1989). In: WIKIPÉDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. L-system. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/L-systems>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

⁴²⁰ Do original em inglês: “[...]a number of attractors and repellers, points where growth is promoted or discouraged, can be added to create a complex growth environment feedback.” [TESTA, WEISER, 2002, p.13]

estruturas celulares. É um sistema de *software* para simulações emergentes que utiliza Map L-systems. Os Map L-systems estendem o poder expressivo dos L-systems utilizando estruturas ramificadas para grafos e ciclos, denominados mapas, que representam camadas celulares. O GENR8 é um Map L-system com interpretação geométrica que opera, primeiro pelo estabelecimento de relações de vizinhança entre as células para, em seguida, especificar parâmetros geométricos ao grafo resultante. Segundo Martin Hemberg, que desenvolveu o GENR8 em sua pesquisa de mestrado vinculada ao EDG, um dos objetivos centrais no desenvolvimento desse sistema de *software*,

"[...] foi ter um modelo de crescimento reativo, um que interagisse dinamicamente com o ambiente. No vocabulário do L-system, isso é chamado tropismo e pode ser entendido como a influência de forças externas no crescimento."⁴²¹ [HEMBERG, 2001, p.36, tradução nossa]



027 | 3_ O crescimento de uma superfície em um ambiente com cinco repulsores.

As regras baseadas em gramática computacional do GENR8 especificam a topologia⁴²² do modelo que,

⁴²¹ **Do original em inglês:** "[...] was to have a reactive growth model, one that dynamically interacts with the environment. In the L-system vocabulary, this is called tropism and it can be understood as the influence of external forces on the growth." [HEMBERG, 2001, p.36]

⁴²² **Topologia:** Rubrica: matemática. Estudo das propriedades geométricas de um corpo, que não sejam alteradas por uma deformação contínua. Disponível em: <<http://houaiss.uol.com.br/busca.jhtm?verbete=topologia>>. Acesso em: 20 fev. 2006.

seqüencialmente, determina sua geometria. A inovação do GENR8 está na possibilidade de permitir adaptação evolucionária através de uma ferramenta de design interativa utilizando o que os pesquisadores chamam de algoritmo *evolucionário*. Como explica Hemberg,

"Algoritmo Evolucionário é um termo guarda chuva para uma série de algoritmos que usam a evolução Darwiniana como inspiração. Eles compartilham a base conceitual de uma população de soluções candidatas a um problema. Os indivíduos dessa população são testados para aptidão, i.e. eles são avaliados para descobrir quão bem eles solucionam o problema em mãos. Isso é tudo feito em um loop geracional e os indivíduos sofrem recombinação e mutação durante o processo."⁴²³ [HEMBERG, 2001, p.47, tradução nossa]

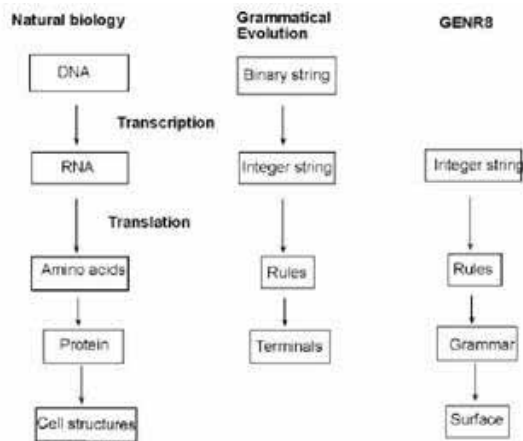
Esses *algoritmos evolucionários* baseiam sua atuação no processo generativo em mecanismos de seleção fenotípica. Cada membro da população tem um genótipo⁴²⁴ que é mapeado para um fenótipo⁴²⁵. Segundo Hemberg, "A

⁴²³ **Do original em inglês:** "Evolutionary Algorithms is an umbrella term for a set of algorithms that use Darwinian evolution as an inspiration. They share the conceptual basis of a population of candidate solutions to a problem. The individuals of this population are tested for fitness, i.e. they are evaluated to find out how well they solve the problem at hand. This is all done in a generational loop and the individuals undergo recombination and mutation during the process. [HEMBERG, 2001, p.47]

⁴²⁴ **Genótipo:** O aparecimento de fenótipos diversos deve-se à presença de material hereditário herdado dos genitores. Esse material nada mais é do que o conjunto dos cromossomos que se situam no núcleo das células. Os cromossomos são interpretados como uma seqüência de genes. São os genes os portadores das informações que condicionam o fenótipo. Ao conjunto dos genes de um indivíduo damos o nome de genótipo. Sendo assim, podemos dizer o genótipo, que é o conjunto dos genes, condiciona os fenótipos totais, que é o conjunto das variáveis condicionadas pelos genes. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Genótipo**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Gen%C3%B3tipo>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

⁴²⁵ **Fenótipo** de um organismo é qualquer característica detectável de um organismo (i.e. estrutural, bioquímica, fisiológica e

herança é produzida com um mecanismo cego que opera no genótipo. Isto assegura que, em média, a população melhorará na próxima geração.”⁴²⁶ [HEMBERG, 2001, p.48, tradução nossa]



028 | 3_ Uma comparação entre biologia, evolução gramatical e o GENR8.

De um modo geral, as investigações e aplicações realizadas pelo EDG, tem contribuído para transformar a interação do arquiteto em ambientes computacionais para processo de design de uma maneira inédita – a interferência em processos generativos -, ou seja, o que definem como *design emergente*. Aqui, o arquiteto deixa a posição de gerente impositivo de um processo linear e assume o papel de maestro, de *interator* num processo-sistema complexo. Segundo Hemberg, no design emergente,

“[...] existe ainda um papel muito importante para o designer. Partindo de um panorama geral, existe ainda uma multiplicidade de escolhas para serem tomadas antes da finalização de um projeto. Como um matemático eu posso dizer que o espaço de exploração é ainda muito grande para ser eficientemente investigado por cada algoritmo de propósito geral ou computador que está à nossa disposição. Desse modo, deve existir algumas decisões instruídas e restrições impostas pelo design como objetivo de desenvolver um eficiente algoritmo/processo para resolver o problema.”⁴²⁷ [HEMBERG, 2006, tradução nossa].

O que torna o Design Emergente relevante no contexto da abordagem da presente pesquisa é o fato de oferecer novas alternativas para pensar e compreender o processo de design sob a perspectiva da complexidade. Em resposta à pergunta – “O que significa pensar complexo no processo de design arquitetônico hoje em dia? Qual é o papel do usuário nesse processo?”, formulada no contexto da presente pesquisa de mestrado, Peter Testa responde que,

“[...] isso significa transportar tudo que pode ser compreendido e o conhecimento acumulado através do tempo na disciplina, para a situação atual da arquitetura. Eu acredito que é importante estabelecer a noção de limites para as abordagens

comportamental) determinada pela interação entre o seu genótipo e o meio. O conceito de fenótipo foi tornado mais vasto por Richard Dawkins, ao incluir efeitos sobre outros organismos ou sobre o meio em *The Extended Phenotype*. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Fenótipo**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Fen%C3%B3tipo>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

⁴²⁶ **Do original em inglês:** “The inheritance is done with a blind mechanism operating on the genotype. This ensures that on the average, the population will improve in the next generation.” [HEMBERG, 2001, p.48]

⁴²⁷ **Do original em inglês:** “[...] there is still a very important role for designer. Starting from a given brief, there are still a multitude of choices to be made before the project is completed. As a mathematician I'd say that the available search space is still too large to be efficiently investigated by any general purpose algorithm or computer that is at our disposal. Thus, there must be some informed decisions and constraints imposed by the designer in order to develop an efficient algorithm/process for solving the problem. [HEMBERG, 2006].

computacionais para projetar enquanto explorar e desenvolver simultaneamente novos potenciais. Nem tudo pode ou deve ser 'codificado'. Talvez haja muita ênfase sendo colocada na codificação da informação projetual e isso precisa ser mantido em um equilíbrio dinâmico com a base intuitiva e subjetiva do design e da prática artística em geral. Quais são as aplicações apropriadas, ferramentas e técnicas ou seqüências processuais que devem ser decididas por cada designer individualmente e não pré-estabelecidas. Estou interessado no design como uma série de passos analógicos e digitais mais que uma série de passos que são todos iguais. Eu gostaria de ver testados o uso criativo da aleatoriedade, processos estocásticos, e emergência [...] Essa atenção a forças e abordagens vetoriais⁴²⁸ pode também ser estendida à habilidade de responder às freqüentemente não expressas necessidades dos usuários."⁴²⁹ [TESTA, 2006a, tradução nossa]

⁴²⁸ **Imagem Vetorial:** em computação gráfica, *imagem vetorial* é um tipo de imagem gerada a partir de descrições geométricas de formas, diferente das imagens chamadas mapa de bits, que são geradas a partir de pontos minúsculos diferenciados por suas cores. Uma imagem vetorial normalmente é composta por curvas, elipses, polígonos, texto, entre outros elementos, isto é, utilizam vetores matemáticos para sua descrição. Em um trecho de desenho sólido, de uma cor apenas, um programa vetorial apenas repete o padrão, não tendo que armazenar dados para cada pixel. As Curvas de Bézier são usadas para a manipulação dos pontos de um desenho. Cada linha descrita em um desenho vetorial possui nós, e cada nó possui alças para manipular o segmento de reta ligado a ele. In: WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. Imagens Vetoriais. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagens_Vetoriais>. Acesso em: 03 jul. 2006.

⁴²⁹ **Do original em inglês:** "[...] it means bringing to bear everything that can be known and the knowledge accumulated over time in the discipline on the contemporary problem situation in architecture. I believe it is important to establish the notion of limits to computational approaches to design while simultaneously exploring and developing new potentials. Not everything can or should be 'coded'. There is perhaps too much stress being placed on the coding of design information and this needs to be kept in a dynamic balance with the intuitive and subjective basis of design and artistic practice in general. What are the appropriate applications, tools and techniques or process sequences must be decided by every individual designer and not pre-established. I am interested in design as a series of analog and digital steps rather than a series of steps that are all alike. I would like to see tested the creative use of randomness, stochastic processes, and emergence. [...] This attention to forces and

Efetivamente, esse *modo de pensar* o processo de design em arquitetura trazido pelas experiências do *Emergent Design Group* tem contribuído para o entendimento da arquitetura como um sistema complexo, a forma como emergência das interações entre sujeitos, objetos e ambiente em um processo onde dialogam dinamicamente ordem-desordem-organização.

3.4.3.2_ A complexidade do *Emergent Technologies*

O EmTech - *Emergent Technologies and Design Programme* – coordenado pelos professores Michael Hensel, Michael Weinstock e Achim Menges, foi inaugurado na *Architectural Association Graduate School*, em Londres, no ano acadêmico 2001/2002, e posteriormente validado como um *Master of Architecture Programme*, em setembro de 2003.

Michael Hensel é arquiteto e parceiro nos estúdios *Ocean North* e *Emergence and Design Group* - do qual também fazem parte os arquitetos Michael Weinstock e Achim Menges. É o diretor do EmTech, além de ter lecionado e publicado em diversos países da Europa, nas Américas, no Extremo Oriente e no Oriente Médio. Michael Weinstock é arquiteto e co-diretor do EmTech. É membro fundador do *Emergence and Design Group*. Seus interesses incluem a convergência entre engenharia

vectorial approaches can also extend to the ability to respond to the often-unexpressed needs of users." [TESTA, 2006a].

biomimética, emergência e ciência dos materiais. Tem lecionado e publicado trabalhos que concernem a esses temas desde 1994. Achim Menges é arquiteto e parceiro no *Ocean North* e no *Emergence and Design Group*. Estudou na *Technical University of Darmstadt* e graduou-se em arquitetura pela AA - *Architectural Association*, onde leciona atualmente na *Diploma Unit 4* e no *EmTech Programme*.

O EmTech, enquanto programa de mestrado em arquitetura (MArch) da AA, inclui uma opção por um cronograma de doze meses – o MA. Esse *Master Programme* em *Emergent Technologies and Design* consiste em duas fases. A primeira contém seminários, workshops e projetos experimentais desenvolvidos nos chamados *Core Studio*, além do início da pesquisa supervisionada. A segunda fase corresponde ao desenvolvimento de pesquisa individual supervisionada e a realização de uma dissertação, no caso do MA, ou uma tese, no caso do MArch. De um modo geral, enquanto um programa de pesquisas, o EmTech se estrutura a partir de 2001 com o objetivo de explorar as implicações do *design emergente* em arquitetura.

Os trabalhos de caráter experimental desenvolvidos nos *Core Studio* utilizam variadas técnicas e métodos que combinam uma série de procedimentos digitais e analógicos em processos de design emergente. A intenção não se restringe à utilização de sistemas de *software* como o MoSS e o GENR8 desenvolvidos pelos pesquisadores do EDG do *Massachusetts Institute of*

Technology, mas de investigar amplamente maneiras de desenvolver o processo de design em arquitetura sob a perspectiva da emergência, da complexidade em última instância. Com esse objetivo são exploradas diversas ferramentas em sistemas computacionais, combinadas a modelagem ou outros procedimentos de caráter analógico ou material – como por exemplo o efeito do corpo em movimento através do espaço –, como auxiliares no desenvolvimento de processos de Design Emergente.

Os *Core Studio*, ou os trabalhos de pesquisa desenvolvidos nesses estúdios temáticos, constituem um interessante panorama de experimentações que ilustram diferentes maneiras de incorporar a complexidade no processo de design em arquitetura em um contexto amplamente permeado pelas tecnologias digitais. Esses estúdios temáticos introduzem e desenvolvem uma conexão criativa entre modelagem 3D auxiliada por computador, processos de manufatura computadorizados controlados numericamente e geometrias complexas (não-euclidianas, topológicas), entre outros. Segundo os pesquisadores responsáveis,

“Os módulos dos Core Studios do EmTech pretendem ajudar os estudantes a desenvolver habilidades no uso inovativo de design auxiliado por computador e tecnologias de manufatura auxiliada por computador dentro do paradigma subjacente de design indutivo como pesquisa. Tópicos e técnicas são combinados a seminários, com a intenção de que as

habilidades nas técnicas de design se desenvolvam combinadas a um compromisso aprofundado gradualmente com os discursos das Tecnologias Emergentes e das práticas 'digitais' contemporâneas."⁴³⁰ [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006, tradução nossa]

A primeira etapa dos *Core Studio* enfatiza o desenvolvimento de habilidades relacionadas à estruturação da pesquisa, modelagem e análise. Numa segunda etapa o foco é o design emergente experimental e o uso de técnicas de avaliação do design como método de pesquisa. Os estúdios são estruturados em cinco diferentes categorias, classificadas de acordo com o enfoque particular: *Core studio Hybrid Systems*, *Core studio Form Generation*, *Core studio Dynamic Notation*, *Core studio Dynamic Form*, *Core studio Geometry*.

No *Core Studio Hybrid Systems* focaliza-se o estudo de sistemas materiais híbridos e sua potencial capacidade estrutural. O objetivo é comparar sistemas de construção baseados em componentes, já conhecidos e largamente utilizados, com alternativas diferenciadas no que se refere aos materiais e aos sistemas estruturais, investigando, segundo os pesquisadores, "[...] modelos biológicos para sistemas materiais e

estruturais[...]"⁴³¹ [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006, tradução nossa]. Um dos experimentos realizados nesse estúdio, *Pneumatic Packing System and Their Self Organizing Properties* (2004-2005), dos alunos Juan Subercaseaux e Thomas Giserwald, desenvolveu-se no sentido de verificar características de sistemas emergentes no funcionamento do sistema estrutural, para saber se os sistemas pneumáticos em questão no experimento poderiam ser modelados através de modificações locais controladas com a intenção de modelá-los globalmente. Segundo os pesquisadores,

"Com apenas dois *layers* de conjuntos de células somos capazes de deformar uma superfície mudando o volume de ar em uma delas. No entanto, as células não informam o sistema individualmente, elas têm que ser controladas uma a uma de um modo pré-definido para produzir uma performance geral do sistema."⁴³² [SUBERCASEAUX; GISERWALD, 2006, tradução nossa]

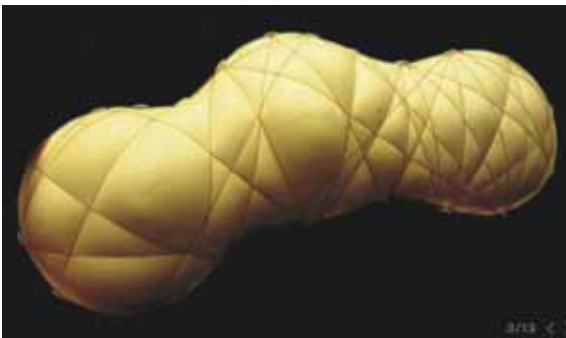
⁴³⁰ **Do original em inglês:** "The EmTech Core studio modules are intended to help students to develop expertise in innovative use of computer-aided design and computer-aided manufacturing technologies within the underlying paradigm of inductive design as research. Topics and techniques are aligned with the Seminar courses, with the intention that expertise in techniques of design develop in concert with a gradually deepening engagement with discourses of Emergent Technologies and contemporary 'digital' practices." [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006]

⁴³¹ **Do original em inglês:** "[...] biological models for the material and structural systems [...]" [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006]

⁴³² **Do original em inglês:** "With only two layers of packing cells we are able to deform a surface changing the volume of air in one of them. Nevertheless the cells doesn't inform the system individually, they have to be controlled one by one in a pre defined way to achieve an overall performance of the system." [SUBERCASEAUX; GISERWALD, 2006]



029 | 3_Hybrid Systems, Projeto 3, 'Pneumatic Packing System.



030 | 3_Hybrid Systems, Projeto 3, 'Pneumatic Packing System.

No *Core studio Dynamic Form* é utilizado o método de design *Form-finding* para explorar a habilidade de materiais de se auto-organizar sob o estresse de forças externas em uma configuração estável. As técnicas envolvidas combinam ferramentas generativas⁴³³ com ferramentas de análise. O objetivo é explorar as inter-relações entre geometria, capacidade estrutural e outros critérios de performance. Segundo os pesquisadores,

"A intenção é explorar a inter-relação entre geometria, capacidade estrutural e outros critérios de performance dentro de um processo de feedback de avaliação digital e empírica da

performance. Isso inclui uma introdução a métodos convencionais de *form-finding*, com referência particular ao trabalho de Frei Otto e ao Institute of Lightweight Structures em Stuttgart, seguidos por experimentos que tem objetivo de desenvolver métodos paramétricos complexos de *form-finding*."⁴³⁴ [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006, tradução nossa]

Frei Otto⁴³⁵ tem, em sua atuação como arquiteto, desenvolvido diferentes métodos de modelagem experimental utilizando princípios de auto-organização dos materiais em configurações leves e estáveis. Em matéria publicada pelo periódico inglês *Architectural Design*, no número *Emergence: Morphogenetic Design Strategies* de 2004, o arquiteto fala sobre seu trabalho no *Institute of Lightweight Structures de Stuttgart (Institut für Leichte Flächentragwerke)* e das relações em seu trabalho entre geometria, materiais e modelos. Segundo Otto,

⁴³⁴ **Do original em inglês:** "The aim is to explore the interrelation between geometry, structural capacity and other performance criteria within a feedback process of digital and empirical performance assessments. This includes an introduction to common form-finding methods, with particular reference to the work of Frei Otto and the Institute of Lightweight Structures in Stuttgart, followed by experiments that aim at developing complex multi-parametric form-finding methods." [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006]

⁴³⁵ **Frei Otto**, arquiteto e engenheiro pesquisador alemão ainda em atividade, nasceu em 1925. Estudou arquitetura em Berlim antes de ter servido como piloto no último ano da Segunda Guerra Mundial. Iniciou sua prática como arquiteto na Alemanha em 1952, tendo concluído em 1954 o doutorado sobre construções tensionadas. Otto é a maior autoridade mundial em estruturas leves tensionadas e membranas, suas preocupações vão muito além dos métodos tradicionais de cálculo estrutural. O arquiteto fundou o famoso *Institute for Lightweight Structures na University of Stuttgart*, em 1964, que dirigiu até sua aposentadoria. Seus maiores trabalhos incluem o *West German Pavilion na Montreal Expo* de 1967 e cobertura da *Munich Olympic Arena* em 1972. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Frei Otto**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Frei_Otto>. Acesso em: 03 jul. 2006.

⁴³³ Tradução nossa do termo em inglês: '*generative tool*'

“Com modelagem eu não preciso usar geometrias simples, formas e modelos podem ser desenvolvidos e sua estabilidade testada contra as forças naturais: terremotos, ventos ou neve. A maior parte das matemáticas de estruturas de mínima superfície, são complicadas ou desconhecidas, assim é muito mais rápido para mim, encontrar a forma. Em cinco segundos se pode fazer uma superfície mínima que pode levar meses para ser descrita e provada como estruturalmente estável.”⁴³⁶ [OTTO, apud EMERGENCE AND DESIGN GROUP, 2004, p.23, tradução nossa]

O arquiteto continua sua explanação, falando sobre o trabalho desenvolvido em Stuttgart explorando métodos de modelagem no processo de design em arquitetura. Ele coloca que, atualmente, utiliza “[...] muitos diferentes métodos de modelagem, possivelmente uns 200.”⁴³⁷ [OTTO, apud EMERGENCE AND DESIGN GROUP, 2004, p.23, tradução nossa]. Esse avanço no domínio dos métodos foi, em grande medida, viabilizado pelas pesquisas no *Institute of Lightweight Structures*. Segundo o arquiteto,

“Em 1960, Fritz Leonhardt⁴³⁸, um dos melhores engenheiros alemães, me

propôs encontrar um instituto de pesquisa na Universidade de Stuttgart, para explorar esses métodos de modelagem. [...] Trabalhei com ele em diversos grandes projetos, incluindo o Bremen Harbour Roof e o Pavilhão alemão em Montreal. [...] um modelo corretamente produzido pode provar uma estrutura. É difícil saber se um modelo teoricamente determinado é estruturalmente estável até que seja construído.”⁴³⁹ [OTTO, apud EMERGENCE AND DESIGN GROUP, 2004, p.23, tradução nossa]

Simultaneamente ao desenvolvimento de métodos de design *form-finding* utilizando modelagem física, Frei Otto se dedicou a pesquisas explorando o desenvolvimento de *form-finding* com análises digitais. As investigações realizadas pelo *Core Studio Dynamic Form* do *EmTech* se estruturam no sentido de ampliar as possibilidades de utilização do método *form-finding* combinando modelos físicos e digitais. Segundo o arquiteto Michel Hensel, essa ampliação é necessária para conseguir soluções satisfatórias quando “[...] formas materiais se transmutam continuamente em resposta a um contexto de forças igualmente

⁴³⁶ **Do original em inglês:** “With models I do not have to use simple geometries, and forms and shapes can be developed and tasted for stability against the forces in nature: earthquakes, winds or snow. Most of the mathematics of minimum surface structures are complicated or unknown, so that it is much faster for me to find the form. In five seconds one can make a minimal surface that would take months to describe and prove structurally stable.” [OTTO, apud EMERGENCE AND DESIGN GROUP⁴³⁶, 2004, p.23]

⁴³⁷ **Do original em inglês:** “[...] many different modeling methods, perhaps as many as 200.” [OTTO, apud EMERGENCE AND DESIGN GROUP, 2004, p.23].

⁴³⁸ **Fritz Leonhardt** (1909-1999), nasceu em Stuttgart em 1909. Estudou Engenharia Civil na Technical School (TH) de Stuttgart de 1927 – 1931, tendo, em 1934 desenvolvido seu *orthotropic deck*. Em 1939, abre seu próprio escritório de consultoria em engenharia na cidade de Munich iniciando, em 1957, sua atividade como professor da Technical School de Stuttgart, onde lecionou até 1974. Em sua atuação como engenheiro, projetou centenas de

pontes estruturalmente elegantes em vários países, dentre as quais destaca-se a ponte sobre o rio Tejo em Lisboa, Portugal. In: ARCHINFORM.NET. **Fritz Leonhardt**. Disponível em: <<http://www.archinform.net/arch/230.htm?ID=2a094e0e009496562a2b2d6642144262>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

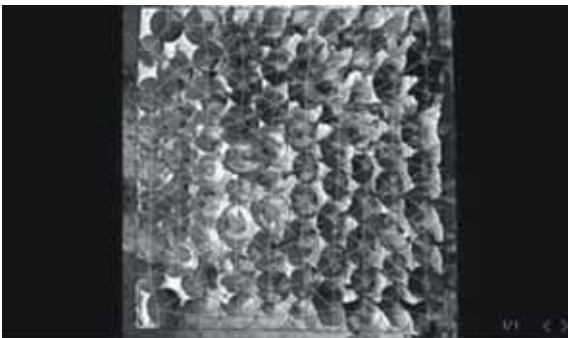
⁴³⁹ **Do original em inglês:** “In the 1960s Fritz Leonhardt, one of Germany’s greatest engineers, asked me to found a research institute at the University of Stuttgart to explore these modeling methods. [...] I worked with him on several large projects, including the Bremen Harbour Roof and the German Pavilion in Montreal. [...] a correctly made model does prove a structure. It is difficult to know if a theoretically determined shape is structurally stable until it is built.” [OTTO, apud EMERGENCE AND DESIGN GROUP, 2004, p.23]

dinâmicas.”⁴⁴⁰ [HENSEL, 2004, p.27, tradução nossa]

Nesse Core Studio, o experimento desenvolvido pelos alunos Andrew Kudless e Giorgio Kailis em 2003 focalizou o estudo das relações entre a formação de sólidos celulares e sua geometria subjacente. Segundo os pesquisadores,

“Trabalhando dentro de restrições formadas através da lógica de produção, o projeto explora vários parâmetros como o tamanho da célula, padrão, e estratificação para a criação de uma estrutura em forma de favo de mel.”⁴⁴¹ [KUDLESS, KAILIS, 2006, tradução nossa]

Com esse objetivo, foram construídos vários modelos físicos e digitais explorando comportamento auto-organizado de corpos compactados e a maneira como esse comportamento específico pode se tornar generativo⁴⁴² em um processo de design.



031 | 3_ Dynamic Form, Projeto 1, Andrew Kudless e Giorgio Kailis.

⁴⁴⁰ Do original em inglês: “[...] material form continuously transmutes in response to an equally dynamic force-context.” [HENSEL, 2004, p.27]

⁴⁴¹ Do original em inglês: “Working within constraints formed through production logics, the project explores various parameters such as cell size, pattern, and layering in creating a honeycomb structure.” [KUDLESS, KAILIS, 2006]

⁴⁴² Tradução nossa do termo em inglês: ‘generative’

O *Core Studio Dynamic Notation* é estruturado na forma de um workshop numa colaboração entre estudantes do *MA Choreography Programme* do *LABAN*⁴⁴³ *Center* e do EmTech, introduzindo os estudantes à teoria espacial do LABAN – o efeito do corpo em movimento através do espaço, e as notações dinâmicas e espaciais na dança, ou seja,

“Uma exploração da representação da dinâmica, movendo-se para longe dos modelos lingüístico-musicais convencionais de coreografia focalizados nos parâmetros espaciais da cinesfera (Choreutic), as variações de energia e ‘stresses’ no sistema humano (Eukinetic).”⁴⁴⁴ [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006, tradução nossa]

Com esse objetivo, modelos digitais dinâmicos foram desenvolvidos em paralelo à evolução de uma peça de dança. Esses experimentos digitais foram suportados por técnicas de animação denominadas de ‘controle *hard*’ como moldura principal, técnicas de ‘controle *soft*’ como dinâmica de partículas, e técnicas inter-relacionais

⁴⁴³ **Laban Dance Centre**, em Deptford, Londres, inaugurado em fevereiro de 2003, é um centro de dança contemporânea. Laban, originalmente o *Art of Movement Studio* sediado em Manchester, foi fundado por Rudolph Laban, um dançarino, coreógrafo e teórico de dança e movimento austro-húngaro. Em 1958, a escola se transferiu de Manchester para Addlestone, em Surrey, e então para New Cross, em Londres em 1975 e foi renomeada Laban Centre for Movement and Dance. Novamente, em 1997, passou a se chamar Laban Centre London. Em 2002 a nova sede foi inaugurada em Deptford, para aclamação crítica. A escola é conhecida localmente como ‘*The Laban*.’ In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Laban Dance Centre**. Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Laban_Dance_Centre>. Acesso em: 03 jul. 2006.

⁴⁴⁴ Do original em inglês: “An exploration of the representation of dynamics, moving away from conventional linguistic-musical models of choreography, focused on the spatial parameters of the kinesphere (Choreutic), the energy variations and ‘stresses’ on the human system (Eukinetic).” [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006].

como escrita paramétrica ou cinemática inversa. Segundo os pesquisadores,

“No estúdio de dança, movimentos simples de dança foram selecionados, e estes foram tomados como ‘sementes’ para a evolução de uma dança de dois minutos. Técnicas evolucionárias abrangiam lógica recombinante aplicada a ‘sementes’ de dança ou ‘genomas’, e regras de interação com o ambiente espacial. O evento manifestou um número de ‘corpos’ de dança como fenômeno emergente, produzidos a partir de uma série de regras e interação ambiental que são diferentes em cada ocasião de **performance**.”⁴⁴⁵ [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006, tradução nossa]

Seguindo essa linha de exploração do design emergente, vários experimentos tem sido realizados explorando as inter-relações entre corpo em movimento e espaço focalizando a exploração dos sistemas dinâmicos produzidos pela *interação*.

Como exemplo desse processo, o projeto desenvolvido em 2003 por Andrew Kudless e Scott Cahill no *Core Studio Dynamic Notation* pode ser resumido, segundo os pesquisadores como “[...] um processo de geração de complexidade a partir de condições iniciais muito simples.”⁴⁴⁶ [KUDLESS, CAHILL, 2006, tradução nossa]. O projeto explorou a

geração de um *sistema complexo*, e as relações entre esse sistema e o seu meio ambiente, a partir da co-evolução de dois elementos – um corpo em movimento e seu ambiente. Segundo Kudless e Cahill,

“Usando uma série de movimentos criados pelos dançarinos, um *script* foi desenvolvido em *software* de simulação de grupo que habilitaria a experimentação com várias propriedades de ambos os movimentos-fonte e o feedback ambiental. Através do uso desse *script*, um corpo dinâmico e não-linear de movimento emergiu, no qual a simples fonte de movimentos produziu padrões complexos e crescimento.”⁴⁴⁷ [KUDLESS, CAHILL, 2006, tradução nossa]

A intenção foi compartilhar ambos, movimento e conhecimento de notação⁴⁴⁸ entre as duas disciplinas envolvidas – dança e arquitetura, para gerar um novo sistema de notação para sistemas dinâmicos.

⁴⁴⁵ **Do original em inglês:** “In the dance studio simple dance movements were selected, and these were taken as ‘seeds’ for the evolution of a two minute dance. Evolutionary techniques included recombinant logic applied to the dance seeds or genomes, and rules of interaction with the spatial environment. The event manifested a number of dance ‘bodies’ as emergent phenomena, produced from a set of rules and environmental interaction that are different on each occasion of **performance**.” [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006]

⁴⁴⁶ **Do original em inglês:** “[...] a process of generating complexity from very simple initial conditions.” [KUDLESS, CAHILL, 2006].

⁴⁴⁷ **Do original em inglês:** “Using a set of movements created by the dancers, a script was developed in crowd simulation *software* that would enable experimentation with various properties of both the source movements and environmental feedback. Through the use of this script, a non-linear dynamic body of movement emerged in which the simple source movements yielded complex patterns and growth.” [KUDLESS, CAHILL, 2006]

⁴⁴⁸ **Notação:** ato de notar, de representar algo por meio de símbolos ou caracteres; sistema de representação gráfica de elementos de determinado campo de conhecimento (p.ex., música, lógica, matemática, química etc.). Disponível em: <<http://houaiss.uol.com.br/busca.jhtm?verbete=nota%E7%E3o>>. Acesso em: 16 fev. 2006.



032 | 3_ Dynamic Notation, Projeto 1, Andrew Kudless e Scott Cahill.



033 | 3_ Dynamic Notation, Projeto 1, Andrew Kudless e Scott Cahill.

Os trabalhos desenvolvidos no **Core Studio Geometry** do EmTech focalizam o estudo de geometrias complexas⁴⁴⁹ e se baseiam em métodos indutivos que procedem do particular ao geral. Nesse contexto, o reconhecimento de padrões é um método fundamental para a identificação de potenciais para o design, e requer habilidades intelectuais conjuntamente a métodos analíticos instrumentais. Esse método de reconhecimento de padrões inclui métodos geométricos e topológicos de

análise e geração da forma. Segundo os pesquisadores,

“Este módulo introduz as abordagens intelectual e instrumental à geometria complexa, em particular, mas não a análise digital e modelagem exclusivamente, e periodicamente examina os modos específicos de operação geométrica em *software* específico (i.e. *nurb surfaces* no Rhino, *meshes* no 3D Studio). Articulações geométricas são comparadas com modelos físicos como bolhas de sabão e membrana fina de sabão.”⁴⁵⁰ [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006, tradução nossa]

Nesse estúdio, a partir de uma compreensão mais aprofundada da lógica geral das geometrias complexas e das especificidades de várias ferramentas de *software*, o objetivo é tornar possível a utilização de ferramentas geométricas e topológicas como forma de reconhecimento de padrões, e como ferramentas de design.

Um exemplo, o projeto desenvolvido por Andrew Kudless e Scott Cahill em 2003, teve o objetivo de criar uma série de modelos físicos e digitais que correspondessem geometricamente e topologicamente ao objetivo de derivar rigorosos métodos de modelagem tão precisos quanto descritivos e analíticos, podendo eventualmente ser utilizados

⁴⁴⁹ **Geometria Complexa**, em matemática, é a aplicação de números complexos à geometria plana. Mais que representar um ponto em um plano como um par de coordenadas cartesianas, na geometria complexa eles podem ser representados como um simples número complexo, o qual pode ser escrito tanto em forma retangular quanto polar. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Complex Geometry**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Complex_geometry>. Acesso em: 03 jul. 2006.

⁴⁵⁰ **Do original em inglês:** “This module introduces the intellectual and instrumental approaches to complex geometry, in particular but not exclusively digital analysis and modelling, and in turn examines the specific modes of geometric operation in specific *software* [i.e. *nurb surfaces* in Rhino, *meshes* in 3D Studio]. Geometrical articulations are compared with physical models such as soap-bubbles and soap-films.” [ARCHITECTURAL ASSOCIATION, 2006]

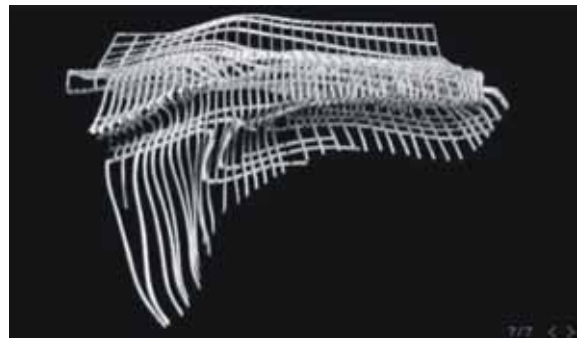
em processos generativos. Segundo os pesquisadores,

“Esta família de formas foi então, através do mesmo processo de correspondência que os modelos físico e digital tinham ido antes, com a exceção de que a geometria instrutiva, ou pontos de controle, já tinham sido determinados a partir do modelo base.”⁴⁵¹ [KUDLESS, CAHILL, 2006]

Nesse experimento, depois que uma família de formas é produzida, um processo de combinações é iniciado, gerando modelos mais complexos que podem ser difíceis de descrever formalmente com informações geométricas e topológicas sem a construção anterior de modelos mais básicos.



034 | 3_ Geometry, Projeto 1, Andrew Kudless e Scott Cahill.



035 | 3_ Geometry, Projeto 1, Andrew Kudless e Scott Cahill.

Nos *Core studio Form Generation* do EmTech, são desenvolvidos projetos envolvendo computação evolucionária e geração formal. A computação evolucionária produz a evolução da forma através de variação, mutação e avaliação das aptidões através de linguagens matemáticas de crescimento. O feedback de um ambiente externo é também incorporado nesse processo computacional. Nesse estúdio, esse processo é examinado dentro de um experimento de geração formal baseado na utilização da ferramenta computacional GENR8, desenvolvida pelos pesquisadores do EDG – *Emergent Design Group* do *Massachusetts Institute of Technology*.

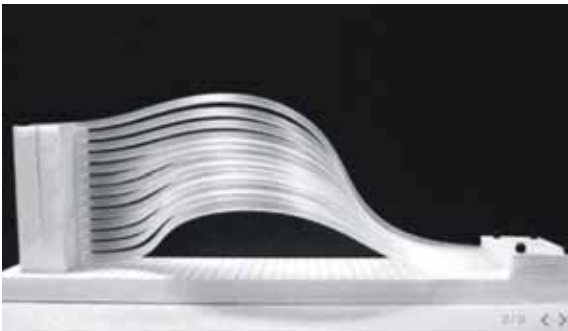
Um projeto desenvolvido nesse estúdio por Jordi Truco em 2002, utilizou o GENR8 como plug-in do *software* Maya da AliasWavefront. O objetivo central foi o de desenvolver uma família de superfícies para entender sua morfologia em relação ao modo como sua geometria se manifesta de diferentes formas por vários *software* 3D de modelagem e examinar essas geometrias no que se refere a novas articulações

⁴⁵¹ **Do original em Inglês:** “This family of forms then went through the same process of correspondence that the physical and digital models had before with the exception that the informing geometry or control points had already been determined from the base model.” [KUDLESS, CAHILL, 2006]

estruturais potenciais. Segundo os pesquisadores,

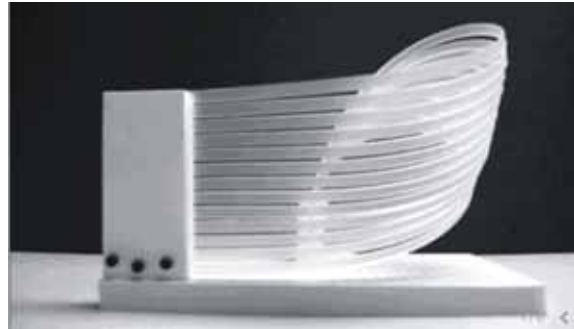
“A informação do ‘genoma’ desenvolvido para a superfície é geométrica, e desse modo cada geração requer uma análise geométrica modificada em sucessivas gerações no processo evolucionário. Outras séries de análises geométricas foram conduzidas em ordem para determinar métodos de articular e construir fisicamente as superfícies. A construção de modelos cortados a laser focalizada na articulação da densidade heterogênea de material estrutural relativo à intensidade da articulação da superfície.”⁴⁵² [TRUCO, 2006, tradução nossa]

Assim, em qualquer lugar que a superfície esteja fortemente articulada e a distribuição da força seja potencialmente mais complexa, uma grande densidade de material é ‘implementada’ no decorrer do processo de construção do modelo.



036 | 3_ Form Generation, Projeto 1, Jordi Truco

⁴⁵² **Do original em inglês:** “The information of the evolved ‘genome’ for the surfaces is geometrical, and so each generation requires a geometrical analysis, modified in successive generations in the evolutionary process. Another series of geometric analyses were conducted in order to determine methods of articulating and physically constructing the surfaces. The construction of a laser-cut model focused on articulating a heterogeneous density of structural material relative to the intensity of surface articulation.” [TRUCO, 2006]



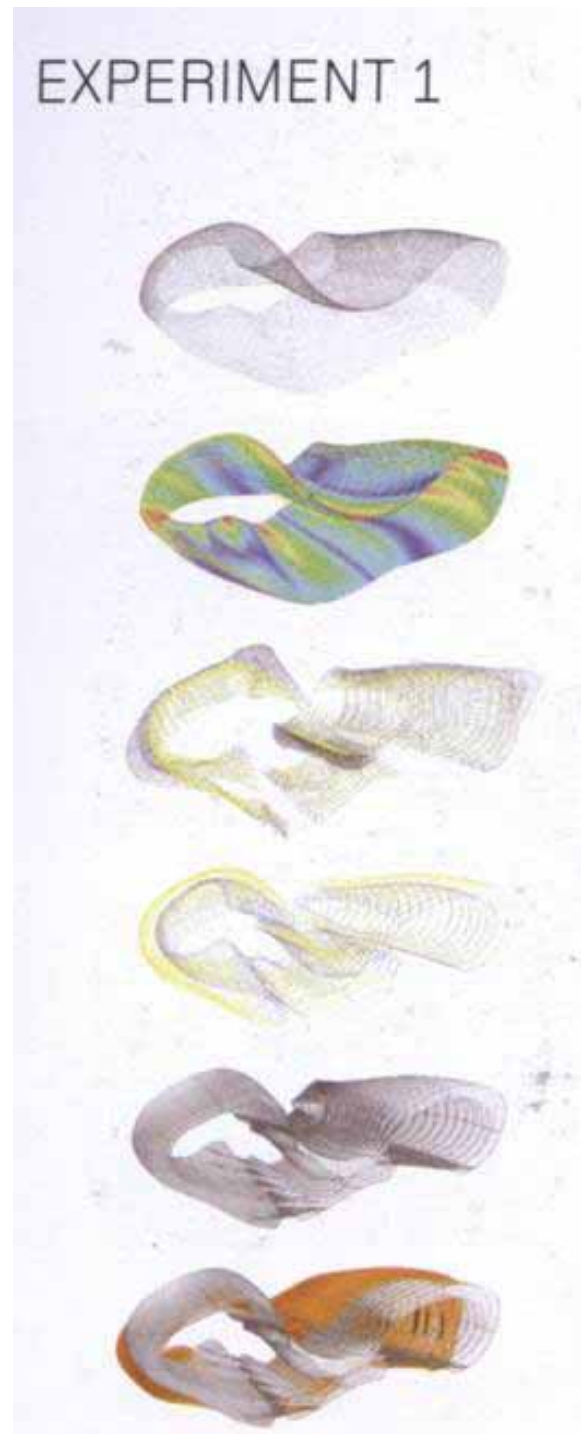
037 | 3_ Form Generation, Projeto 1, Jordi Truco.

De um modo geral, os projetos desenvolvidos nos *Core studio* do EmTech demonstram a habilidade de combinar computação evolucionária com o que definem como ‘avaliação digital avançada’ e técnicas de modelagem, além de restrições do processo de manufatura. Vários outros experimentos tem sido realizados, integrados em projetos de pesquisa, fazendo uso extensivo das *engine*⁴⁵³ genéticas de sistemas como o MoSS ou o GNR8, explorando as possibilidades de aplicação no processo de design em arquitetura. Nesse sentido podemos destacar projetos envolvendo processos morfogenéticos de design emergente realizados em parceria entre pesquisadores do EDG do *Massachusetts Institute of Technology* e do EmTech da *Architectural Association*, que tem contribuído para o

⁴⁵³ **Engine** é algo que produz algum efeito a partir de um dado input. No emprego original do termo, uma *engine* era qualquer tipo de dispositivo mecânico. Praticamente qualquer dispositivo da revolução industrial era referido como *engine*. Essa forma do termo tem sido utilizada na ciência da computação onde termos como *search engine*, *3-D graphics game engine*, *rendering engine* e *text-to-speech engine* são amplamente difundidos. O primeiro dispositivo de computação mecânica foi chamado de *difference engine*. In: WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Engine**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Engine>>. Acesso em: 03 jul. 2006. (optamos por utilizar aqui o termo em inglês por ser o amplamente utilizado em publicações da área de Ciência da Computação em português do Brasil.)

desenvolvimento das pesquisas em Design Emergente nas duas instituições.

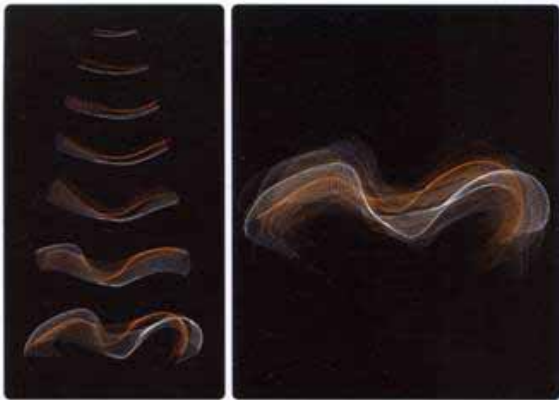
Um desses experimentos conjuntos investigou a combinação potencial de geometria digitalmente evoluída e de manufatura auxiliada por computador (CAM) com o objetivo de ampliar a coerência entre a lógica do processo de manufatura, restrições relacionadas ao material e geometrias complexas. A computação evolucionária foi utilizada para iniciar um processo de evolução de duas superfícies interligadas através de critérios de conveniência.



038 | 3_ Planos de construção tangenciais e perpendiculares das superfícies evoluídas com GENR8 são derivados via análise das inter-relações geométricas. **De cima para baixo:** a superfície evoluída no GENR8 está fechada por informação geométrica de alinhamento tangencial em pontos do limite; planos de construção tangenciais e perpendiculares são distribuídos de acordo com a curvatura da superfície; a posição e as laterais de seções perpendiculares são definidas por direções da superfície e curvatura local; a rigorosa análise geométrica da superfície evoluída comanda uma articulação seccional

que organiza a inter-relação de componentes e sistemas secundários co-evoluídos.

O experimento foi baseado no entendimento de que uma superfície com curvatura variável pode ser descrita por um sistema de construção de planos tangenciais e perpendiculares, o que é igualmente adequado ao subsequente corte com laser auxiliado por computador do material laminado.

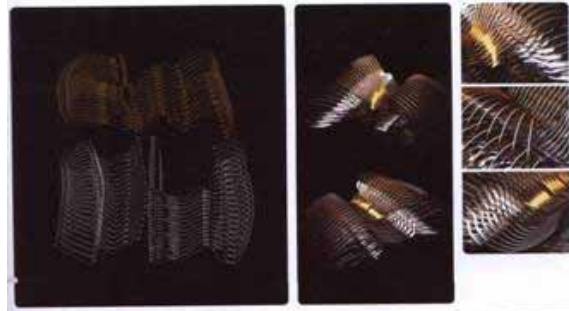


039 | 3_ A Esquerda: crescimento digital: o crescimento digital nas superfícies evoluídas com GENR8 constituem 'crescimento' propriamente dito e não 'aumento', considerando-se que todas as partes da superfície são 'modificadas' durante o processo como um todo. **A Direita:** A avaliação digital: computação evolucionária é utilizada para iniciar um processo que co-evolui diferentes gerações de superfícies interconectadas por critério geométrico de aptidão e daptação a forças ambientais [gravidade, atratores e repulsores].

Segundo os pesquisadores responsáveis Una-May O'Reilly, Martin Hemberg e Achim Menges,

"No experimento, muitas gerações de duas superfícies curvas inter-relacionadas foram criadas em um ambiente definido por forças de atração e de repulsão e as superfícies evoluídas foram analisadas em outros pacotes de *software*. Padrões geométricos emergentes informaram e mudaram o critério de afinidade. Características geométricas como mudanças regionais na

curvatura e direção dos padrões da superfície definem a posição e o número de planos de construção assim como a profundidade das seções através de muitas populações."⁴⁵⁴ [O'REILLY, MENGES, HEMBERG, 2004, p. 52, tradução nossa]



040 | 3_ A Esquerda: Arranjo coplanar de seções multiplanares. **No meio:** Modelo Digital evoluído por processo morfogenético utilizando GENR8. **A Direita:** Relações geométricas intrincadas entre componentes seccionais multiplanares e superfícies co-evoluídas.

Nesse contexto, as relações geométricas são relativamente simples, mas, através da evolução não-linear são produzidas intrincadas articulações da superfície. Esse experimento ilustra como, através de articulações geométricas o processo adquire uma complexidade evolutiva, sempre crescente, a partir das interações generativas, mantendo, no entanto, a lógica do sistema material – o que possibilita imediata prototipagem ou manufatura dos resultados, das formas emergentes no processo.

Outro experimento morfogenético desenvolvido, teve como pretexto o

⁴⁵⁴ **Do original em Inglês:** "In the experiment many generations of two interrelated curved surfaces were bred in an environment defined by attracting and repelling forces, and the evolved surfaces were analyzed in other *software* packages. Emergent geometric pattern informed and changed the fitness criteria according. Geometric features such as the regional change in curvature and the direction of surface normals define the position and number of construction planes, as well as the depth of sections, across many populations." [O'REILLY, MENGES, HEMBERG, 2004, p. 52]

design de uma espécie de divisória em forma de 'morango pneumático' para exposição no evento de revisão anual dos projetos da *Architectural Association*, em Londres. O objetivo do experimento foi estender as dinâmicas evolucionárias de reprodução, mutação, competição e seleção como estratégias de design. Segundo os pesquisadores envolvidos,

"Os potenciais e limites desde a geração inicial da forma até o processo atual de manufatura foram explorados substituindo a investigação em direção a padrões performativos que desenvolvem como espécies através de populações e gerações sucessivas enquanto mantém capacidade estrutural e características geométricas."⁴⁵⁵
[O'REILLY, MENGES, HEMBERG, 2004, p. 52, tradução nossa]

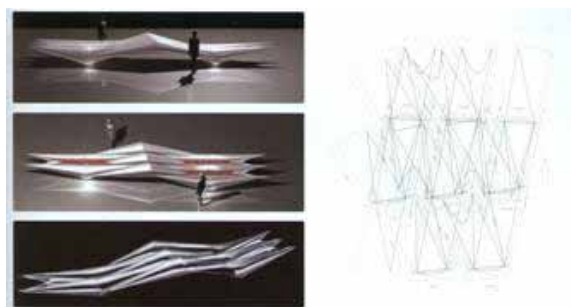
Nesse experimento, após rodar o GENR8 por seiscentas gerações, cento e quarenta e quatro espécies de formas foram identificadas e catalogadas de acordo com padrões específicos de características geométricas relevantes. Considerando a evolução inter-relacionada da superfície geometricamente definida, o critério para avaliação era a conformidade entre as espécies emergentes, prioritariamente à conformidade de cada parte interagente ou indivíduo.

⁴⁵⁵ Do original em inglês: "The potentials and limits from initial form generation to the actual manufacturing process were explored shifting the investigation towards performative patterns that evolve as species across populations and successive generations while is maintaining structural capacity and geometric characteristics." [O'REILLY, MENGES, HEMBERG, 2004, p. 52]



041 | 3_ A esquerda: design morfogenético: uma geração de três subpopulações de superfícies crescidas no GENR8 fornecem pontos de definição geométrica para diferentes componentes da estrutura. Essa população consiste em sistemas pneumáticos individuais que são todos coerentes com as lógicas estrutural e de manufatura. **A direita:** depois de rodar um processo evolucionário no GER8, próximo de 600 gerações e 144 espécies são identificadas e catalogadas de acordo com padrões específicos de características geométricas relevantes. A taxonomia é relacionada à definição da superfície ('S' ou eixo-y) e componente do layout ('C' ou eixo-x).

Os dois experimentos morfogenéticos, no contexto dos trabalhos desenvolvidos por ambos EDG e EmTech, ilustram as possibilidades para o design sob uma perspectiva da complexidade e o poder da computação evolucionária como uma ferramenta de design. Essas técnicas e ferramentas de design, podem produzir intrincadas articulações de superfícies coerentes com a lógica geométrica de materiais e sistemas estruturais relevantes.



042 | 3_ A esquerda: modelo digital do 'indivíduo' selecionado para ser manufaturado mostra a diferenciação dos componentes pneumáticos dentro do sistema geral autoportante. **A direita:** um protótipo manufaturado em PVC indica que a diferenciação evoluída de cada

componente é ainda coerente com as lógicas estrutural e de manufatura.

Podemos considerar que, explorações como as aqui apresentadas a partir dos trabalhos do EmTech e do EDG,, representam os relevantes passos na exploração de processos de design em arquitetura capazes de desenvolver a lógica da complexidade. Simulações que envolvem emergência em sistemas complexos podem contribuir para uma transformação no 'modo de pensar' o processo de design, para pensar e produzir arquitetura como um *sistema complexo*.

3.5_ A 'Digital' Space Odyssey

Podemos observar, a partir dos exemplos e das discussões apresentadas no presente capítulo que, nas décadas de 1990 e 2000, mais que nos anos 1960 e 1970, se torna sensível a dificuldade de conceber uma arquitetura dinâmica, capaz de reagir, de dialogar com ambiente e usuários, ou de se transformar em um processo de evolução a partir de interações no tempo, utilizando as ferramentas conceituais herdadas da arquitetura Modernista do século XX. É nesse contexto que um vasto universo de conhecimentos científico-tecnológicos relacionados à complexidade se destacam como um *mainframe* conceitual para a concepção da arquitetura como um sistema complexo. Como coloca Marshall McLuhan, podemos considerar que,

"Durante as eras mecânicas extendemos nossos corpos no espaço. Hoje em dia [...]"

extendemos nosso sistema nervoso central ele mesmo em um abraço global, abolindo ambos espaço e tempo assim como no que concerne ao nosso planeta. Rapidamente nos aproximamos da fase final das extensões do homem – a simulação tecnológica da consciência."⁴⁵⁶ [McLUHAN *apud* OCKMAN, 1993, p.459, tradução nossa]

Nesse contexto, a rede de interações onde floresce uma estrutura dinâmica de produção exponencial de conhecimentos por ciência, tecnologias, se estendendo a um amplo leque de campos disciplinares, pode, ela mesma, ser compreendida como um *sistema de comportamento complexo*, ou seja, um sistema onde a organização *emerge* a partir da interação dinâmica de múltiplos agentes, seguindo regras locais – um sistema que tem a característica de se auto-organizar, podendo ser considerado um *sistema complexo* caracteristicamente *emergente*, quando todas as interações locais resultarem em algum tipo de macro-comportamento observável. Essa é a perspectiva apresentada por Steven Johnson, quando afirma que esse fenômeno aconteceu com o conjunto de comportamentos *bottom-up* nas três últimas décadas, quando, depois de anos de investigações independentes, os vários trabalhos de Alan Turing, Claude Shannon, Norbert Wiener, Warren Weaver, e Illya Prigogine, entre outros,

⁴⁵⁶ **Do original em inglês:** "During the mechanical ages we had extended our bodies in space. Today... we have extended our central nervous system itself in a global embrace, abolishing both space and time as far as our planet is concerned. Rapidly we approach the final phase of the extensions of man – the technological simulation of consciousness." [McLUHAN *apud* OCKMAN, 1993, p.459], Trecho do livro de Marshall McLuhan "Understanding Media", de 1964, citado por Joan Ockman em "Architecture Culture 1943-1968".

iniciaram uma transformação no modo como pensamos acerca do mundo e de seus sistemas. Segundo Johnson,

“Em meados da década de 1980, a revolução estava em efervescência. O Instituto Santa Fé foi fundado em 1984; o livro *Caos*, de James Gleik, saiu três anos depois, com críticas elogiosas em todo o mundo, e foi seguido por dois livros populares em ciência, ambos chamados *complexidade*. Estudos sobre vida artificial floresceram, parcialmente graças ao sucesso de programas de *software* como o Tracker. Nas ciências humanas, teóricos críticos como Manuel De Landa começaram a lidar com as ferramentas conceituais da auto-organização, abandonando o paradigma do pós-estruturalismo ou de estruturas culturais, então na moda. A fase de transição estava concluída: a chamada de Warren Weaver para o estudo da complexidade organizada havia recebido uma resposta expressiva. A ‘região do meio’ de Warren Weaver finalmente fora ocupada pela vanguarda científica.” [JOHNSON, 2003, p.48]

Nos anos 1990, através de publicações e uma rede de trocas intensas de conhecimento entre pesquisadores dos mais diversos campos, essas informações relativas aos desenvolvimentos das ciências da complexidade estavam suficientemente disseminadas para possibilitar o início de uma incorporação pela arquitetura. É nesse contexto que, contando com o suporte efetivo das tecnologias computacionais, arquitetos contemporâneos puderam resgatar idéias conceituais de uma vanguarda dos anos 1960 e 1970 que se afinavam com a complexidade. A chamada de Weaver

para o estudo da complexidade organizada atinge assim, com força expressiva, os domínios da arquitetura e do urbanismo de vanguarda.

Vivemos, desde o início da década de 1990, a terceira fase de uma revolução iniciada em meados do século passado. Sistemas *bottom-up* artificiais invadem o cotidiano, estando presentes na forma de sistemas para vídeo games, sites Web de vendas ou comunidades on-line que se organizam em torno dos mais diferentes propósitos. Segundo Johnson,

“Assim como as metáforas de relojoeiros do iluminismo, ou a lógica dialética do século XIX, o mundo emergente pertence a este momento do tempo, dando forma a nossos modos de pensar e colorindo nossa percepção do mundo. Como nossa vida diária está cada vez mais povoada pela emergência artificial, descobriremos que confiamos cada vez mais na lógica desses sistemas [...]” [JOHNSON, 2003, p.49]

Assim, sem compreender a lógica dos *sistemas complexos* é impossível compreender os processos contemporâneos de design suportados pelas tecnologias computacionais (incluindo ambientes computacionais onde é possível simular a evolução em processos generativos não-lineares que florescem nas décadas de 1990 e 2000).

A transformação é protagonizada por arquitetos fortemente influenciados pelas investigações referentes ao comportamento desses sistemas em filosofia, economia e nos mais diversos campos da ciência, como física,

matemática e biologia. Os modelos de design capazes de suportar transformações a partir do fluxo de matéria e energia – *interações* –, em uma temporalidade irreversível, tomam o lugar das normas estáticas dos convencionais processos de design. Segundo Ali Rahim,

“Designers experimentais tiram partido dessa abordagem de aprendizagem afirmativa, a qual desenvolve através de projeto, adiando a reflexão das relações conceito/imagem-objeto/imagem. A melhor oportunidade ocorre no interstício entre conceito e sua forma material – o atraso sistêmico – e é confiante em desafiar toda noção determinista de processo material. A simulação de múltiplos sistemas simples que produzem todos sintéticos e emergentes, organizados a partir de *bottom-up* pode conquistar essas condições. Estudar esse comportamento no tempo organiza uma série de idéias e regras que podem, um ou outro, modificar o processo de adoção de métodos alternativos e técnicas de exploração.”⁴⁵⁷ [RAHIM, 2000, p.7, tradução nossa]

Teoria e prática da arquitetura que em meados da década de 1990 exploravam as fronteiras do *ciberespaço*, dos meios e da cultura digitais, e as implicações de um processo amplamente permeado pelas tecnologias computacionais, dão nessa

mesma década os primeiros passos no processo de compreensão de um universo onde a incerteza, a contradição e a velocidade vertiginosa são inerentes.

Do final da década aos anos que sucedem a passagem do milênio, podemos dizer que a arquitetura se encontra em um momento de ‘suspensão’ no que concerne às transações entre ciências e tecnologias computacionais. As propostas não compartilham do caráter eufórico dos anos imediatamente consecutivos à possibilidade de acesso global à Internet, mas da busca por dominar as ferramentas técnicas e conceituais capazes de dar suporte à elaboração da arquitetura como um sistema complexo. A arquitetura dos 2000+ é a arquitetura da complexidade na era digital – uma arquitetura que se obriga a compreender em profundidade o significado da *interação* e da *emergência* no contexto da complexidade.

Dessa forma, podemos observar que a relação entre arquitetura e complexidade se consolida nas décadas de 1990 e 2000, numa variedade maior de formas de apropriação que nos anos 1960 e 1970. Conceitos relacionados à complexidade, a um pensar complexo, em campos como filosofia, pedagogia, e ciências de maneira geral, como física, química, biologia, matemática e seus desdobramentos como a engenharia genética e a inteligência artificial, são utilizados por arquitetos para dar suporte a processos de design não-lineares.

⁴⁵⁷ Do original em inglês: “Experimental designers capitalize on this approach of assertive learning, which develops through a project, suspending the reflection of concept/image-object/image relationships. The best opportunity occurs in the interstice between concept and its material form – the systemic delay – and is reliant on challenging all deterministic notions of material processes. The simulation of multiple simple systems that produces synthetic and emergent wholes organized from the bottom up can achieve this conditions. Study of this behavior over time organizes a set of ideas and rules that can either modify the process of foster alternative methods and techniques of exploration.” [RAHIM, 2000, p.7]

Nesse contexto, merecem destaque as propostas se caracterizam por centralizar os esforços em considerar, em sua elaboração, a interação de fluxos e fatores os mais diversos, incorporando as tecnologias digitais como meios para ampliar as interações entre sujeitos e sistema-arquitetura e/ou entre *sujeitos+sistema-arquitetura* e o ambiente. Essas propostas têm contribuído para fortalecer as conexões entre o pensamento arquitetônico e o pensamento complexo, abrindo caminho para futuras explorações concernentes a processos de design suportados e estimulados pelas tecnologias computacionais.

Nos diversos experimentos envolvendo o uso de sistemas de *software* em processos de Design Emergente que tem alcançado destaque em publicações internacionais de arquitetura, a exploração tem privilegiado, muitas vezes, aspectos relativos à geração formal, à morfogênese, deixando em segundo plano o sujeito – arquitetos ou usuários – dessa arquitetura.

Um campo a ser explorado poderia ser pensar em modos de responder às necessidades muitas vezes não expressas dos usuários em formas de arquitetura que não só sejam geradas por processos emergentes mas que dêem suporte a uma contínua evolução do sistema-arquitetura no tempo, para além dos ambientes computacionais de simulação.

Com a evolução e sofisticação das tecnologias computacionais talvez não seja utopia pensar como poderia acontecer um processo de auto-organização do sistema-arquitetura construído, no contexto de uma realidade mesclada, direcionada por atratores como usuários e alterações de preferências e necessidades, variações contextuais e ambientais, em um processo contínuo de evolução no tempo – um Design Emergente para além dos ambientes computacionais.

considerações finais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação se estruturou em torno de uma intenção central, que diz respeito à investigação das conexões entre arquitetura e complexidade, da busca por aproximações entre os *processos de design em arquitetura* e as *ciências da complexidade*, ou um *pensar complexo*.

Assim, no esforço de articulação das informações obtidas no trabalho de pesquisa desenvolvido ao longo dos três últimos anos, procuramos encontrar as conexões alimentadas e utilizadas por arquitetos que pensaram e produziram a arquitetura a partir de uma abordagem complexista dos processos de design.

Como guia para percorrer as conexões entre temas e conceitos que se inter-relacionam e dialogam na construção da dissertação, estruturamos as considerações finais a partir de entradas capazes de sintetizar nossa abordagem - *Da cibernética à complexidade; Temporalidade irreversível e auto-organização; Interação; Generatividade; Desdobramentos e interconexões*.

Da cibernética à complexidade

A cibernética, que traz, como afirma Morin [MORIN, 2003, p.309] , a descoberta da 'organização comunicacional', é o elemento que conecta, a base a partir da qual dialogam e se desenvolvem todos os conhecimentos que se inter-relacionam nas ciências da complexidade, em um pensar complexo. É a partir da cibernética que podem ser pensadas a interação e a generatividade no contexto da organização. Articulando-se desde finais da década de 1940 com a teoria dos sistemas, a teoria da informação, com os trabalhos de Turing em Morfogênese, a cibernética fornece as bases para 'pensar complexo' nas mais diversas frentes do conhecimento humano. Segundo Morin,

"As virtudes cibernéticas não são apenas ter trazido um gérmen de conceitos enriquecedores, como a retroação com relação à interação, o circuito com relação ao processo, a regulação com relação à estabilização, a finalidade com relação à causalidade [...], todas as idéias agora indispensáveis para conceber os fenômenos físicos, biológicos, antropossociais: não é somente ter ligado este feixe nas e pelas idéias de comando e de comunicação, *é de ter ligado todos esses termos de maneira organizacional e de ter assim dado origem à primeira ciência geral (quer dizer, física) tendo por objetivo a organização.*" [MORIN, 2003, p.304-305]

No entanto a cibernética wieneriana, que traz a noção de comunicação/comando dá margem a uma vertente da simplificação, da redução e da manipulação desse pensamento, tomado ou traduzido sob a forma de uma fórmula universal de solução para todos os problemas. Essa vertente confirma as considerações de Jürgen Habermas em *Técnica e Ciência como Ideologia* (1968) e se torna, como coloca Morin,

"[...] o pseudópodo teórico de uma organização do trabalho dominante e de uma prática tecnocêntrica e tecnocrática." [MORIN, 2003, p.304-308]

Nesse contexto, é na busca de participar da exploração da descoberta cibernética da organização comunicacional que se articula nas décadas de 1960 e 1970 a relação entre arquitetura e complexidade. E é, dando continuidade a essa busca, que se estruturam as propostas das décadas de 1990 e 2000 que se dedicam a criar uma arquitetura baseada na lógica dos *processos-sistemas* auto-organizacionais. Nesse contexto, considerar a possibilidade de organização a partir das interações, implica relativizar a desordem, e compreender efetivamente nosso objeto – a arquitetura – não apenas, ou principalmente, como objeto, já que é organizado e, sobretudo, organizante, mas como um sistema. Um sistema complexo, onde o todo é simultaneamente mais e menos que a soma de suas partes, pelas emergências que a sua organização produz e que retroagem sobre esta mesma organização.

Temporalidade irreversível e auto-organização

Numa abordagem complexista do processo de design em arquitetura, é essencial compreender processos que implicam evolução. Nesse contexto, o 'tempo' do pensamento científico que se oficializou com a formalização de leis gerais por Newton no século XVII, o tempo reversível que não afeta os objetos, o tempo como 'ilusão', dá lugar ao tempo de Darwin, o tempo de Bergson, irreversível – o tempo da evolução, que *transforma*, o tempo da complexidade.

Nas propostas vanguardistas das décadas de 1960 e 1970 em arquitetura, como ilustra a concepção de Cedric Price, o tempo estava interligado ao fluxo de informações através do sistema-arquitetura não somente a partir de interações com os usuários, mas também no contexto do urbano. Compreender o papel do tempo em arquitetura para Price implicava entender como um sistema-arquitetura poderia abranger um intervalo temporal de uso, obsolescência e reciclagem, em um contínuo entre ordem, desordem e organização. O tempo da arquitetura dos anos 1990 e 2000 que se relaciona com a complexidade é ainda, para além das abordagens dos anos 1960 e 1970, o tempo da evolução, da geração, da emergência, nos processos de design em ambientes computacionais. Segundo o arquiteto do *Emergence and Design Group* (EDG) Michel Weinstock, em resposta à questão "O que é isso que emerge, a partir do que emerge, e como a emergência é produzida?"⁴⁵⁸ [WEINSTOCK, 2004, p.17, tradução nossa], pode-se dar a seguinte resposta, no contexto dos processos de design emergente que estão atualmente sendo desenvolvidos e experimentados,

⁴⁵⁸ Do original em inglês: "What is it that emerges, what does it emerge from, and how is emergence produced?" [WEINSTOCK, 2004, p.17]

"Forma e comportamento emergem do processo de sistemas complexos. Processos produzem, elaboram e mantêm a forma de sistemas naturais, e esses processos incluem trocas dinâmicas com o ambiente. Há padrões genéricos no processo de auto-organização de formas, e nas próprias formas. A geometria tem ambos um papel local e um glocal⁴⁵⁹ na dinâmica inter-relacionada de padrão e forma na morfogênese auto-organizada."⁴⁶⁰ [WEINSTOCK, 2004, p.17, tradução nossa]

Podemos considerar que os sistemas computacionais capazes de suportar processos de design emergentes, auto-organização, em experimentos morfogenéticos, constituem importantes passos em direção a uma arquitetura capaz de efetivamente promover uma ampliação do diálogo via tecnologias computacionais, entre sujeitos, objetos(sistemas) e ambiente, entre ordem, desordem e organização, articulados numa trama dinâmica.

Interação

Nesse percurso, uma questão esteve em suspensão em vários momentos: seria a arquitetura da complexidade aquela que primasse pela inserção, pela *participação* efetiva do usuário final no processo de design? As pesquisas e reflexões aqui apresentadas levam a responder que não. Na grande maioria das vezes, o arquiteto que pensa a partir da complexidade está preocupado em criar sistemas complexos onde o usuário atue dinamicamente, não necessariamente no processo de concepção, mas como parte desses sistemas.

A arquitetura da complexidade se preocupa em ampliar as possibilidades de *interação* em todas as instâncias, não apenas entre sujeitos e sistemas (mais que objetos), mas entre esses sistemas, sujeitos, e ambiente. Acreditamos, diante dos casos analisados que, abordar a questão da ampliação das possibilidades de *interação* exclusivamente pelo viés da interação entre usuários finais e arquitetura via processos participativos de design, é uma alternativa reducionista. Mesmo em abordagens que à primeira vista se aproximam da lógica de processos de design participativos como a de Yona Friedman com seu FlatWriter, de 1971 (ver Capítulo 2), vemos que a questão central é a transmissão de mensagens no processo, ou seja, a preocupação em criar um método para articular o fluxo de informações no sistema-processo de design, para *gerar* arquitetura. Cedric Price se preocupa em promover as interações entre usuários-

⁴⁵⁹ Segundo a Professora e pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação do Convênio MCT/IBICT – UFF, Antropóloga, Socióloga e Doutora em Ciência da Informação, Isa Maria Freire, o termo *glocal* diz respeito para Quèau “[...] a uma cultura capaz de reunir o global e o local - uma cultura ‘global’. A cibercultura, que acompanha a emergência da sociedade da informação, possui certos atributos dessa cultura ‘global’, da qual a ‘cultura Internet’ seria uma prefiguração, e dispõe de modelos mentais e de instrumentos capazes de ‘apreender melhor as novas formas de complexidade’ criadas pelas relações entre a cultura global e as culturas locais.” [FREIRE, 2004, p.1]

⁴⁶⁰ **Do original em inglês:** “Form and behaviour emerge from the process of complex systems. Processes produce, elaborate and maintain the form of natural systems, and those processes include dynamic exchanges with the environment. There are generic patterns in the process of self-organization of forms, and in forms themselves. Geometry has both a local and a glocal role in the interrelated dynamics of pattern and form in self-organized morphogenesis.” [WEINSTOCK, 2004, p.17]

interatores e os sistemas-arquitetura que concebe, como no Generator Project (1978), onde o sistema que articula as interações pode se *aborrecer* caso permaneça um determinado tempo sem promover re-configurações do espaço em função de diferentes preferências e necessidades. Nas décadas de 1990 e 2000, a questão da interação é tratada de maneira diversa, ocupando invariavelmente lugar de destaque nas abordagens. Na aproximação de Greg Lynn, bem como em trabalhos produzidos por pesquisadores do EDG ou do EmTech, a forma-arquitetura emerge de interações no processo de design entre sujeitos, objetos(sistema-arquitetura) e ambiente simulados por sistemas computacionais. Variáveis ligadas ao ambiente, a características dos materiais construtivos, necessidades relacionadas à funcionalidade, são transformados em dados e funcionam como atratores ou repelente no processo de evolução da forma. Em propostas como a de Kas Oosterhuis para o paraSCAPE (1997-99), o sistema-arquitetura se transforma a partir da interação dinâmica entre sujeito e edifício e desses, em conjunto, com o ambiente.

É de fato uma questão central recorrente nas aproximações dos diversos arquitetos aqui selecionados, tanto das décadas de 1960 e 1970, quanto das de 1990 e 2000, a da *interação* via sistemas que viabilizem e sejam capazes de ampliar as facilidades de comunicação entre sujeitos, objetos e ambiente, numa arquitetura compreendida e concebida como um sistema. A partir dessas evidências podemos considerar que as tecnologias digitais – em um processo que se evidencia, sobretudo a partir do advento da Internet na década de 1990 – são meios e ambientes ao mesmo tempo – meio-ambientes - capazes de influenciar e viabilizar efetivamente o florescimento de processos de design como emergência em um pensamento arquitetônico pronto a compreender e a exercitar a complexidade. O que confirma nossa hipótese inicial.

Generatividade

Se uma das chaves para entender o que aqui referimos como arquitetura da complexidade é a ampliação das possibilidades de *interação*, a outra é a consideração da *generatividade* como fundamental no processo organizacional dessa arquitetura-sistema complexo. No primeiro volume da série *O Método*, Edgar Morin aborda a generatividade como um processo que envolve arquivos informacionais, a que chama *memotecas*, às quais “[...] o aparelho recorre diversamente segundo as necessidades e problemas que lhe são assinalados e que dizem respeito a reorganizações, produções internas, comportamentos, etc; ou seja, todas as atividades fenomenais.” [MORIN, 2003, p.400]. A generatividade é apresentada por Morin como um elemento chave no processo de organização. Segundo o pensador,

“Da mesma forma que o improvável é, na e pela organização naquentrópica, transformando em provável local e temporário, o caráter propriamente factual

do fato gerativo (sua improbabilidades, e a surpresa e o desvio que ele constitui) é transformado em caráter *elemental*, ou seja, necessário e ortodoxo para esta organização: o fato se torna elemento, sem entretanto deixar de ser fato. Daí esse duplo aspecto da generatividade informacional: ela guarda o caráter factual da informação shannoniana, mas o fato mudou de caráter, provisoriamente e localmente, sem entretanto mudar de natureza. Ele tem agora duplo aspecto, ou seja, aspecto complexo.” [MORIN, 2003, p.401]

Essa articulação conceitual de Morin ajuda a compreender a importância do aspecto gerativo como característico de uma abordagem complexista do processo de design em arquitetura, tanto nas propostas das décadas de 1960 e 1970, onde como colocou John Frazer, vigorava o que podemos considerar como uma máxima – *Computing without computers*⁴⁶¹ (ver capítulo 3) –, quanto nas sofisticadas experimentações das décadas de 1990 e 2000 que utilizam sistemas computacionais para desenvolver processo de design emergente. Como coloca Morin, “[...] a informação generativa gera fato, não somente gera fato, mas o transforma em ordem e organização, sem que ele cesse de ser fato.” [MORIN, 2003, p.402]. A informação que gera fato – os dados, códigos, as variáveis, que geram arquitetura. A generatividade é crucial no processo de organização. O sistema-arquitetura se organiza (se auto-organiza) a partir de informações que vão direcionar, orientar essa organização, a evolução do sistema-arquitetura no tempo.

Dois recortes_ dos anos 1960 aos 2000+

Com ferramentas matemáticas e sistemas computacionais ainda não plenamente desenvolvidos, sem a possibilidade de acesso a uma rede mundial como a Internet, as idéias dos arquitetos que a partir dos anos 1960 exploraram as relações entre arquitetura e complexidade só vieram a ser resgatadas com força renovada na segunda metade da década de 1990 diante da possibilidade efetiva de comunicação mundial em rede a partir de 1994, e da disponibilidade efetiva de utilização de tecnologias computacionais no processo de design.

No intercurso desse dois momentos utilizados como recortes temporais que estruturam nossa aproximação, a década de 1980 e a primeira metade da década de 1990, foram anos em que a arquitetura da complexidade permaneceu no âmago de um ceticismo geral, onde emergiram posturas como o desconstrutivismo, o minimalismo, o pós-modernismo. Essas posturas em arquitetura emergem como reflexos no contexto de um conflito entre as abordagens clássicas em ciência que vigoravam desde Newton

⁴⁶¹ FRAZER, J. Computing without computers. *Architectural Design: The 1970s is Here and Now*, Guest-edited by Samantha Hardingham, London: Wiley-Academy, v. 75, n. 2, march/april, 2005, p. 34-43.

e concepções filosóficas que dialogavam com as emergentes ciências da complexidade. Nas palavras de Ilya Prigogine, em publicação de 1996,

“A oposição entre o tempo reversível e determinista da física e o tempo dos filósofos levou a conflitos abertos. Hoje, a tentação é mais a de um recuo, que se traduz por um ceticismo geral quanto ao significado de nossos conhecimentos. Assim, a filosofia pós-moderna defende a ‘desconstrução’. [...] Mas o conflito não contrapõe apenas as ciências e a filosofia. Contrapõe a física a todos os nossos saberes. [...] Em todos os níveis, tanto no da cosmologia, da geologia, quanto no da biologia ou da sociedade, o caráter evolutivo da realidade se afirma cada vez mais.” [PRIGOGINE, 1996, p.22]

É seguindo essa tendência corretamente apontada por Prigogine de afirmação do caráter evolutivo, e graças ao desenvolvimento de disseminação internacional de tecnologias computacionais que, a partir da segunda metade da década de 1990, floresceu uma rica profusão de experimentações em arquitetura considerando a lógica de sistemas auto-organizados e sua evolução, sua transformação no tempo – um tempo irreversível. Se os anos 1960 foram os dias de sonhar com o *homem+*, que experimentaria sua extensão no diálogo com o ambiente a partir das tecnologias, do *Super Homem* que poderia ver *através* utilizando sua visão ‘natural’ de raio-x, as décadas de 1990 e os 2000+⁴⁶², resgatam e ampliam esses ideais: são dias de *sonhar em rede*, como partes de um imenso sistema complexo – extensão *espacial* e *ciberespacial* do sistema nervoso humano.

Desdobramentos e interconexões

Acreditamos que o arquiteto dos 2000+ deva ser aquele que precisa pensar o processo a partir da articulação, da *interação*, de vários fatores – convertidos em códigos, em dados, nos ambientes computacionais. Ele deve aprender a articular processos *bottom-up* onde interagem os mais diversos campos do conhecimento humano e atores que pensam e atuam a partir de seus campos disciplinares e nas bordas e intersecções entre estes. O arquiteto dos 2000+ deve ser aquele que sabe regatar para re-elaborar em maior profundidade questões colocadas por pioneiros das décadas de 1960 e 1970 na exploração das interconexões entre arquitetura, ciências, filosofia, tecnologias computacionais, em um movimento em que se misturam em uma trama *tecida em conjunto*, com cada vez mais riqueza de detalhes, Ciência, tecnologias computacionais, filosofia, arte, imaginário, à própria arquitetura.

Esperamos contribuir com o presente resultado de nossas investigações para uma compreensão do que pode significar *pensar complexo* em arquitetura e para inspirar e auxiliar futuros desenvolvimentos relacionados ao processo de design. Esperamos,

⁴⁶² Referência ao título do número especial do periódico internacional de arquitetura: *Architectural Design, special number: 2000+*. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967. p.62-63.

com esse nosso 'ruído', contribuir para o diálogo incessante entre ordem, desordem e organização em teoria e prática da arquitetura – para o processo de *evolução*, de *transformação* no tempo.

Podemos sintetizar os resultados que emergiram dessa dissertação apontando finalmente algumas entradas principais como *a compreensão* da ampliação das possibilidades de interação entre sujeitos, objetos(sistemas) e ambiente no processo de design, e na arquitetura compreendida ela mesma como um sistema; *a compreensão* da generatividade e da evolução em uma temporalidade irreversível como as bases de articulação dos processos e, da arquitetura, como emergência desse processos; *a compreensão* das relações entre sujeitos, objetos(sistemas) e ambiente, entre ordem, desordem e organização, no processo de evolução, de transformação do sistema-arquitetura no tempo.

Esses três aspectos estão intrinsecamente conectados dentro de um *pensar complexo* em arquitetura e em sua evolução no tempo, ligada ao desenvolvimento das ciências da complexidade, de um pensar complexo nas mais diversas áreas do conhecimento humano como em filosofia, por exemplo, e do desenvolvimento das tecnologias computacionais.

Durante o desenvolvimento da dissertação, sobretudo a partir da realização da banca de qualificação em maio de 2005, assistimos com um misto de ansiedade e curiosidade à emergência de temas relacionados ao foco central de nossa pesquisa – *complexidade e processos de design em arquitetura* –, no cerne do debate internacional da área. O tom é de resgate dos conceitos da vanguarda arquitetônica dos anos 1960 e 1970 e da afirmação do caráter basilar de suas contribuições para pensar e produzir a arquitetura em um contexto de ampla difusão dos sistemas computacionais no cotidiano. Cibernética, teoria da informação, teoria dos sistemas – aportes primeiros que estão sob os holofotes da imprensa internacional da arquitetura, constituindo entradas para entender, por exemplo, o *Emergent Design*. Destacam-se como exemplos que marcam esse momento de resgate, publicações internacionais como o número especial do periódico inglês *Architectural Design – The 1970s is Here and Now* –, editado especialmente por Samantha Hardingham, em março de 2005, e que aborda a fertilidade de um momento de euforismo diante das possibilidades de articulação dinâmica entre sistemas orgânicos e cibernéticos. No Brasil, destaca-se o evento realizado agora em julho pelo Instituto Itaú Cultural de São Paulo – Emoção Art.ficial 3.0⁴⁶³: interface cibernética –, que traz pesquisadores de renome internacional ligados à cibernética, alguns dos quais participaram da

⁴⁶³ Emoção Artificial 3.0: interface cibernética – "Em sua terceira edição, a bienal internacional de arte e tecnologia do Instituto Itaú Cultural associa as palavras 'interface' e 'cibernética' para sintetizar a idéia de interatividade." [INSTITUTO ITAÚ CULTURAL, 2006, apresentação]

efervescência dos anos 1960 e 1970 como é o caso de Jasia Reichardt⁴⁶⁴, e outros como Paul Pangaro⁴⁶⁵, que trabalhou com o cibernético britânico Gordon Pask. Foi interessante ainda constatar através de entrevistas, realizadas não somente no contexto da presente pesquisa mas no de outras realizadas por integrantes do Nomads.USP, que o resgate dos ideais dessa vanguarda das décadas de 1960 e 1970 não está restrito à publicações ou eventos, mas que integra atualmente o conteúdo de disciplinas ministradas em grandes centros internacionais de ensino e pesquisa em arquitetura, como a norte-americana Columbia University, em Nova York, a britânica Architectural Association, em Londres, e na Alemanha, o FG Digitale Entwurfstechniken, Fachbereich ASL, da Universität Kassel.

A partir das pesquisas e reflexões realizadas, podemos afirmar que o arquiteto que se interesse pensar e projetar a partir de um pensar complexo em arquitetura, deve estar preparado para atuar *entre* e *através*, fazendo dialogar, num fluxo incessante de informações, sujeitos, objetos(sistemas), ambiente, na produção da arquitetura como emergência em processos auto-organizacionais. Podemos dizer ainda que, nesse esforço, uma entrada importante é compreender o significado da *interação* ou, mais ainda, ampliar a compreensão deste em um outro termo – *transação*, que nos permita entender o que significa saber conectar, mesclar, *transagir*, e criar, a partir desse movimento incessante, *entre, através e além*⁴⁶⁶. Convidamos a pensar as considerações finais desse trabalho como oportunidade de vários novos começos.

⁴⁶⁴ **Jasia Reichardt:** escritora e curadora, Jasia Reichardt foi diretora assistente do Institute of Contemporary Arts (1963-1971) e diretora da Galeria Whitechapel (1974-1976). Seus interesses se concentraram nas relações das artes visuais com a ciência, a música e a literatura. Ela também é conhecida por ter organizado a famosa 'Cybernetic Serendipity' (1968), uma das primeiras exposições a explorar conexões entre arte e tecnologia. In: INSTITUTO ITAÚ CULTURAL. **Emoção Art.ficial 3.0: interface cibernética – participantes.** Disponível em: <http://www.itaucultural.org.br>. Acesso em: 18 jul. 2006.

⁴⁶⁵ **Paul Pangaro:** Estudou ciência da computação no Massachusetts Institute of technology e fez doutorado em cibernética na Universidade de Brunel, Reino Unido. Trabalhou com Jerry Lettvin em modelos neurais; com Nicholas Negroponte – um dos fundadores e diretor do Media Lab do Massachusetts Institute of Technology (MIT) – em sistemas de animação; e com Gordon Pask na cibernética da aprendizagem. Sua empresa, Pangaro Inc., fundada em 1981, presta serviços de consultoria para empresas como sun Microsystems, General Motors e Xerox. . In: INSTITUTO ITAÚ CULTURAL. **Emoção Art.ficial 3.0: interface cibernética – participantes.** Disponível em: <http://www.itaucultural.org.br>. Acesso em: 18 jul. 2006.

⁴⁶⁶ O prefixo *trans*, como em *transdisciplinaridade*, diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo *entre, através e além*. Ver: NICOLESCU, B. **O Manifesto da transdisciplinaridade.** Tradução de Lúcia Pereira de Souza. São Paulo: Triom, 2001, p.51.

referências

REFERÊNCIAS

_CONTRA CAPA E PREFÁCIO

MORIN, E. A New Way of Thinking. The UNESCO Courier: February, 1996. p. 10.

NIETZSCHE, F. **Assim falou Zaratustra**. São Paulo: Editora Martin Claret, 2004, p.27. (A Obra Prima de Cada Autor, n.22)

REICHARDT, J. Cybernetic Serendipity: the computer and the arts. **Studio Internacional**. New York: Frederick A. Praeger Publishers, 1969.

RIBEIRO, Clarissa; PRATSCHKE, Anja; LA ROCCA, Renata. In-between and Through: Architecture and Complexity. **IJAC – International Journal of Architecture and Computing**. United Kingdom: Multi-Science Publication, n.3, v.03, sept. 2005, p.335-354. ISSN 1478-0771.

RIBEIRO, C., GOULART, R. **Túnel para Interação com o Ciberespaço [TIC]**. Anais do VII SIGraDi [Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital] - CULTURA DIGITAL Y DIFERENCIACIÓN. Rosario, Argentina, 2003.pp 45-46.

_INTRODUÇÃO

FRAZER, J. Computing without computers. **Architectural Design: The 1970s is Here and Now**, Guest-edited by Samantha Hardingham, London: Wiley-Academy, v. 75, n. 2, march/april, 2005, p. 34-43.

_CAPÍTULO 01

ALQUIÉ, F. **René Descartes (1596-1650)**. Lisboa: Gradiva, 1987.

ASHBY, W. R. **Introdução à cibernética**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1970. (Estudos) (copyright 1956).

ATLAN, H. **Entre o cristal e fumaça: ensaio sobre a organização do ser vivo**. Tradução de Vera Ribeiro; revisão técnica de Henrique Lins de Barros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1992.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. 3 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1977, 315p.

BLAUBERG, I. V., SADOVSKY, V. N., YUDIN, E. G. **Systems Theory: Philosophical and methodological problems**. Translated from the Russian by Sergei Syrovatkin and Olga Germogenova. Moscow: Progress Publishers, 1977.

CASSIN, B. **Ensaio Sofístico**. Tradução de Ana Lúcia de Oliveira e Lúcia Cláudia Leão; transliteração do grego e revisão técnica e filosófica de Maura Iglesias. São Paulo: Siciliano, 1990.

FIEDLER-FERRARA, N. **Complexidade e Transdisciplinaridade: entrevista** [24 nov. 2004]. Entrevistadora: Clarissa Ribeiro Pereira de Almeida. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 2004. 1 fita microcassete. Entrevista concedida à pesquisa de mestrado em teoria e história da arquitetura e do urbanismo, SAP, EESC.USP, sob o título Entre e Através: Complexidade e Processos de Design em Arquitetura.

FIEDLER-FERRARA, N. **O pensar complexo: construção de um novo paradigma**. Conferência convidada apresentada no XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. Curitiba: 2003. (publicada nos anais do evento)

FIEDLER-FERRARA, N. Quando o todo é mais sagaz do que a soma de suas partes. **Scientiae studia**, São Paulo, v.3, n.2, p. 323-337, 2005.

FOERSTER, H. V. **Pioneiro da Cibernética**. Entrevistadora: Guitta Pessis-Pasternak. In: PESSIS-PASTERNAK, G. **Do caos à inteligência artificial: quando os cientistas se interrogam**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1993.

JOHNSON, S. **Emergência: a dinâmica de redes em formigas, cérebros, cidades e softwares**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999. (Coleção TRANS)

MATURANA, H; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Editora Palas Athena, 2004.

McLUHAN, M. **Os meios de comunicação como extensões do homem**. Tradução de Décio Pignatari, São Paulo: Editora Cultrix, 1964. (copyright 1964).

MORIN, E. **A inteligência da complexidade**. São Paulo: Peirópolis, 2000.

MORIN, E. **A New Way of Thinking**. The UNESCO Courier: February, 1996.

MORIN, E. **Ciência com Consciência**. Tradução Maria Gabriela de Bragança. Portugal, Mem Martins: Publicações Europa-America, 1982. 255p.

MORIN, E. **Harmonia dos extremos** [jan. 2005]. Entrevistadores: Redação Jornal Folha de S. Paulo. Tradução de Clara Allain. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 09 jan. 2005. Folha Mais. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mais/fs0901200505.htm>>. Acesso em: 09 jan. 2005.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução Dulce Matos. 2. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

MORIN, E. **O Método. I. A Natureza da Natureza**. 2. ed. Portugal, Mem Martins: Publicações Europa América, 1977.

MORIN, E. **O Método 1: a natureza da natureza**. Tradução de Ilana Heineberg. 2. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2003.

MORIN, E. **O Método 2: a vida da vida**. 2. ed. Tradução de Marina Lobo. Porto Alegre: Sulina, 2002a.

MORIN, E. **O Método 3: o conhecimento do conhecimento**. 2. ed. Tradução de Juremir Machado da Silva.. Porto Alegre: Sulina, 2002b.

MORIN, E. **O Método 4: as idéias – habitat, vida, costumes, organização**. 3. ed. Tradução de Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina, 2002c.

MORIN, E. **O Método 5: a humanidade da humanidade – a identidade humana**. Tradução de Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina, 2002d.

NEUMANN, J. V. General and logical theory of automata. In: A. H. TAUB (ed.). **John von Neumann Collected Works Volume V - Design Of Computers, Theory Of Automata And Numerical Analysis**. Illinois: Pergamon Press, 1951.

NICOLESCU, B. **O Manifesto da transdisciplinaridade**. Tradução de Lúcia Pereira de Souza. São Paulo: Triom, 2001, p.50-51.

PASK, G. **An approach to cybernetics**. London : Hutchinson & Co. (Publishers) Ltd, 1961.

PETRAGLIA, I. C. **Edgar Morin: A educação e a Complexidade do Ser e do Saber**. Petrópolis: Editora Vozes, 1995.

PRIGOGINE, I. New perspectives on complexity. In: **The Science and Praxis of Complexity: contributions to the Symposium held at Montpellier, France, 9-11 May, 1984**. Tokyo: The United Nations University, 1985, p.107-118.

PLOMAN, E.W. **Introduction. The Science and Praxis of Complexity: contributions to the Symposium held at Montpellier, France, 9-11 May, 1984.** Tokyo: The United Nations University, 1985.

PRIGOGINE, I. **As leis do caos.** Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza.** Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996. (biblioteca básica)

RUELLE, D. **Acaso e Caos.** Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1993.

SEVCENKO, N. **A corrida para o século XXI: No loop da montanha russa.** São Paulo: Cia. das Letras, 2002.

SHANNON, C. E. Recent Developments in Communication theory. In: **Claude Elwood Shannon: collected Papers.** New York: IEEE Press, 1993. p. 190-193.

SHANNON, C. E. The Lattice Theory of Information. In: **Claude Elwood Shannon: collected Papers.** New York: IEEE Press, 1993. p. 180-183.

WIENER, N. **Cibernética e sociedade: o uso humano dos seres humanos.** Tradução de José Paulo Paes. São Paulo: Editora Cultrix, 1954. (copyright, 1950, 1954)

WIENER, N. **Cibernética; ou controle e comunicação no animal e na máquina.** Tradução de Gita K. Ghinzberg. São Paulo: Polígono e Universidade de São Paulo, 1970. [copyright, 1948]

_CAPÍTULO 02

ABEL, C. Visible and Invisible complexities – influence of computers on architectural design. London: **The Architectural Review**, feb. 1996. Disponível em: http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m3575/is_n1188_v199/ai_18542342/pq_4. Acesso em: 20 jun. 2005.

ALLFORD, D. A Philosophy of enabling. In: PRICE, C. **The square book.** Great Britain: Wiley-Academy, 2003, p.3.

ALLFORD, D. The creative iconoclast. In: PRICE, C. **The square book.** London: WILEY-ACADEMY, 2003. p.7.

ARCHIGRAM. Archigram 8: Open ends. In: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris : Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 130-133.

ASADA, A. **Beyond The Biomorph. From The "Emerging Complexities" Symposium**. Disponível em: <<http://www.reiser-umemoto.com/books/tokyobay/asada/asada.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2006.

BANHAM, R. **Teoria e projeto na primeira era da máquina**. Tradução de A. M. Goldberger Coelho. São Paulo: Editora Perspectiva, 1979.

BANHAM, R. A home is not a house. In: OCKMAN, J. (ORG). **Architectural Culture 1943-1968: a documentary anthology**. New York: Rizzoli International publications, Inc., 1993. p.371-378.

CABRAL, C. P. C. **Grupo Archigram, 1961-1974: uma fábula da técnica**. Tese de doutoramento. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Departament de Composició Arquitectònica, Barcelona, 2001.

CANOGAR, D. **Homo Sapiens Astronauticus**. In: Ingrávidos_ Exposição e texto. Disponível em: <<http://www.fundacion.telefonica.com/at/ingravidos/paginas/ec1.html>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

CHALK, W. Things that do their own things. **Architectural Design**, London, n.5, 1969, p. 375-376.

EASTHAM, S. **Battle of the Titans: Bucky Fuller and Lewis Mumford offered contrasting ways of looking at technology and civilization**. Disponível em: <<http://gvanv.com/compass/arch/v1306/eastham.html>>. Acesso em: 16 dez. 2005.

FRAZER, J. Computing without computers. **Architectural Design**. London: march. 2005, p. 34-43.

FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971.

FRIEDMAN, Y. **L'architecture mobile**. Paris: Casterman, 1970. (Collection « M.O. » Mutations. Orientations)

FRIEDMAN, Y. Chez Friedman. **Domus**. Milano: L'Editoriale Domus S.p.A., n.886, nov. 2005. p. 62-73. Fotografias de Stefano Graziani.

FULLER, B. The Year 2000. **Architectural Design, special number: 2000+**. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967. p.62-63.

GREENE, D. All watched over by machines of loving Grace. **Architectural Design**, London, n.5, 1969, p.239.

GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994.

HABERMAS, J. **Técnica e ciência como ideologia**. Lisboa: Edições 70, 1987.

HARDINGHAM, S. **Cedric Price Opera**. London: Wiley-Academy, 2003.

HOLLEIN, H. **Architectural Design**. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, feb. 1970, p.62.

ISOZAKI, A. Erasing Architecture into System. In: PRICE, C. **Re: CP**. Basel, Switzerland: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003. p. 25-46.

KUROKAWA, K. **Metabolism in Architecture**. London: Studio Vista, 1977.

LANDAU, R. Complexity and complexing. **Architectural Design, special issue: Complexity (or how to see the wood in spite of the trees)**. Guest edited by: Royston Landau. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. XLII, oct. 1972. p.608-610.

LANDAU, R. A Philosophy of enabling. In: PRICE, C. **The square book**. London: WILEY-ACADEMY, 2003. p.9-15.

LANDAU, R. **Nuevos caminos de la arquitectura inglesa**. Tradução para o espanhol de Juan J. Garrido. Barcelona: Editorial Blume, 1969, p. 69.

McHALE, J. The future of the future: Man+. **Architectural Design, special number: 2000+**. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967. p. 65-95.

MIDDLETON, R. To earth. In: HARDINGHAM, S. **Cedric Price Opera**. London: Wiley-Academy, 2003. p.28-29.

MORIN, E. **Harmonia dos extremos** [jan. 2005]. Entrevistadores: Redação Jornal Folha de S. Paulo. Tradução de Clara Allain. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 09 jan. 2005. Folha Mais. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mais/fs0901200505.htm>>. Acesso em: 09 jan. 2005.

MORIN, E. **O Método 1: a natureza da natureza**. Tradução de Ilana Heineberg. Porto Alegre: Editora Sulina, 2003.

NAIMARK, Michael. Aspen the Verb: Musings on Heritage and Virtuality. **Presence Journal - special issue on Virtual Heritage**. MIT Press, 15.3, June 2006. Disponível em: <<http://www.naimark.net/writing/aspen.html>>. Acesso em: 10 de jun. 2006.

OBRIST, H. U. Interview with Cedric Price. In: PRICE, C. **Re: CP**. Basel, Switzerland: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003. p. 53-82.

OCKMAN, J. 1967. In: OCKMAN, J. (ORG). **Architectural Culture 1943-1968: a documentary anthology**. New York: Rizzoli International publications, Inc., 1993.

OZBEKHAN, H. Large systems and their regulation. **ARCHITECTURAL DESIGN, special issue: Complexity(or how to see the wood in spite of the trees)**. Guest edited by: Royston Landau. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. XLII, oct. 1972. p. 614-617

PASK, G. **An approach to cybernetics**. London: Hutchinson & Co. (Publishers) Ltd, 1961.

PASK, G. **Micro Man: Computer and the Evolution of Consciousness**. New York: MACMILLANPUBLISHING CO., 1982.

PASK, G. The architectural relevance of cybernetics. London: **Architectural Design**, sept. 1969.

PRICE, C. Action and inaction. In: PRICE, C. **The square book**. London: WILEY-ACADEMY, 2003a. p.17-19.

PRICE, C. Approaching an architecture of approximation. In: **ARCHITECTURAL DESIGN, special issue: Complexity(or how to see the wood in spite of the trees)**. Guest edited by: Royston Landau. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. XLII, oct. 1972. p. 645-647.

PRICE, C. generator. In: PRICE, C. **The square book**. London: WILEY-ACADEMY, 2003a.

PRICE, C. Interview with Cedric price. Entrevistador: Hans Ulrich Obrist. In: **Re: CP**. Basel, Switzerland: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003b. p. 53-83.

PRICE, C. **Re: CP**. Basel, Switzerland: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003b.

REICHARDT, J. Cybernetic Serendipity: the computer and the arts. **Studio Internacional**. New York: Frederick A. Praeger Publishers, 1969.

SERS, P. Preface. In: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p.9.

TEAM 10. Doorn Manifesto –CIAM Meeting 29-30-31 January 1954, Doorn. In: OCKMAN, J. (ORG). **Architectural Culture 1943-1968: a documentary anthology**. New York: Rizzoli International publications, Inc., 1993. p. 183.

THX 1138. Direção: George Lucas. Produção: Lawrence Sturhahn e Francis Ford Coppola. Intérpretes: Robert Duval; Donald Pleasence; Maggie McOmie; Don Pedro Colley; Ian Wolfe. Roteiro: George Lucas e Walter Murch. Trilha sonora: Lalo Schiffrin. San Francisco: Zoetrope

Studios, c1970. 1 filme (86 min), sound, color, 35mm. Produzido por American Zoetrope Productions. Baseado na estória de George Lucas.

TRAMONTANO, M. **Novos Modos de Vida, novos espaços de morar. Paris, São Paulo, Tokyo. Uma reflexão sobre a habitação contemporânea.** Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1998.

UESAKA, Y. Architecture Plus. In: KUROKAWA, K. **Metabolism in Architecture.** London: Studio Vista, 1977. p.110-111.

WACHSMANN, K. On Building in Our Time. Tradução para o inglês do original em alemão "Vom Bauen in unserer Zeit" por Lynnette Widder. In: OCKMAN, J. (ORG). **Architectural Culture 1943-1968: a documentary anthology.** New York: Rizzoli International publications, Inc., 1993. p. 267-269.

WARD JR, R. Dynamics of Time. In: HARDINGHAM, S. **Cedric Price Opera.** London: Wiley-Academy, 2003. p.30-31.

_CAPÍTULO 03

ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme.** Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.

Architectural Design. **Architects in Cyberspace II**, Guest-edited by Neil Spiller, London: Wiley-Academy, v. 68, n. 11/12, November/december, 1998.

ASYMPTOTE ARCHITECTURE. The difference-scape: towards a digital architecture. **The Power of Contemporary Architecture.** Great Britain: Academy Editions, p. 23-25, 1999.

BALMOND, C. The digital and the material: Cecil Balmond in conversation with Michael Weinstock. **Architectural Design: Contemporary Techniques in Architecture**, London: Wiley-Academy, v. 72, n. 1, p. 46-51, jan. 2002.

BAUDRILLARD, J. **Simulacros e simulação.** Tradução de Maria João da Costa Pereira. Lisboa: Relógio D'Água, 1991.

CHU, K. S. Genetic Space: hourglass of the demiurge. **Architectural Design: Architects in Cyberspace II**, Guest-edited by Neil Spiller, London: Wiley-Academy, v. 68, n. 11/12, November/december, 1998, p.68-73.

CLARKE, A. **3001: a odisséia final.** Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

DAVIES, C. Hindsight or foresight? **Architectural Design: Sci-Fi Architecture**, London: Wiley-Academy, v. 69, n.3 / 4, p. 46-51, mars/april, 1999.

EMERGENCE AND DESIGN GROUP. Frei Otto in conversation with the Emergence and Design Group. **Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies**, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p.19-25.

E.T. THE EXTRA-TERRESTRIAL. Direção: Steven Spielberg. Roteiro: Melissa Mathison. United States: Universal Studios, c1982. 1 filme (120 min), sound, color, 35mm. Produzido por Universal Studios. Baseado na estória de Steven Spielberg.

FLUSSER, V. **Digital Apparition**. In: DRUCKREY, Timothy. *Electronic Culture: Technology and visual representation*. New York: Aperture, 1996, p.242-245. Do original em alemão: FLUSSER, V. *Digitaler Schein*. In: RÖTZER, F. [org]. *Digitaler Schein: Aesthetik der elektronischen Medien*. Frankfurt: Suhrkamp, 1991, p.147-159.

FRANCK, K. A. When I enter virtual reality, what body will I leave behind? **Architectural Design: Architects in Cyberspace**, London: Academy Group, Ltd., vol. 65, n. 11/12, November/december, 1995, p.20-23.

FRAZER, J. Computing without computers. **Architectural Design: The 1970s is Here and Now**, Guest-edited by Samantha Hardingham, London: Wiley-Academy, v. 75, n. 2, march/april, 2005, p. 34-43.

FRAZER, J; RASTOGI, M. The new canvas. **Architectural Design: Architects in Cyberspace II**. London: Wiley-Academy, v. 68, n.11/12, november/december, 1998, p.8-11.

GIBSON, W. **Neuromancer**. New York: Ace edition, july 1984.

GIBSON, W. **Neuromancer**. In: SPILLER, N. *Cyber_Reader: Critical writings for the digital era*. Edited by Neil Spiller. London: Phaidon Press, 2002, 320p. p.104-107.

GREENE, D. All watched over by machines of loving Grace. **Architectural Design**, London: London: The Standard Catalogue Co. Ltd., n.5, 1969, p.239.

HEMBERG, M. **GENR8 - A Design Tool for Surface Generation**. 2001. 90f. Dissertação [Master of Science Engineering Physics] - Department of Physical Resource Theory, Massachusetts Institute of Technology, USA. Supervisor: Una-May O'Reilly. Massachusetts, 2001.

HENSEL, M.; WEINSTOCK, M.; MENGES, A. Emergence in Architecture. **Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies**, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p.6-9.

HENSEL, M. Finding Exotic Form: An Evolution of Form Finding as a Design method. **Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies**, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p. 26-33.

JOHNSON, S. **Emergência: a vida integrada de formigas, cérebros, cidades e software**. Tradução de Maria Carmelita Pádua Dias. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

KUDLESS, A; CAHILL, S. **Project 1, Core Studio Geometry, 2003**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.

KUDLESS,A; CAHILL, S. **Project 1, Core Studio Dynamic Notation**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.

KUDLESS, A; KAILIS, G. **Project 1 Core Studio Dynamic Form**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.

LIU, Yu-Tung. Conversations with Peter Eisenman, Greg Lynn and William Mitchell. In: LIU, Yu-Tung. **Defining Digital Architecture: 2001 FEIDAD Award**. Basel/Boston/Berlin: Birkhäuser Publishers for Architecture, 2001.

LYNN, G. An advanced form of movement. **Architectural Design: Architecture after Geometry**, London: Wiley-Academy, v. 67, n. 5/6, may/june, 1997, p.54-57.

LYNN, G. Embryologic Houses. **Architectural Design: Contemporary Process in Architecture**, Guest edited by Ali Rahim, London: Wiley-Academy, v. 70, n. 3, june, 2000, p.26-35.

LYNN, G. **GLFORM official web site**. Disponível em: <<http://www.glform.com>>. Acesso em: 02 mar. 2006.

LYNN, G. Greg Lynn: December 8, 2001, Taipei. In: LIU, Yu-Tung. **Defining Digital Architecture: 2001 FEIDAD Award**. Basel/Boston/Berlin: Birkhäuser Publishers for Architecture, 2001.

LYNN, G. Blobs. **JPVA – Journal of Philosophy And The Visual Arts**. London: Academy Group, n.6, 1995, p. 39-44.

MATURANA, H; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Editora Palas Athena, 2004.

MORIN, E. **O Método 1: a natureza da natureza**. Tradução de Ilana Heineberg. Porto Alegre: Editora Sulina, 2003.

OOSTERHUIS, K. Digital Life Forms. A+U Architecture and Urbanism: Reality of the image, Tokyo: A+U Publishing Co. Ltd., n. 34, julho 1998, p102-109.

O'REILLY, U. M.; HEMBERG, M.; MENGES, A. Evolutionary Computation and Artificial Life in Architecture: Exploring the Potential of Generative and genetic Algorithms as Operative Design Tools. **Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies**, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p.49-53.

PESSOA JR, Osvaldo. Mediadas Sistêmicas de Organização. In: **Auto-Organização**. Org. por M. Debrun, M.E.Q. Gonzáles & Osvaldo Pessoa Jr. Coleção CLE 18. Campinas, 1996, pp.129-161

PREECE, J; ROGERS, Y. et al. **Human-Computer Interaction**. Wokingham, England: Reading Mass, Addison-Wesley Pub. Co., 1994.

RABENECK, A. Cybermation: A useful dream. **Architectural Design: Despite popular demand we are thinking about architecture and planning**, guest edited by Royston Landau. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, sept. 1969, p. 496-500.

RAHIM, A. Irreducible time: machining possibilities. **Architectural Design: Architecture+Animation**. Guest-edited by Bob Fear, London: Wiley-Academy, v. 71, n. 2, april, 2001, p.28-35.

RAHIM, A. Systemic Delay: Breaking the Mold. **Architectural Design: Contemporary Process in Architecture**, Guest edited by Ali Rahim, London: Wiley-Academy, v. 70, n. 3, june, 2000, p. 6-8.

SEVCENKO, N. **A corrida para o século XXI: No loop da montanha russa**. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.

SPILLER, N. **William Gibson_Neuromancer_1984**. In: SPILLER, N. **Cyber_Reader: Critical writings for the digital era**. London: Phaidon Press, 2002, 320p. p.102-107.

SPILLER, N. Towards an Animated Architecture; Against Architectural Animation. **Architectural Design: Architecture+Animation**, Guest-edited by Bob Fear, London: Wiley-Academy, v. 71, n. 2, april, 2001, p.82-85.

STAR WARS APISODE IV, A NEW HOPE. Direção: George Lucas. Produção: George Lucas. Intérpretes: Mark Hamill, Harrison Ford, Carrie Fisher, Peter Cushing, Alec Guinness, Anthony Daniels, Kenny Baker, Peter Mayhew, David Prowse, James Earl Jones Roteiro: George Lucas. Los Angeles: Twentieth (20th) Century Fox, c1977. 1 filme (125 min), sound, color, 35mm. Produzido por Twentieth (20th) Century Fox. Efeitos especiais: Industrial Light & Magic. Baseado na estória de George Lucas.

SUBERCASEAUX, J; GISERWALD, T. Core Studio **Hybrid Systems, Project 3_ 'Pneumatic Packing System and Their Self Organizing Properties'**, 2004_2005. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.

TESTA, P. **Peter Testa: entrevista exclusiva**. Entrevistadora: Clarissa Ribeiro. São Carlos, São Paulo: Nomads.USP – Núcleo de Estudos sobre Habitação e Modos de Vida, EESC. USP, fevereiro de 2006. Entrevista concedida à pesquisa 'Entre e Através_ Complexidade e Processos de design em Arquitetura', realizada via correio eletrônico. [a]

TESTA, P. **EDG**. Disponível em: <<http://www.petertesta.com>>. Acesso em: 03 mar. 2006. [b]

TESTA, P; WEISER, D. Emergent Structural Morphology. **Architectural Design: Contemporary Techniques in Architecture**, London: Wiley-Academy, v. 72, n. 1, january 2002, p. 14.

TESTA, P; WEISER, D. Emergent Structural Morphology. **Architectural Design: Contemporary Techniques in Architecture**. Guest edited by Ali Rahim. London: Wiley-Academy, v. 72, n. 1, january, 2002, p. 13-16.

TESTA, P.; O'REILLY, U. M.; WEISER, D.; ROSS, I.; Emergent Design: a crosscutting research program and design curriculum integrating architecture and artificial Intelligence. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 2001, v. 28, n. 4, July, p. 481 – 498.

THE MATRIX. Direção: Larry Wachowski e Andy Wachowski. Produção: Joel Silver. Intérpretes: Keanu Reeves; Laurence Fishburne; Carrie Anne Moss; Joe Pantoliano; Hugo Weaving e outros. Roteiro: Larry Wachowski e Andy Wachowski. Música: Don Davis. Efeitos visuais: John Gaeta. Los Angeles: Warner Brothers, c1999. 1 filme (136 mon.), sound, color. Produzido por Warner Video Home.

TOY, M. Editorial. **Architectural Design: Sci-Fi Architecture**, London: Wiley-Academy, vol. 69, n. 3/4, march-april 1999, p. 7.

TRUCO, J. Project1, **Core Studio Form Generation**, 2002. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.

UNITED ARCHITECTS. **United Architects official web site**. Disponível em: <<http://www.unitedarch.com>>. Acesso em: 03 mar. 2006.

VIRILIO, Paul. **O Espaço crítico**. Tradução Paulo Roberto Pires. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993. 160 p.

WIENER, N. **Cibernética. Ou controle e comunicação no animal e na máquina.** Tradução de Gita K. Ghinzberg. São Paulo: Editora Polígono, 1970.

ZELLNER, P. **Hybrid Space: New forms in digital architecture.** New York: Rizzoli, 1999.

_CONSIDERAÇÕES FINAIS

ARCHITECTURAL DESIGN. **The 1970s is Here and Now.** Guest-edited by Samantha Hardingham, London: Wiley-Academy, v. 75, n.2, March/April, 2005.

FRAZER, J. Computing without computers. **Architectural Design: The 1970s is Here and Now,** Guest-edited by Samantha Hardingham, London: Wiley-Academy, v. 75, n. 2, march/april, 2005, p. 34-43.

FREIRE, I. M. Cibercultura e info-ética de Philippe Quèau. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 14, n. 1, 2004. Disponível em:
<<http://www.informacaoesociedade.ufpb.br/artigos3009/arquivo%2010.pdf>>. Acesso em jul. 2005.
Resenha de: QUÉAU, Philippe. Cibercultura e info-ética. In: MORIN, Edgar (Org.). **A religação dos saberes: o desafio do século XXI.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 460-480.

INSTITUTO ITAÚ CULTURAL. **Emoção Art.ficial 3.0: interface cibernética – participantes.** Disponível em: <http://www.itaucultural.org.br>. Acesso em: 18 jul. 2006.

JÁUREGUI, J. M. **Jorge Mário Jáuregui: entrevista exclusiva.** Entrevistadora: Clarissa Ribeiro. São Carlos, São Paulo: Nomads.USP – Núcleo de Estudos sobre Habitação e Modos de Vida, EESC. USP, março de 2006. Entrevista concedida à pesquisa 'Entre e Através_ Complexidade e Processos de design em Arquitetura'.

MORIN, E. **O Método 1: a natureza da natureza.** Tradução de Ilana Heineberg. 2. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2003.

NICOLESCU, B. **O Manifesto da transdisciplinaridade.** Tradução de Lúcia Pereira de Souza. São Paulo: Triom, 2001.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza.** Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996. (biblioteca básica)

WEINSTOCK, M. Morphogenesis and the Mathematics of Emergence. **Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies,** Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p. 10-17

iconografia

ICONOGRAFIA

_CAPÍTULO 01

- 001 | 1_ Fonte: SAPIENSMAN. **Fábrica de automóveis, 1928**. Disponível em: <http://www.sapiensman.com/old_cars/autos_viejos_1.htm>. Acesso em: 01 mai. 2006.
- 002 | 1_ Fonte: SEVCENKO, N. **A corrida para o século XXI: No loop da montanha russa**. São Paulo: Cia. das Letras, 2002, p.86-87.
- 003 | 1_ Fonte: REVISTA VEJA. **1989 - Cai o Muro de Berlim: A queda do Muro serve de emblema para o fim da idéia comunista**. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/30anos/p_082.html>. Acesso em: 05 mai. 2006. (Copyright 1998, Editora Abril S.A.)
- 004 | 1_ Fonte: INFOAMERICA. **ENIAC**. Disponível em: <<http://www.infoamerica.org/teoria/neumann1.htm>>. Acesso em: 03 jan. 2005.
- 005 | 1_ Fonte: ATLAN, H. **Entre o cristal e fumaça: ensaio sobre a organização do ser vivo**. Tradução de Vera Ribeiro; revisão técnica de Henrique Lins de Barros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1992, p.72.
- 006 | 1_ Fonte: **The Science and Praxis of Complexity: contributions to the Symposium held at Montpellier, France, 9-11 May, 1984**. Tokyo: The United Nations University, 1985, p.109.
- 007 | 1_ Fonte: PRIGOGINE, I. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza**. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996, p.73. [biblioteca básica]
- 008 | 1_ Fonte: PRIGOGINE, I. **As leis do caos**. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 2002, p. 26.
- 009 | 1_ Fonte: MATURANA, H; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Editora Palas Athena, 2004. p. 23.

_CAPÍTULO 02

001 | 2_ Fonte: **Architectural Design, special number: 2000+**. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967. p. 85.

002 | 2_ Fonte: TV.COM. **Dream of a Jeannie**. Disponível em: <<http://www.tv.com/i-dream-of-jeannie/show/608>> Acesso em: 13 dez. 2005.

003 | 2_ Fonte: PALANTIR.NET. **2001: A Space Odyssey**. Stanley Kubrick, 1968. Turner Entertainment Co., an AOL Time Warner Company. Disponível em: <<http://www.palantir.net/2001/index.html>>. Acesso em 13 dez 2005.

004 | 2_ Fonte: FUNDACION TELEFONICA. **Ingravidos**. Disponível em: <<http://www.fundacion.telefonica.com/at/ingravidos/paginas/ec1.html>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

005 | 2_ Fonte: SUPERMANHOMEPAGE. **The Adventures of Superman (1951-1957)**. Disponível em: <<http://www.supermanhomepage.com/tv/tv.php?topic=episode-guides/t-aos>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

006 | 2_ Fonte: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 72.

007 | 2_ Fonte: SHARP, D. Buckminster Fuller's mechanical houses: maximum deployment in a dimaxion world. **Architectural Design: Transformable House**. London: v. 70, n. 4, 2000. p. 19.

008 | 2_ Fonte: SHARP, D. Buckminster Fuller's mechanical houses: maximum deployment in a dimaxion world. **Architectural Design: Transformable House**. London: v. 70, n. 4, 2000. p. 17.

009 | 2_ Fonte: OLATS.ORG. **Pionniers: Buckminster Fuller**. Disponível em: <<http://www.olats.org/pionniers/pp/buckminster/biographyBuckminster.shtml>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

010 | 2_ Fonte: LANDAU, R. **Nuevos caminos de la arquitectura inglesa**. Tradução para o espanhol de Juan J. Garrido. Barcelona: Editorial Blume, 1969, p. 101.

011 | 2_ Fonte: FRAMPTON, K. The 60s: a memoir. **Architectural Design: Contemporary Process in Architecture**. London: june. 2000, p. 101+.

012 | 2_ Fonte: **Architectural Design, special number: 2000+**. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967.

013 | 2_ Cápsulas Fonte: **Architectural Design, special number: 2000+**. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967. p. 54.

- 014 | 2_ Fonte: FULLTABLE. **Machine Made América.** Disponível em: <<http://www.fulltable.com/VTS/m/mcov/img/11.jpg>>. Acesso em: 13 dez. 2005.
- 015 | 2_ Fonte: **Architectural Design, special number: 2000+**. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967. p. 59.
- 016 | 2_ Fonte: **Architectural Design, special issue: Complexity (or how to see the wood in spite of the trees)**. Guest edited by: Royston Landau. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. XLII, oct. 1972.
- 017 | 2_ Fonte: **Architectural Design, special issue: Complexity(or how to see the wood in spite of the trees)**. Guest edited by: Royston Landau. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. XLII, oct. 1972. p. 636.
- 018 | 2_ Fonte: IMAGES.ART.COM. **THX 1138.** Disponível em: <<http://www.thx1138movie.com>> Acesso em: 13 dez. 2005.
- 019 | 2_ Fonte: IMAGES.ART.COM. **THX 1138.** Disponível em: <<http://www.thx1138movie.com>> Acesso em: 13 dez. 2005.
- 020 | 2_ Fonte: REICHARDT, J. Cybernetic Serendipity: the computer and the arts. **Studio Internacional.** New York: Frederick A. Praeger Publishers, 1969. p. 8.
- 021 | 2_ Fonte: FRAZER, J. Computing without computers. **Architectural Design.** London: march. 2005, p. 38.
- 022 | 2_ Fonte: MCHALE, J. New Symbiosis. **Architectural Design, special number: 2000+**. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967, p.89-90.
- 023 | 2_ Fonte: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram.** Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 74.
- 024 | 2_ Fonte: **Architectural Design, special number: 2000+**. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, v. 37, n. 2, feb. 1967. p. 64.
- 025 | 2_ Fonte: HEATHCOTE, E. Space-age retro. **Architectural Design: Space Architecture.** London: v. 70, n. 2, march, 2000. p. 78.
- 026 | 2_ Fonte: UNEXPLAINABLE.NET. **Astronaut.** Disponível em: <www.unexplainable.net>. Acesso em: 13 dez. 2005.

027 | 2_ Fonte: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 87 e 88.

028 | 2_ Fonte: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 96 e 98-99.

029 | 2_ Fonte: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 142 e 143.

030 | 2_ Fonte: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 114 e 115.

031 | 2_ Fonte: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 114 e 115.

032 | 2_ Fonte: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 116.

033 | 2_ Fonte: GUIHEUX, A. (Coord.). **Archigram**. Paris: Editions du Centre Georges Pompidou, 1994. p. 14 e 15.

034 | 2_ Fonte: KUROKAWA, K. **Metabolism in Architecture**. London: Studio Vista, 1977, p. 110.

035 | 2_ Fonte: OCKMAN, J. (ORG). **Architectural Culture 1943-1968: a documentary anthology**. New York: Rizzoli International publications, Inc., 1993. p.268

036 | 2_ Fonte: KUROKAWA, K. **Metabolism in Architecture**. London: Studio Vista, 1977, p. 117.

037 | 2_ Fonte: KUROKAWA, K. **Metabolism in Architecture**. London: Studio Vista, 1977, p. 109.

038 | 2_ Fonte: ASADA, A. **Beyond The Biomorphie. From The "Emerging Complexities" Symposium**. Disponível em: <<http://www.reiser-umemoto.com/books/tokyobay/asada/asada.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2006.

039 | 2_ Fonte: LEBESQUE, S.; VAN VLISSINGEN, H. F. **Yona Friedman: Structures Serving the Unpredictable (Hardcover)**. Rotterdam: NAI Publishers, 1999, imagem de capa.

040 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. Friedman Home. **Domus**. Milano: L'Editoriale Domus S.p.A., n.886, nov. 2005. p. 73.

- 041 | 2_ Fonte: NAIMARK, Michael. **Aspen the Verb: Musings on Heritage and Virtuality**. Presence journal - special issue on Virtual Heritage. MIT Press, 15.3, June 2006. Disponível em: <<http://www.naimark.net/writing/aspen.html>>. Acesso em: 10 de jun. 2006. (Foto de Bob Mohl)
- 042 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 17.
- 043 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 65.
- 044 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 18.
- 045 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 19.
- 046 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 20.
- 047 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 21.
- 048 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 52.
- 049 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 53.
- 050 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 70.
- 051 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 71.
- 052 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 72.
- 053 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 72.
- 054 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 72.
- 055 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 73.
- 056 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 74.
- 057 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 75.
- 058 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 76.
- 059 | 2_ Fonte: FRIEDMAN, Y. **Pour une architecture scientifique**. Paris: Pierre Belfond, 1971. p. 77.

060 | 2_ Fonte: PRICE, C. **The square book**. London: WILEY-ACADEMY, 2003. p.4.

061 | 2_ Fonte: PRICE, C. **Re: CP**. Basel, Switzerland: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003. p. 42-43 e 44.

062 | 2_ Fonte: PRICE, C. Fun Palace Project. **Architectural Review**, v. 137, n. 815-816, jan/fev, 1965, p.74.

063 | 2_ Fonte: THE-OFFICE.COM. **Alice**. Disponível em: <<http://www.the-office.com/bedtime-story/classics-alice-1.htm>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

064 | 2_ Fonte: PRICE, C. **Re: CP**. Basel, Switzerland: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003. p. 40 e 41.

065 | 2_ Fonte: PRICE, C. **Re: CP**. Basel, Switzerland: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003. p. 68.

066 | 2_ Fonte: PRICE, C. **Re: CP**. Basel, Switzerland: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003. p. 52.

067 | 2_ Fonte: PRICE, C. **The square book**. London: WILEY-ACADEMY, 2003. p. 62.

068 | 2_ Fonte: LANDAU, R. **Nuevos caminos de la arquitectura inglesa**. Tradução para o espanhol de Juan J. Garrido. Barcelona: Editorial Blume, 1969, p. 74-75.

069 | 2_ Fonte: LANDAU, R. **Nuevos caminos de la arquitectura inglesa**. Tradução para o espanhol de Juan J. Garrido. Barcelona: Editorial Blume, 1969, p. 78.

070 | 2_ Fonte: PRICE, C. **Re: CP**. Basel, Switzerland: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003. p. 30-31.

071 | 2_ Fonte: PRICE, C. **The square book**. London: WILEY-ACADEMY, 2003. p. 96.

072 | 2_ Fonte: PRICE, C. **The square book**. London: WILEY-ACADEMY, 2003. p. 92.

073 | 2_ Fonte: PRICE, C. **The square book**. London: WILEY-ACADEMY, 2003. p. 94.

_CAPÍTULO 3

001 | 3_ Fonte: DIGIBARN COMPUTER MUSEUM. **Star(Xerox), Lisa e Macintosh (Apple)**.. Disponível em: <<http://digibarn.com/stories/finalstardemo/announcement.html>>. Acesso em: 21 fev. 2006.

002 | 3_ Fonte: **ATARI**. Videogame Atari e jogo eletrônico Gênio. Disponível em: <http://www.atari.com>. Acesso em 06 fev. 2006.

003 | 3_ Fonte: **THE INTERNET MOVIE DATABASE**. Star Wars apisode IV, A new hope. Disponível em: <http://www.imdb.com/gallery/mptv/1360/Mptv/1360/3748_0163.jpg?path=gallery&path_key=0076759>. Acesso em: 20 fev. 2006.

004 | 3_ Fonte: **Architectural Design**.. **Hypersurface Architecture**. London: Wiley-Academy, v. 68, n.5/6, may/june, 1998, p. 13.

005 | 3_ Fonte: RABENECK, A. Cybermation: A useful dream. **Architectural Design: Despite popular demand we are thinking about architecture and planning**, guest edited by Royston Landau. London: The Standard Catalogue Co. Ltd, sept. 1969, p. 498.

006 | 3_ Fonte: **Architectural Design**.. **The 1970s is Here and Now**. London: Wiley-Academy, v. 75, n.2, mars/april, 2005, p. 40.

007 | 3_ Fonte: WHAT IS THE MATRIX. **Web site sobre o fillme 'The Matrix'**. Disponível em: <<http://www.whatisthematrix.com>>. Acesso em 06 fev. 2006.

008 | 3_ Fonte: **Architectural Design**.. **The 1970s is Here and Now**. London: Wiley-Academy, v. 75, n.2, mars/april, 2005, p. 41.

009 | 3_ Fonte: **Architectural Design**.. **The 1970s is Here and Now**. London: Wiley-Academy, v. 75, n.2, mars/april, 2005, p. 42.

010 | 3_ Fonte: ZELLNER, P. **Hybrid Space: New forms in digital architecture**. New York: Rizzoli, 1999, p.129.

011 | 3_ Fonte: ZELLNER, P. **Hybrid Space: New forms in digital architecture**. New York: Rizzoli, 1999, p.73.

012 | 3_ Fonte: OOSTERHUIS, K. Digital Life Forms. **A+U – Architecture and Urbanism**, n.34, Tokyo, 1998, p. 109.

013 | 3_ Fonte: ZELLNER, P. **Hybrid Space: New forms in digital architecture**. New York: Rizzoli, 1999, p.97.

014 | 3_ Fonte: ZELLNER, P. **Hybrid Space: New forms in digital architecture**. New York: Rizzoli, 1999, p.102

015 | 3_ Fonte: ZELLNER, P. **Hybrid Space: New forms in digital architecture**. New York: Rizzoli, 1999, p 146

016 | 3_ Fonte: RAHIM, A. Irreducible Time: machining possibilities. **Architectural Design: Architecture+Animation**, Guest-edited by Bob Fear, London: Wiley-Academy, v. 71, n. 2, april, 2001, p.28-29.

017 | 3_ Fonte: CHU, K. S. Genetic Space: hourglass of the demiurge. **Architectural Design: Architects in Cyberspace II**, Guest-edited by Neil Spiller, London: Wiley-Academy, v. 68, n. 11/12, November/december, 1998, p.68.

018 | 3_ Fonte: LIU, Yu-Tung. **Defining Digital Architecture: 2001 FEIDAD Award**. Basel/Boston/Berlin: Birkhäuser Publishers for Architecture, 2001.

019 | 3_ Fonte: UNITED ARCHITECTS. United Architects Web Site. Disponível em: <<http://www.unitedarch.com>>. Acesso em 06 fev. 2006.

020 | 3_ Fonte: LYNN, G. **Bleb, Blob, Flower**. Disponível em: <<http://www.giform.com>>. Acesso em 06 fev. 2006.

021 | 3_ Fonte: ZELLNER, P. **Hybrid Space: New forms in digital architecture**. New York: Rizzoli, 1999, p 142.

022 | 3_ Fonte: LYNN, G. Enbryologic Houses. **Architectural Design: Contemporary Process in Architecture**, Guest edited by Ali Rahim, London: Wiley-Academy, v. 70, n. 3, june, 2000, p. 29.

023 | 3_ Fonte: LYNN, G. Enbryologic Houses. **Architectural Design: Contemporary Process in Architecture**, Guest edited by Ali Rahim, London: Wiley-Academy, v. 70, n. 3, june, 2000, p. 30.

024 | 3_ Fonte: ZELLNER, P. **Hybrid Space: New forms in digital architecture**. New York: Rizzoli, 1999, p 141.

025 | 3_ Fonte: ZELLNER, P. **Hybrid Space: New forms in digital architecture**. New York: Rizzoli, 1999, p 139.

- 026 | 3_** Fonte: LYNN, G. Blobs. **JPVA – Journal of Philosophy And The Visual Arts**. London: Academy Group, n.6, 1995, p. 42.
- 027 | 3_** Fonte: HEMBERG, M. **GENR8 - A Design Tool for Surface Generation**. 2001. 90f. Dissertação [Master of Science Engineering Physics] - Department of Physical Resource Theory, Massachusetts Institute of Technology, USA. Supervisor: Una-May O'Reilly. Massachusetts, 2001, p.37.
- 028 | 3_** Fonte: HEMBERG, M. **GENR8 - A Design Tool for Surface Generation**. 2001. 90f. Dissertação [Master of Science Engineering Physics] - Department of Physical Resource Theory, Massachusetts Institute of Technology, USA. Supervisor: Una-May O'Reilly. Massachusetts, 2001, p. 49.
- 029 | 3_** Fonte: ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.
- 030 | 3_** Fonte: ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.
- 031 | 3_** Fonte: ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.
- 032 | 3_** Fonte: ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.
- 033 | 3_** Fonte: ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.
- 034 | 3_** Fonte: ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.
- 035 | 3_** Fonte: ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.
- 036 | 3_** Fonte: ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.
- 037 | 3_** Fonte: ARCHITECTURAL ASSOCIATION. **EmTech - Emergent Technologies and Design Programme**. Disponível em: <<http://www.aaschool.ac.uk/et>>. Acesso em: 26 fev. 2006.
- 038 | 3_** Fonte: O'REILLY, U. M.; HEMBERG, M.; MENGES, A. Evolutionary Computation and Artificial Life in Architecture: Exploring the Potential of Generative and genetic Algorithms as Operative Design Tools.

Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p.50.

039 | 3_ Fonte: O'REILLY, U. M.; HEMBERG, M.; MENGES, A. Evolutionary Computation and Artificial Life in Architecture: Exploring the Potential of Generative and genetic Algorithms as Operative Design Tools. **Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies**, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p.50.

040 | 3_ Fonte: O'REILLY, U. M.; HEMBERG, M.; MENGES, A. Evolutionary Computation and Artificial Life in Architecture: Exploring the Potential of Generative and genetic Algorithms as Operative Design Tools. **Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies**, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p.51.

041 | 3_ Fonte: O'REILLY, U. M.; HEMBERG, M.; MENGES, A. Evolutionary Computation and Artificial Life in Architecture: Exploring the Potential of Generative and genetic Algorithms as Operative Design Tools. **Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies**, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p.52.

042 | 3_ Fonte: O'REILLY, U. M.; HEMBERG, M.; MENGES, A. Evolutionary Computation and Artificial Life in Architecture: Exploring the Potential of Generative and genetic Algorithms as Operative Design Tools. **Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies**, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p.53.

