ENTRE MNEMO E LOCUS:

arquitetura de espaços virtuais, construção de espaços mentais.

TESE DE DOUTORADO

Anja Pratschke

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS

MATEMÁTICAS E DE

COMPUTAÇÃO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA

COMPUTAÇÃO E DE ESTATÍSTICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

EM CIÊNCIAS DE COMPUTAÇÃO E

MATEMÁTICA COMPUTACIONAL

Orientador

Prof. Dr. Edson dos Santos Moreira

Co-orientação

Profa. Dra. Cibebe Saliba Rizek

Fevereiro 2002

“<< Vi-te enquanto vagueavas; mas não quis esperar mais tempo, meu querido filho; por isso conduzi-te a ti próprio e até ao fundo do teu coração.>> E para que ele veja o mundo segundo a perspectiva correcta, são-lhe dados uns olhos novos.” [FREHER apus ROOB, 1997, p.698]

'Uma viagem de mil milhas começa com o primeiro passo.'¹

Agradecimentos

Às pessoas e instituições que, generosamente, foram preciosas parceiras em alguma parte deste caminho: muito obrigada, *merci beaucoup, thank you, mein Dank*.

¹ 'Eine Reise von tausend Meilen beginnt mit dem ersten Schritt.' [LAOTSE apud BIANCHI, Fev.1997, p.130]

Da Europa: **Maurice Benayoun**, artista, Z-A Production, Paris; **Martin Berghammer**, artista e coordenador do Projeto RELOAD, SHIFT, Berlim; **Martine Bour**, chefe do *Laboratoire Hypermedias*, Université de Paris 8, Paris; **Jean Brangé**, arquiteto, Ecole Spéciale d'Architecture de Paris, Paris; **Jan und Tim Edler**, arquitetos, Realities United, Berlim; **Maia Engeli**, arquiteta e coordenadora Laboratório CAAD, Technische Universitaet Zürich; **Odile Fillion**, jornalista e coordenadora de Transarchitecture, Paris; **Monika Fleischmann**, artista e coordenadora do *Exploratory Media Lab*, MARS, Institute for Media Communication, GMD, Sankt Augustin; **Gernot Goebbels**, cientista de computação, Institute for Media Communication, GMD, Sankt Augustin; **Marc Goulthourpe**, arquiteto, dECOi, Paris; **Volker Grassmuck**, pesquisador em Comunicação e Novas Mídias, Humboldt Universitaet, Berlin; **Oliver Grau**, historiador, Universidade de Humboldt, Berlim; **Philippe Gregoire**, arquiteto, Timezone, Paris; **David Guez**, artista, Paris; **Guztav Håmos**, videoartista, Berlim; **M. Nadin**, cientista de computação, Bergische Universitaet, Wuppertal; **Marcia Pereira**, arquiteta, Technische Universitaet Zürich; **Claire Petetin**, arquiteta, Timezone, Ecole D'Architecture de Marne-La-Vallée, Paris; **Katja Pratschke**, cineasta, Berlim; **Michael Saup**, artista e cientista de computação, Staatliche Hochschule für Gestaltung, Karlsruhe; **Joachim Sauter**, designer, Art+Com, Hochschule fuer Kuenste, Berlim; **Nasrine Seraji**, arquiteta, Paris; **Jeffrey Shaw**, artista e diretor do Departamento de Midia Visual, ZKM (Centro para Arte e Mídia), Karlsruhe; **Ulrike Spierling**, coordenadora Laboratório *Digital Storytelling*, Zentrum fuer Graphische Datenverarbeitung, Fraunhofer Institut, Darmstadt; **Wolfgang Strauss**, arquiteto, Institute for Media Communication, GMD, Sankt Augustin; **Rudi Stouffs e Bige Tunçer**, arquitetos, Delft University of Technology, Delft; **Jean-Louis Weissberg**, cientista de computação e coordenador do estagio no exterior, Université de Paris 8, Paris; **Dieter Wieczorek**, filósofo e artista situacionista, Paris.

Dos Estados Unidos: **Peter Anders**, arquiteto e fundador de *MindSpace.net*, Midland; **Mark D. Gross**, arquiteto, University of Washington, Washington; **Ted Krueger**, arquiteto, Universidade de Arkansas; **Marcos Novak**, arquiteto, Universidade de Texas, Austin.

Do Brasil: **Azael Rangel Camargo**, engenheiro civil, EESC-USP, São Carlos; **Sandro Canavezzi**, arquiteto, Berlim; **Gabriela Celani**, arquiteta, MIT, São José dos Campos; **Fabio Duarte**, arquiteto, São Paulo; **Gustavo Blengini Faria**, cientista de computação, InterMídia, ICMC-USP; **Chloë Furnival**, professora do departamento da ciência de informação, UFSCar; **Rudinei Goularte**, cientista de computação, InterMídia, ICMC-USP; **Claudio Kirner**, cientista de computação, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília; **Daniela Ferreira Leite**, estagiaria Nomads, UNESP, Bauru; **Ton Marar**, matemático, ICMC-USP, São Carlos; **Marcos Marchetti**, arquiteto, Nomads-USP, São Carlos; **Rosane Minghim**, cientista de computação, LCAD, ICMC-USP, São Carlos; **Dilvan de Abreu Moreira**, cientista de computação, InterMídia, ICMC-USP, São Carlos; **Maria das Graças Volpe Nunes**, cientista de computação, InterMídia, ICMC-USP, São Carlos; **André Parente**, diretor da Escola de Comunicação, Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro; **Alessandra Pavesi**, ecóloga; **Maria Cristina F. de Oliveira**, cientista de computação, ICMC-USP, São Carlos; **Jorge Marques Pelizzoni**, cientista de computação, ICMC-USP, São Carlos; **Maria da Graça Pimentel**, cientista de computação, InterMídia, ICMC-USP, São Carlos; **Gilberto Prado**, engenheiro e artista plástico, UNICAMP, Campinas; **Guto Requena**, pesquisador, Nomads-USP, São Carlos; **João Benedito dos Santos Junior**, cientista de computação, InterMídia, ICMC-USP; **Elaine Silva**, cientista de computação, InterMídia, ICMC-USP; **Taboca**, cientista de computação, Netscape, USA; **Marcelo Knoerich Zuffo**, professor em computação visual e mídia interativa, Escola de Politécnica-USP, São Paulo.

Agradeço especialmente ao apoio da **Fapesp** - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

A **Marcelo Tramontano**, com quem tenho uma dívida especial pela inspiração, pelo encorajamento, e por sua participação ativa na elaboração do trabalho, através de incontáveis e preciosas discussões e intervenções críticas.

Muito especialmente, obrigada aos professores **Edson dos Santos Moreira** e **Cibele Saliba Rizek**, pelo respeito impresso em suas posturas de orientadores, ao longo dos anos em que a pesquisa se desenvolveu.

Abstract

A method is proposed for the architectural construction of virtual spaces based on the overlaying of diverse ways of thinking about space and by using structures of mnemotechniques. In order to achieve this task, a critical review is first carried out of two disciplines which are regularly involved in the construction of this kind of spatiality: **Human-Computer Interface**, and **Virtual Reality**. **Architecture**, as a third and central discipline, presents its method of overlaying diverse ways of thinking space, made explicit through the introduction and analysis of different examples of architectural construction in the virtual realm. Defined as belonging to the mind, the virtual space is conceived through architectural methods by adding the use of **Mnemonics**, which is the art and technique of developing and making stronger the memory. The memorization process itself becomes central in the process of constructing the virtual context. Introducing examples in history and recent art applications in virtual reality, the thesis proposes the introduction of mnemotechniques for the architectural spatial structuring of the virtual.

Resumo

Propõe-se um método de construção arquitetural de espaços virtuais, baseado na sobreposição de diversos modos de pensar o espaço e no uso de estruturas da mnemotécnica. Para essa tarefa, faz-se, inicialmente, uma análise crítica do estado da arte em dois campos disciplinares recorrentemente envolvidos na construção de tais ambientes: **Interface Usuário-Computador** e **Realidade Virtual**. Em seguida apresenta-se a maneira de se sobrepor diversos modos de pensar o espaço em **Arquitetura**, a qual constitui o terceiro campo disciplinar desse estudo, explicitado através da introdução e da análise de diferentes exemplos de concepções arquitetônicas pertencentes ao âmbito virtual. Definido como pertencente à mente, o espaço virtual é concebido através de métodos arquitetônicos, acrescidos do uso da **Mnemônica**, que é a arte e a técnica de se desenvolver e fortalecer a memória. O processo de memorização torna-se central no processo de construção do contexto virtual. Introduzido através de exemplos na história e de recentes aplicações artísticas em realidade virtual, a tese propõe a inclusão da mnemotécnica para a estruturação espacial arquitetônica no virtual.

XI Prefácio

002 Introdução e Roteiro

parte 1 [Inter]disciplinaridade

009

capítulo1 Interface usuário-máquina: *design* de um diálogo

011

012 1.1 HCI: [in]definições

015 1.2 *Design*, do ponto de vista do arquiteto

019 1.3 *Design* da interface Usuário /Computador: breve histórico

023 1.4 Usuário, parte integrante da interface

Usuário: características humanas e fatores psicológicos
Entendendo as necessidades do usuário

025 1.5 A interface Usuário-Computador: criar o diálogo

Metodologias de *design*

O processo de *design*: testando a usabilidade

1.5.1 Conectividade na interface

029 1.6 Não-Linearidade – pano de fundo conceitual
para a construção de interfaces

1.6.1 As origens da tecnologia de hipertexto

032 1.7 Interface como *meio*

034 1.8 Modelos de interface

1.8.1 Concepção de interface

capítulo2 Realidade Virtual como meio de comunicação

039

042 2. 1. Origens dos sistemas virtuais: aspectos históricos

047 2. 2. Definindo Realidade Virtual

054 2. 3. Tecnologia Imersiva de Realidade Virtual

2.3.1. Sistemas de Realidade Virtual

2.3.2 Dispositivos de Realidade Virtual

2.3.2.1 Dispositivos de saída

2.3.2.2. Dispositivos de Entrada

2.3.3 Plataformas de computador e arquiteturas de *software*

072 2.4 Realidade Virtual, distribuída: O surgimento de
ambientes virtuais colaborativos

2.4.1 Desenvolvimento de Sistemas em Realidade Virtual ou
fazendo a tecnologia funcionar

2.4.2 Exemplo: *Distributed Legible City*

077 2.5 Considerações

	079
	083
3.1 Espaço , diversos modos de pensar	084
3.1.1. O espaço pictural	
3.1.2 Modelos espaciais matemáticos e físicos usados na construção de ambientes virtuais	
Transarchitecture, por Marcos Novak	
3.1.3 Espaço como construção de sociabilidade	
A construção de sociabilidade de espaços virtuais	
Espaço coletivo de diálogo: SecondTime.zone, por Claire Pététin e Philippe Grégoire	
3.2. Sobreposição de modos de pensar o espaço: Um mundo mais completo ?	094
Interface dinâmica e Interativa : <i>Aegis</i> de Marc Goulthorpe, dECOI.	
3.3 Considerações	098
	101
4.1 Capacidades mentais para o <i>design</i> de interfaces usuário-computador	103
4.1.1 Diversos níveis de memorização	
5.1.2 Memorização em ação	
4.2 Memorização em três momentos	109
4.2.1 Memorização na Grécia clássica e romana.	
4.2.2 Espaços que narram histórias, Giotto e a pintura renascentista	
4.2.3 Palco de ação, <i>Globe Theatre</i> de Shakespeare	
4.3 Memorização em Instalações Virtuais	116
4.3.1 <i>Virtual City: Home of the Brain</i> , por Monika Fleischmann e Wolfgang Strauss, MARS, GMD	
Símbolos e modelos, parte do inconsciente coletivo	
4.3.2 <i>Place, a manual</i> , por Jeffrey Shaw, ZKM	
4.4 Considerações	129
	131
5.1 O que? Espaço [virtual] ou espaço de memorização, construído a partir de uma combinação de modos de pensar e modos de usar.	132
5.2 Onde? À procura de infra-estrutura.	134
5.3 Quando?	135
5.4 Por que? Estruturas de memorização 'pelo rigor da atividade do nosso intelecto'.	135
5.5 Quem?	136
5.6 Como?	138
5.7 Após <i>Matrix</i>	141
referências bibliográficas	143
iconografia	147
bibliografia	153

Parte 2 Espaço [Virtual]

capítulo 3 Espaço, modo de pensar

capítulo 4 Espaço, modo de usar

capítulo 5 conclusões: Espaço [virtual], modo de fazer

Prefácio

No meu quarto o mundo
fica fechado para mim.
Mas andando, percebo que
é constituído de três ou
quatro colinas e uma
nuvem.²

² In meinem
Zimmer bleibt mir
die Welt
verschlossen.
Doch wenn ich
gehe, merke ich,
dass sie aus drei
oder vier Hügeln
und einer Wolke
besteht.
[STEVENS, 1999]

³ Ação, Caracter, Pensamento, Linguagem, *Pattern*, Espetáculo em [LAUREL, 1991, p.50]

⁴ Sem absolutamente questionar o mérito do excelente trabalho de Brenda Laurel, dramaturga de formação, seu foco é a interação entre usuário e computador. É preciso, no entanto, considerar o momento e o contexto em que seu livro foi escrito, quando metáforas - principalmente a do desktop - começavam a ser usadas na construção de interfaces usuário-computador. Além disso, naquele momento o computador pessoal ainda não possuía muita memória nem recursos, e, acima de tudo, ainda não existia a Internet de acesso amplo, como a conhecemos hoje.

⁵ Enquanto modelo para a construção de ambientes virtuais, o teatro grego teria, segundo Brenda Laurel, essa neutralidade e adaptabilidade espacial arquitetônica que permitiria interação e intensificação do que deveria ser experimentado ou explorado.

O ponto de partida da nossa pesquisa foi motivado, de certo modo, pela leitura do livro 'Computer as a Theatre', de Brenda Laurel. Publicado pela primeira vez em 1991, ele apresenta uma teoria dramática baseada nos seis elementos fundamentais definidos por Aristóteles³, relacionando-a à interação usuário-computador. Definindo o computador como um meio, Laurel abriu portas para considerações interdisciplinares que ultrapassam a mera dimensão estética do design de interfaces. Ela recorre a técnicas dramáticas para refletir sobre a interatividade entre usuário e computador, permitindo a criação de ambientes imaginários, "mundos nos quais podemos expandir, ampliar e enriquecer nossas capacidades de pensar, sentir e representar". [LAUREL, 1991, prefácio]

O uso da teoria dramática no processo de construção de interfaces usuário-computador é, hoje, poucos anos depois, largamente aceito [Encarnação, 1998]. No entanto, o que chamou nossa atenção, na leitura do livro, foi a questão da espacialidade, onde tais técnicas dramáticas podem inserir-se⁴. A autora fala pouco desse tema, mencionando, contudo, o modelo grego de anfiteatro⁵, que separa a audiência do palco e que poderia ser visto, segundo ela, como um *container* capaz de receber todo tipo de dramas. Com suas reflexões, Laurel despertou nossa curiosidade sobre que espacialidade seria essa, e como concebê-la, no intuito de permitir dramatizações.

Para entender melhor essa espacialidade era obviamente necessário conhecer o meio computacional do qual ela é parte integrante e indissociável, se quisesse propor alguma intervenção interdisciplinar entre arquitetura e computação. Foi por essas razões que nos interessamos pelo estudo dessa área de conhecimento, mais precisamente da sub-área de Interação Usuário-Computador, que faz parte das Ciências de Computação mas cuja conhecida abordagem multidisciplinar inclui, entre outros campos, o da Arquitetura. Para

fig. p2 Theo Angelopoulos, O passo suspenso do cisne.

fig. p3 Globo, Ventilador.

contar sobre esse processo de estudo, tomamos emprestada a leitura que Bianchi [BIANCHI, Fev.1997, p.56] ,editor da revista Kunstforum, faz dos tres momentos que compõem uma viagem: o da **partida**, o da **passagem** e o da **chegada**.

A **partida** é o ponto inicial para a independência ou o abandono do próprio Ser, um passo inaugural em direção à liberdade ou estranhamento. Bianchi acredita que a essência da partida é sempre a mesma, marcada pelo “desligamento do Eu de seu contexto, pela separação do Eu fixado a um lugar.”⁶ No nosso caso, estávamos ansiosos por partir, mas inseguros, ao mesmo tempo, sobre o que se poderia esperar do porvir, em dúvida sobre como melhor reagir aos novos desafios. A própria preparação do plano de pesquisa foi permeada por discussões com profissionais e pesquisadores diversos, tanto de Arquitetura quanto de Computação, alguns deles questionando a validade de nossa incursão em uma área estranha, sob o argumento de que as relações entre Arquitetura e Informática deveriam ser tratadas no âmbito da arquitetura, e ter como ponto focal o estudo de ferramentas de representação, como aquelas oferecidas pelo AutoCad. Frequentemente utilizados tanto por arquitetos como por cientistas da Computação, esses argumentos nos encorajaram ainda mais a começar a cursar disciplinas na área de computação, reforçando nossa vontade de realizar essa viagem. Efetivamente, precisávamos deixar de lado nosso Eu enraizado na Arquitetura, nossa cômoda identidade de meros usuários de ferramentas do computador, para entender a essência do meio computacional, no qual se aloja a questão da espacialidade.

Segundo momento, a **passagem** pode, idealmente, transformar o viajante a partir do seu próprio movimento. Bianchi sublinha que “o objetivo não é pensar para onde se viaja ou de onde se vem, mas deixar-se levar ao estado de movimento.”⁷ Esse abandono traduziu-se,

⁶ “[...]das Wesen des Aufbruchs bleibt immer gleich: die Loesung des Selbst aus einem Kontext, die Trennung von einem verorteten Selbst.” [BIANCHI, Fev.1997, p.56]

⁷ “Ziel ist, nicht daran zu denken, wohin man reist oder woher man kommt, sondern sich dem Zustand der Bewegung zu ueberlassen.” [BIANCHI, Fev.1997, p.56]

fig.p4 Retrovisão.

em nosso caso, pela primeira fase do doutoramento que inclui a realização de disciplinas e a preparação da prova e do memorial de qualificação. Fomos auxiliados, nessa fase, por professores e pesquisadores de computação e de áreas afins, às vezes estranhando a presença de um estrangeiro em seu meio, mas em geral disponíveis, prontos a discutir sobre caminhos possíveis, o que era importante para melhor definir os objetivos. Essa passagem durou dois anos, durante os quais aprendemos muito, e bem mais do que esperávamos sobre o meio computacional, suas bases conceituais, sua estrutura e seu funcionamento.

⁸ "Ankommen kann aber wiederrum zu neuem Verlangen nach Freiheit und Flucht fuhren."
[BIANCHI, Fev.1997, p.56]

Criando laços e contatos, à **chegada** o viajante já não admite não fazer parte do que procura, ainda que, como alerta Bianchi, "chegar pode significar uma nova ansiedade ou desejo de liberdade e de fuga."⁸ Nossa chegada foi bastante ligada à preparação de uma viagem à Europa, que nos levaria a visitar centros de pesquisas, a experimentar meios computacionais que exploram de múltiplas formas a espacialidade, a entrevistar pesquisadores, cientistas de computação, artistas, designers, arquitetos e historiadores sobre os assuntos tratados na pesquisa. Esse período na Europa permitiu-nos melhor identificar e compreender o significado de espacialidade virtual e de seus processos construtivos. Permitiu-nos enfatizar pontos importantes do trabalho, e descartar o que desviaria nosso olhar. A participação em congressos, a apresentação de artigos, a construção de um *website* de forma colaborativa e interdisciplinar⁹, o ingresso na Universidade de São Paulo como docente da disciplina Computação para Arquitetura, e, com toda certeza, a elaboração dessa tese, constituem aplicações, relatos e resultados das experiências que essa viagem nos proporcionou. Para sempre parte do nosso percurso de aprendizagem, ela mostra, enfim, e uma vez mais, a importância do ato de viajar para crescermos.

⁹ www.eesc.sc.usp.br/nomads

fig. P5 Superman 51.

fig. P6 Chegada, Presença, Partida.

Introdução

“O importante com relação à técnica é o modo como se pode lidar com ela. Diante disso, seu núcleo puramente técnico torna-se secundário.”¹⁰

¹⁰ *Das Wichtige der Technik ist die Art, wie man damit umgehen kann, der technische Kern bleibt demgegenueber sekundaer.* [COY,1993, p.120]

¹¹ ver <http://www.arch.columbia.edu/Projects/Studio/Fall97/Rashid/intro.html>

Vivemos atualmente um momento histórico em que a comunicação tecnológica encontra-se lado a lado com a manufatura espacial. Pesquisas isoladas, confinadas a seus domínios disciplinares, perdem gradativamente a razão de ser, notadamente no campo disciplinar da construção do espaço virtual. “Informação e espaço”, propõe o arquiteto Hani Rashid, da *Columbia University*, “tem se fundido como circunstâncias sem corpo, mutáveis, temporais e mnemônicas.”¹¹ Observa-se o crescimento exponencial das estruturas de informação no espaço digital, definido por Biocca [BIOCCA, 1999] como um espaço global de representação de dados criado através de um *worldwide networking*. Os tipos de informação, assim como as formas de sua transmissão, também estão se diversificando. Informações inicialmente transmitidas através de textos, hoje já são veiculadas através de, por exemplo, *streaming* de vídeo e áudio e transmissão de imagens. A previsão ambiciosa de Biocca é que, em poucos anos, quase tudo o que é produzido em palavra, imagem, som, vídeo e mundos tridimensionais estará disponível na *internet*.

O preço pago pelo arquiteto por tomar parte nessas transformações seria o de também perder sua capacidade de identificar-se através de lugares conhecidos. A estética moderna, consolidada a partir da segunda metade do século XIX, liga-se, de certa forma, à concepção de um *unique self* e de uma identidade privada da qual seria razoável esperar a geração de uma visão própria de mundo. Esse conceito, que inclui o aspecto totalitário que domina a razão moderna, vem sendo substituído por concepções pluralistas, entendendo-se a pluralidade como diversidade de formas racionais, capaz de preservar esse leque de conceitos e, ao mesmo tempo, de evitar que alguns deles se tornem dominantes. É preciso identificar meios de intervenção que respondam à tendência de uma sociedade em estado volátil, nutrida pela abundância de eventos. O papel do arquiteto tem se defrontado com solicitações até então inesperadas no seu campo de atuação, o que deixa supor que

fig i2 A questão do diálogo entre usuário e interface.

redefinições de suas atribuições tornem-se mais e mais claramente necessárias, incluindo, com toda certeza, uma revisão de sua formação. Uma vez revisto seu papel no processo de produção de espaços concretos, o passo seguinte seria analisar como este profissional pode desenvolver parcerias interdisciplinares com as Ciências da Computação, no que se refere ao *design* de interfaces usuário-computador – que constituem, em última instância, espaços virtuais –, e, mais especificamente, à criação dos chamados mundos virtuais.

A produção de espaços virtuais espelha, invariavelmente, o grau de desenvolvimento tecnológico do momento, e não pode, portanto, ser avaliada separadamente de sua infraestrutura técnica. Mais que isso, tais espaços dependem intrinsecamente do suporte técnico para serem simplesmente visualizados. Isso reforça a necessidade de um conhecimento preciso e atualizado das possibilidades técnicas para conceber no meio digital, o que nem sempre ocorre. É, aliás, raríssimo encontrarem-se casos de conceptores com perfeito domínio das tecnologias digitais, contrariamente ao que costuma ocorrer na produção de espaços concretos, é bom lembrar. A comparação pode ir além: tanto quanto no caso do construtor de espaços concretos, o papel do conceitor de interfaces, dentro da área de Ciências da Computação, seria justamente o de se encarregar da intermediação entre seu desenvolvimento, seu funcionamento, e seus significados possíveis, superando especificações do sistema computacional, o que não é pouco.

O acesso ao espaço digital também se altera, tornando-se mais fácil à medida em que aumenta a quantidade de portais de entrada. Um ponto de acesso que nada mais é do que a interface que conecta o usuário ao espaço digital, materializa-se, atualmente, em, por exemplo, um computador pessoal equipado com *modem*. Outras interfaces estão sendo,

fig i3 sobreposição de formas abstratas.

sim, criadas, como os sistemas de *Web TV*, *paggers* e *palmtops* que recebem *e-mails*, telefones celulares com tela, etc. No entanto, frente ao aumento da quantidade de informações e de portais, o desafio mais urgente que as telecomunicações tem a enfrentar é a necessidade de se aumentar a largura de banda. Resolvidas as questões técnicas de aumento da capacidade do espaço digital de transmitir informações e da largura de banda, a questão crucial passa a ser como o usuário processa esta abundância de informações. Deveremos temer uma explosão de informação – aquela prenunciada por Einstein como sucessora da bomba atômica –, um sufocamento, uma incapacidade de encontrar ou de absorver a informação específica procurada? E se a forma de representar as informações aproximar-se da apreensão que temos do mundo concreto, da nossa maneira de vivenciar o espaço físico, de forma mais intuitiva e menos povoada de símbolos abstratos? Possivelmente ocorreria, em seu estágio mais avançado, a fusão dos espaços concreto e virtual que, até hoje, temos tratado como territórios distintos. Até lá, um longo caminho, rico em nuances, se anuncia, delineando-se e viabilizando-se, pouco a pouco, através de resultados animadores de pesquisas e desenvolvimentos comerciais. É das questões que envolvem este percurso, mas também do estado das coisas no momento atual, que trata, principalmente, esta tese.

A intenção inicial dessa pesquisa era a de explorar aspectos da construção de aplicações virtuais, analisando-os do ponto de vista do arquiteto, habituado à concepção de espaços concretos. Contudo, deu-se conta de que apenas esses parâmetros não seriam suficientes para proceder à análise que acreditávamos poder nos conduzir ao entendimento e à elaboração de critérios para a intervenção arquitetônica no âmbito virtual. Acabamos ampliando nossa hipótese inicial, pesquisando diversos modos de entender e ler o espaço, seja ele concreto ou virtual. Isso porque, afinal a espacialidade de mundos virtuais situa-se

fig. i4 Casa interagindo, "Proprio Corpo + Entorno arquitetônico = Corpo arquitetônico."

na mente, constituindo um espaço mental a priori, e para concebê-lo é preciso entender o funcionamento da mente e seus processos de memorização baseados em mnemotécnicas. De um lado, o arquiteto, com sua formação de construtor do espaço concreto, não está ainda pronto para a construção de espaços virtuais, porque lhe faltam conhecimentos no âmbito computacional e sobre o funcionamento da mente humana. No outro prato da balança situa-se o cientista de computação, cuja formação, é verdade, estuda a mente de forma científica, sem, no entanto, abordar modelos de memorização ou arquétipos utilizados há séculos para organizá-la. Tampouco analisa os parâmetros de concepção arquitetônica, o que o leva à cópia acrítica de espaços concretos, a simulacros camuflados em metáforas ao produzir espacialidades virtuais. Certo, existem exceções em ambos os lados, e é a esses profissionais que esse trabalho é primeiramente dedicado. Também não abandonamos nossa postura de Arquiteto, em si uma postura essencialmente multidisciplinar, mas quisemos abri-la para nela incluir novas disciplinas.

A estrutura dessa tese se divide em duas partes principais: [Inter]disciplinaridade e Espaço [virtual]. A primeira organiza-se em dois capítulos que tratam das duas áreas que se entrecruzam no estudo da construção de ambientes virtuais: **Interação usuário-computador como design de um diálogo**; e **Realidade virtual como meio de comunicação**. A segunda parte divide-se em dois capítulos: **Espaço, modo de pensar**; **Espaço, modo de usar**; e conclui com o capítulo **Espaço [virtual], modo de fazer**. A questão da espacialidade é examinada a partir de diversos pontos de vista para, finalmente, propor-se uma metodologia de construção do espaço virtual, arquitetônica em sua essência mas ampliando seus elementos disciplinares:

fig. i5 Aleph I.

Parte 1: O capítulo 1: **Interface usuário-computador: design de um diálogo** é introduzido por uma revisão de definições de seus termos, para, em seguida, percorrer o papel do design de interfaces usuário-computador do ponto de vista do arquiteto. Segue um breve histórico dessa área recente da computação, abordando-se temas como o dos usuários dessas interfaces, as metodologias usadas, o uso do conceito de não-linearidade como pano de fundo para a construção de interfaces, e a definição de interface como um meio e não como uma ferramenta. O capítulo 2: **Realidade Virtual como meio de comunicação**, parte dessa compreensão, não limitando o significado da expressão Realidade Virtual à designação de uma tecnologia, mas enxergando-o a partir de conceitos históricos e filosóficos que trazem, em seu centro, a questão da tele-presença. Com essa compreensão como pano de fundo, os diversos sistemas da tecnologia imersiva de realidade virtual e seus dispositivos atualmente disponíveis são descritos e comentados, assim como as plataformas de computador e arquiteturas de software. Além disso, introduz ambientes virtuais coletivos, entendidos como realidades virtuais distribuídas, e apresenta um exemplo de aplicação: *Distributed Legible City*, de Jeffrey Shaw.

Parte 2 caracteriza, inicialmente, a arquitetura a partir do seu papel de definidor cultural do entorno construído. Discute, também, o próprio envolvimento da arquitetura com o meio digital, esboçando o possível papel do arquiteto na construção de espaços virtuais. Uma vez entendido que o espaço digital pode ser comparado ao espaço arquitetônico, nutrindo-se das mesmas fontes conceituais e metodológicas, o capítulo 3: **Espaço, modo de pensar** apresenta diversas maneiras de se entender e conceber o espaço. A dupla definição aristotélica de espaço por Aristóteles é seguida por uma descrição do pensamento do espaço pictural. Diferentes modelos espaciais físicos e matemáticos, comumente usados para a construção de ambientes virtuais, são introduzidos e ilustrados pelo trabalho do arquiteto Marcos Novak. Outro modo de pensar o espaço será a busca da construção de uma sociabilidade, que constitui o centro de uma aplicação dos arquitetos Claire Pététin e Philippe Grégoire. Finalmente, é apresentada a sobreposição de modos de pensar a partir de um modelo semântico, exemplificada pela interface dinâmica e interativa criada pelo arquiteto Marc Goulthourpe. O capítulo 4: **Espaço, modo de usar** parte do princípio que modelos de pensar o espaço são certamente úteis para a construção de ambientes virtuais, mas ainda insuficientes porque esses ambientes fazem parte do âmbito da nossa mente e envolvem mecanismos de memorização. A primeira de suas três partes trata das capacidades mentais para o design de interfaces usuário-computador, apresentando os diversos níveis de memorização e seu funcionamento, e reafirmando que o ser humano costuma organizar seu processo de memorização de forma espacial e temporal. Recuperamos, em seguida, modelos de memorização usados em três momentos históricos: a mnemotécnica da Grécia clássica, das pinturas espaciais renascentistas e do *Globe Theatre*, usado por Shakespeare, concebido por

Fludds. Descartados ao longo dos séculos, esses modelos são aventados como possíveis estruturas conceituais e organizacionais para a construção de espacialidades virtuais. A terceira parte desse capítulo compara duas instalações virtuais atuais, *Home of the Brain* de Monika Fleischmann e Wolfgang Strauss e *Place, a user's manual* de Jeffrey Shaw, descritas por seus autores como espaços de memorização.

O capítulo 5: **Conclusões, Espaço [virtual], modo de fazer**, último capítulo, propõe um modo de fazer o espaço virtual organizado em torno de seis perguntas: que?, onde? quando?, porque?, quem? e como?, e a proposta de uma visão - **Após *The Matrix*** -, para, enfim, cobrir todos os aspectos do que constitui um método arquitetônico de espaços para a mente.

fig.i6 teatro de Noh.

PARTE 1

Inter]disciplinaridade

Parte 1- Capítulo1

Interface usuário-computador: design de um diálogo

“Computers are undoubtedly the most powerful mind tools that humans have at their disposal. They are also, however, extremely complex. Furthermore, the functions they perform, the speeds at which they operate and the data they can store are increasing at an exponential rate thus rendering them more complex. Ironically, as computers increase in complexity, they are becoming easier to use. This ease of use is made possible by the interface which presents a facade or illusion of simplicity. The interface translates, negotiates and intervenes on behalf of the user. It communicates with the program which in turn communicates with the bits and bytes which in turn toggle the switches in the complex circuitry of the computer hardware. The mere stroke of a key or the click of a mouse sets in motion an almost unfathomable, uncountable number of operations that are both invisible and unknown to the user.”[LAUREL,1990]

Ja disse Nicholas Negroponte [NEGROPONTE,1995] , fundador do Media Lab - MIT: “**A interface usuário-computador é o ponto central da multimídia e da *World Wide Web*.**” Ao facilmente observável e brutal aumento da quantidade de informações que permeia nosso dia-a-dia, e aos esforços nunca suficientes para gerenciá-lo, pesquisadores e empresas de software tendem a responder de, pelo menos, duas formas: de um lado, desenvolvendo ferramentas que potencializem a representação da informação, indo além da forma tradicional de incluir gráficos, animação, som e vídeo. De outro, auxiliando indivíduos e organizações na filtragem e classificação destas informações. É tendo estas razões como pano de fundo que áreas em princípio distintas, como a de Human-Computer Interaction, HCI, se unem para formar um sistema integrado, estimulado, principalmente, pela própria web e pela indústria de multimídia.

¹² O significado exato em português da expressão inglesa *Human-computer Interface* é, como se sabe, a interface entre um ser Humano e o Computador. No Brasil, no entanto, no jargão das Ciências da Computação, costuma-se traduzir a palavra *Human* na expressão acima pelo termo português Usuário, com o argumento de que todos aqueles que interagem com a máquina – *designers*, engenheiros de *software* e o usuário final propriamente dito – seriam, de alguma forma, usuários do sistema. O presente capítulo “Interface usuário-máquina: o design de um diálogo”, inicia-se justamente com uma leitura mais atenta destas relações, e procura estabelecer com precisão cada um destes papéis, atribuindo-lhes, por consequência, designações específicas. Reflexão feita, pareceu-nos mais apropriada a maneira inglesa de mencionar o ser humano, quando se quer referir-se a esta relação geral, levando-nos a preferir a tradução Interface Humano/Computador. Contudo, em função do uso consagrado da expressão Usuário entre estudiosos brasileiros de informática, decidimos adotá-la no presente trabalho.

1.1 HCI: [in]definições

O design da interface Usuário-Computador¹² faz parte de uma área muito mais ampla, conhecida como Interação Usuário-Computador, ou, em inglês, Human Computer Interaction, HCI. Por preocupar-se, ao mesmo tempo, com o design, a avaliação e a implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano, a pesquisa em HCI tem na multidisciplinaridade um elemento-chave, e precisa contar com pessoas cuja formação é tão diversa quanto o leque de disciplinas que ela abraça – engenharia de software, etnografia, escritura técnica, psicologia cognitiva, sociologia, desenvolvimento organizacional, análise de sistemas, design gráfico e de interação, antropologia, design de informações, usability engineering, desenho industrial, entre muitos [fig.1.2]. A qualidade da interface usuário final-computador acaba contribuindo de forma tão decisiva para o sucesso ou o fracasso de um sistema interativo ou de uma aplicação, que já se tornou uma das partes mais caras do desenvolvimento de software. Segundo uma pesquisa feita por Myers e Rossen [MYERS, 1992, p. 195] com setenta e quatro profissionais desta área, nada menos do que 48% do tempo gasto em sua concepção são dedicados ao desenvolvimento da interface.

O objetivo da HCI é o de construir um mecanismo que permita ao usuário comunicar-se com a aplicação desejada. HCI é o conector entre uma aplicação e o usuário. A maioria das ferramentas utilizam HCI, de uma forma ou de outra. Uma televisão e um videocassete são desenvolvidos usando HCI. Telefones usam HCI. Comum a esta interação Usuário-Computador é o fato de que a informação fornecida ou recobrada obedece a um formato e uma estrutura específicos.

Interdisciplinar e com uma lista tão longa de tópicos a considerar, o fato é que tornou-se

impossível chegar a uma definição consensual sobre o que seria a interação Usuário-Computador. Quisemos, mesmo assim, realizar uma revisão de várias destas definições, analisando-as. Algumas são absolutamente técnicas, enquanto outras mostram-se tão vagas e abrangentes que dão margem a múltiplas interpretações. Tudo parece depender do ponto de vista – ou, principalmente, do escopo de interesse – de quem define. Senão vejamos quatro exemplos mais completos que selecionamos na literatura disponível (grifos nossos):

“A interação Usuário-Computador (ou *HCI*) é, de maneira simples, o estudo das pessoas e da tecnologia da Computação, e dos modos como elas se influenciam mutuamente. Nós estudamos *HCI* para determinar como podemos tornar esta tecnologia da Computação mais utilizável pelas pessoas.”¹³

Esta definição considera tanto o estudo da técnica quanto o conhecimento sobre o usuário, atribuindo-lhes, aparentemente, o mesmo grau de importância. Tem o mérito de preocupar-se com a influência exercida pela tecnologia da Computação sobre o usuário, e não apenas o contrário, e também de procurar estabelecer critérios para a pesquisa (**“Nós estudamos *HCI* para determinar como...”**).

“Interação Usuário-Computador (*HCI*) trata do design de sistemas computacionais que auxiliam as pessoas, permitindo-lhes realizar suas atividades produtivamente e em segurança.”¹⁴

Aqui o autor encara a questão do ponto de vista puramente funcional e técnico: o desenho dos sistemas computacionais tem por finalidade última a produtividade com segurança.

“A interação Usuário-Computador é uma área de pesquisa relacionada com o design, a avaliação e a

¹³ “Human-computer interaction (or HCI) is, put simply, the study of people, computer technology and the ways they influence each other. We study HCI to determine how we can make this computer technology more usable by people.” [DIX et al. apud WANG, 1995, p.XIII]

¹⁴ “Human-computer interaction (HCI) is about designing computer systems that support people so that they can carry out their activities productively and safely.” [PREECE et al., 1994, p.1 apud WANG, 1995]

fig 1.2 Interação Usuário-Computador, uma área complexa.

¹⁵ "Human-computer interaction is a discipline concerned with the design, evaluation and implementation of interactive computing systems for human use and with the study of major phenomena surrounding them." Internet: http://www.acm.org/sigchi/cdg/cdg2.html#2_1.

implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano, e com o estudo de fenômenos principais que os cercam."¹⁵

Antes de mais nada, o autor reconhece que se trata de uma área de ensino e pesquisa com características próprias. Esta disciplina parece localizar-se nas Ciências da Computação, já que deve estudar, em última instância, os "sistemas computacionais interativos".

Por outro lado, esta visão descarta a questão da multidisciplinaridade: enquanto o objeto de estudo técnico é claramente descrito - "o **design**, a avaliação e a implementação de sistemas computacionais interativos" -, todos os outros campos disciplinares supostamente envolvidos são citados como "fenômenos principais" que, em lugar de serem parte integrante do processo criativo, apenas "os cercam".

"A Interação Usuário-Computador é um campo multidisciplinar relacionado com a aplicação das Ciências da Computação, Psicologia, Ergonomia e muitas outras disciplinas nas áreas de indústria e comércio. Seu objetivo é o de facilitar o design, a implementação e a avaliação de sistemas de informação e comunicação que satisfaçam as necessidades daqueles que os possuem e os utilizam."¹⁶

¹⁶ "Human-Computer Interaction (HCI) is a multidisciplinary field concerned with the application of computer science, psychology, ergonomics and many other disciplines in industry and commerce. Its goal is to facilitate the design, implementation and evaluation of information and communications systems that satisfy the needs of those who own and use them." Internet: <http://www.bcs-HCI.org.uk/>

Neste caso, a *HCI* é vista como um "campo multidisciplinar", em que "Ciências da Computação, Psicologia, Ergonomia e muitas outras disciplinas" tem importâncias equivalentes. O viés mercadológico aparece com clareza quando o autor afirma que a *HCI* tem como principal objetivo "aplicações (...) nas áreas de Indústria e Comércio". Seu objetivo principal é o de facilitar o trabalho do cientista de Computação, que é quem faz "o **design**, a implementação e a avaliação dos sistemas...". O usuário final é lembrado no final da última frase, novamente restrito à ótica mercadológica: sim, os tais sistemas devem satisfazer "as necessidades daqueles que os possuem [empresas?] e os utilizam".

Nenhuma das quatro definições apresentadas acima nos parece completa, mas cada uma contém elementos importantes. A primeira delas reconhece os três grandes campos disciplinares envolvidos no estudo da *HCI* e propõe que sejam tratados em igualdade de importância; a segunda enfatiza a eficiência que se espera da interação entre eles; a terceira reconhece um lugar de destaque à *HCI* dentro das Ciências da Computação, lembrando que o assunto está longe de se esgotar e deve, portanto, ser objeto permanente de pesquisa e discussões; a quarta vê a *HCI* como um campo multidisciplinar, pressupondo áreas de interesse diversos tanto na pesquisa teórica quanto nas aplicações práticas. Esta questão da multidisciplinaridade é, aliás, sugerida pelo próprio nome *HCI*, que coloca o Ser humano, a Tecnologia e a interação entre eles em um mesmo nível de importância: *Human, Computer, Interação*.

Preferimos, sinceramente, não correr o risco de propor uma quinta definição incompleta de *HCI*. Como já foi dito, a abrangência da questão inviabiliza, ao menos no dia de hoje,

qualquer sistematização, ainda que restrita a um caráter didatizante. Por enquanto, o grande número de profissionais de diferentes áreas que comparece a congressos e simpósios destinados a tratar do assunto ilustra com perfeição as indefinições que o cercam: já que não sabemos exatamente o que é *HCI*, fica difícil determinar qual ou quais profissionais devem envolver-se em sua produção, e mais difícil ainda especificar as atribuições de cada um deles.¹⁷ Em um futuro mais ou menos próximo, é possível que a necessidade de interdisciplinaridade forme, através da prática, profissionais mais familiarizados com o amplo leque de assuntos envolvidos neste estudo. Mais ou menos como aconteceu com o próprio Cientista da Computação, cujo perfil e a necessidade dele dentro da pesquisa em Informática foram ganhando nitidez à medida em que suas atribuições iam sendo consagradas pela atuação prática de profissionais vindos de outras áreas.

Por enquanto, o espectro de perfis relacionados com a *HCI* ainda é vasto, como são variadas as suas áreas de pesquisa e aplicação. Além da mais óbvia delas – a da estrutura de comunicação entre Usuário e Computador –, estas áreas incluem, ainda, a engenharia de *hardware* e *software*, a caracterização e os contextos de uso de sistemas interativos, a própria metodologia de *design* e a inovação no agenciamento de *design* de novas aplicações e produtos. Como se vê, são áreas de intervenção que envolvem uma infinidade de aspectos importantes e, às vezes, vitais da sociedade contemporânea.¹⁸ O que as aplicações em todos estes campos e áreas têm em comum é o tom imperativo da expectativa de seus usuários. Exige-se da *HCI*, seja em que tipo de aplicação for, uma perfeita *performance*, uma capacidade de resposta cada vez mais veloz, uma margem de erro desprezível – ou preferencialmente inexistente, no caso dos sistemas de *life critical* –, interfaces cada vez mais transparentes e com crescente possibilidade de interatividade.

Entendidas a complexidade, a amplitude e a riqueza dos estudos sobre a Interação Usuário-Computador, temos a tarefa de traçar os limites do presente trabalho. Dentre os assuntos que mais nos interessam, e por apresentar uma clara possibilidade de comparação com o trabalho do arquiteto, recortaremos a questão do tratamento do espaço de interação no virtual, e mais precisamente de seu *design*, pólo da atenção do usuário final porque trata-se do vago e pouco conhecido território no qual usuário e sistema podem, enfim, comunicar-se.

1.2 *Design*, do ponto de vista do arquiteto

Em geral, o *design* de um produto resulta de um processo desenvolvido por pessoas exigentes, esteticamente falando, que implica um profundo conhecimento das finalidades a que deve servir o produto em questão, além de uma capacidade de transpor este

¹⁷ Na literatura especializada, é comum encontrar outro indício da nebulosidade que envolve o tema: a sigla *HCI* é usada, com toda naturalidade, para designar tanto *Human Computer Interaction* quanto *Human Computer Interface*, às vezes em um mesmo artigo.

¹⁸ Além dos sistemas cujo uso banalizou-se através de sua ampla disseminação, como os desenvolvidos para auxiliar a indústria, o comércio, o funcionamento doméstico e proporcionar divertimento, lembremos ainda dos chamados sistemas *Life-critical* – que ajudam a controlar o tráfego aéreo e as usinas nucleares, acionam bombeiros e policiais e apoiam diligências médicas – e dos chamados sistemas exploratórios, criativos e cooperativos, que incluem o treinamento via computador (CBT), o auxílio a trabalhos artísticos, à produção de dados estatísticos e à modelagem científica.

¹⁹ Estamos acostumados ao uso dos termos real e virtual designando situações antagônicas: real seria tudo o que se passa no mundo físico, enquanto virtual indicaria eventos em ambientes criados digitalmente com o uso da informática. No entanto, tal diferenciação terminológica passa a ser questionável quando ambos os termos se unem em uma única expressão: realidade virtual. Mantidos os significados iniciais, seríamos forçados a admitir a existência, por oposição, de uma realidade real, o que seria uma redundância inaceitável. Considerando, portanto, que ambas as realidades são, obviamente, reais, decidimos utilizar o termo concreto quando nos referimos ao mundo físico, em oposição ao virtual. Tal terminologia será aplicada, no decorrer do texto, tanto para realidades, como para espaços – concretos e virtuais –, ambientes, etc.

conhecimento ao objeto criado. Quando o uso do computador é incluído neste processo, percebe-se que as ferramentas gráficas de que dispomos hoje, em programas como *AutoCad*, *3D-StudioMax* e *WorldToolKit*, apenas para citar os mais conhecidos, limitam-se a auxiliar a fase de representação das idéias, um estágio do processo criativo em que a concepção propriamente dita já foi elaborada – e quase sempre, diga-se, sem o auxílio dos meios informatizados. Em outras palavras, ao ordenar seu processo de pensamento, composto tanto pela elaboração como pela expressão de idéias abstratas, o conceitor conta com a ajuda do computador apenas no momento final do processo, mesmo sabendo que a informática possui hoje todas as condições necessárias à criação de ferramentas que auxiliem a estruturação de raciocínios, a ordenação de idéias, e a construção de um horizonte teórico no qual vai inserir-se o projeto.

Basta que o computador seja incluído no processo de *produção* de espaços concretos ou virtuais¹⁹ para que se estabeleça uma interface *designer*-computador [fig.1.3]. O curioso é que o processo de *design* da interface *designer*/computador é semelhante ao processo de *design* de espaços – sejam eles concretos ou virtuais. Ao desenhá-la, está-se respondendo a várias necessidades de uso e de desempenho, o que torna igualmente necessário que se conheçam diversos campos disciplinares e se considere a diversidade de perfis dos usuários potenciais. A mesma problemática repete-se no processo de *utilização* dos ambientes virtuais, onde, diferentemente da realidade concreta, o usuário necessita de ferramentas capazes de auxiliá-lo em sua apropriação do espaço. De novo, incluídos equipamentos informatizados, tem-se uma relação a ser planejada, controlada, em suma, desenhada entre usuário final e computador, que chamaremos aqui de interface usuário final-computador [fig.1.4]. As diferenças, possibilidades e requisitos destas duas interfaces – aquela entre *designer*/computador, presente no processo de produção do espaço virtual, e esta entre usuário final/

fig.1.3 Produção de espaço concreto e virtual e suas interfaces.

computador, que faz parte do processo de sua utilização, são o ponto focal desta pesquisa. O que costumamos chamar de *design* em Arquitetura – seja ele de espaços habitáveis ou de objetos - refere-se a diversos parâmetros, resultantes do momento sócio-econômico-histórico em que se insere a obra: espaços multi-uso, trazendo embutidos o conceito de flexibilidade – que nada mais é do que a possibilidade de se sobrepor funções – ao considerarem a grande e crescente diversidade de perfis de seus usuários, e das atividades que eles esperam poder desenvolver nos espaços criados. Na verdade, tanto dos espaços concretos como dos virtuais, espera-se que sejam flexíveis, permitindo a sobreposição de funções, mas também que o façam de acordo com princípios estéticos e filosóficos que reflitam o contexto de que fazem parte. Complexa, a proposta apenas reflete o caráter do momento atual, em que diferentes campos disciplinares são necessários para estruturar raciocínios projetivos que desemboquem em processos de criação, os quais incluem, no nosso caso, as relações usuário-computador.

Essencialmente interdisciplinares, Arquitetura e Computação utilizam-se de métodos semelhantes de *design* e de avaliação. Termos como Avaliação de Usuários, *Pattern Language* e Análise de Contexto, tão comuns no jargão dos cientistas de Computação, são também extremamente familiares a arquitetos. É claro que referem-se a posturas e procedimentos frutos do pensamento em voga em épocas precisas, e que só podem ser compreendidos e analisados se vinculados a elas. Tome-se, por exemplo, o caso da *Pattern Language*. O famoso lema “*Form follows function*”²⁰, cunhado por Louis Sullivan, da Escola de Chicago, em fins do século XIX, sustenta que o objeto arquitetônico deve ser definido a partir de imperativos funcionais. Durante o movimento Modernista, esta postura foi dominante na produção arquitetônica de todo o planeta ao longo do

²⁰Em português, a

fig.1.4 Uso do espaço concreto e virtual e a questão da interface.

²¹ Arquiteto, desenvolveu a *Pattern Language*, em 1964. [LAUREL, 1990, p.21]

nosso século. A listagem destes imperativos é o que se costuma chamar de Programa de Necessidades, no jargão dos arquitetos. Um deles, Christopher Alexander²¹, dividiu o processo de produção de espaços concretos – sejam edifícios ou fragmentos urbanos – em um conjunto de etapas, listando supostas necessidades para cada uma delas, o que equacionaria um problema arquitetônico a ser resolvido. A partir desta listagem, Alexander estudou possíveis ligações entre necessidades e usuários, atribuindo-lhes graus de importância, de maneira a agrupá-las segundo uma complicada hierarquia de relações que definiria o projeto final. Além de problemas menores que o método apresenta, como a maneira discutível de tratar necessidades concorrentes, o fato é que ele se refere às posturas enunciadas pelo Movimento Moderno no início do século XX, cujo pensamento baseava-se na crença de que para um problema corretamente formulado deveria existir uma única resposta arquitetônica correta. Christopher Alexander percebeu, nos anos 1960, que o então nascente uso da Informática poderia auxiliá-lo na concepção de espaços concretos, mas o fez com sua visão de arquiteto ainda filiado às idéias Modernistas, em um momento em que elas já vinham sendo criticadas e revistas em diversas partes do mundo, por arquitetos preocupados em abarcar características sociais e filosóficas emergentes. Algumas delas já foram mencionadas aqui, como a crescente diversidade de perfis dos usuários e de seus modos de vida, mas há outras, como a própria concepção vigente de mundo, que se viu frontalmente questionada a partir, justamente, do advento da banalização do uso da Informática. Importante nas décadas de 1960 e 1970, por apontar novas e reais dimensões ao trabalho do arquiteto, a *Pattern Language* de Alexander não resistiu, no entanto, às rápidas e profundas transformações por que passou o mundo desde então, tornando-se obsoleta por propor um processo de concepção onde o arquiteto está, praticamente, ausente.

fig.1.5 Dois momentos no desenvolvimento de Interface usuário computador.

Restam ainda, no entanto, muitos caminhos em comum a serem explorados. Arquitetura e Computação fazem ambas referência a conceitos filosóficos, como é o caso da não-linearidade de ações e de pensamento, das diversas noções de tempo, da exploração da quarta dimensão, entre outros. Toda área relacionada com o design, em geral, e especificamente Arquitetura e Computação, – as quais trabalham com a criação de espaços –, valida-se apenas à medida em que repropõe-se contínua e interdisciplinarmente, consciente das particularidades de seu tempo.

1.3 Design da interface Usuário /Computador: breve histórico

“In the popular mythology the computer is a mathematic machine: it is designed to do numerical calculations. Yet it is really a language machine: its fundamental power lies in its ability to manipulate linguistic tokens—symbols to which meaning has been assigned.” [WINOGRAD apud LAUREL, 1990, p. 225]

Em meados dos anos 1940, quando surgiram os primeiros computadores, era francamente impossível prever qual seriam seus usos futuros. Apenas cinco décadas mais tarde, o computador deixou de ser a máquina destinada unicamente a resolver cálculos para tornar-se, inclusive, um meio de comunicação poderoso, possibilitando interação, imersão, e, a partir das suas capacidades, gerar reflexões sobre o papel do corpo, sobre a questão da presença, e sobre a própria definição de espaço.

Acumulando os papéis de usuário e de construtor da máquina, a interação Usuário-Computador limitava-se ao face-a-face mediado apenas por visores e chaves, como era o caso dos enormes ZUSE²² [fig.1.6] e ENIAC²³ [fig.1.7,1.8]. Estes primeiros computadores utilizavam de válvulas ligadas a painéis cheios de *plugs*, mostradores e chaves, e se na

²² Konrad Zuse, In http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/en/index.html.

²³ TURING, A., in HODGES, A. **Who invented the computer Alan**

fig.1.6 Computador Zuse.

fig.1.7 Computador ENIAC com Operário.

fig.1.8 ENIAC do tamanho de uma sala.

/ftp.arl.mil/~mike/
comphist/.

²⁴ Naquela época, engenheiros eletrônicos, matemáticos e físicos eram quem principalmente trabalhava nesta área. Ainda não existia o profissional especialista em Computação.

época já existisse a noção de interface, ela *designaria* este conjunto de comandos acionados por - na verdade - várias pessoas, especialistas de diferentes horizontes.²⁴

Em certos casos, isto podia significar algumas dúzias de técnicos treinados para servir a máquina, mergulhados em resoluções de problemas que podiam durar dias. O resultado de todo este esforço era, em geral, uma série de códigos matemáticos impressos. Os anos 1950 assistiram à substituição dos *plugs*, mostradores e chaves pelo uso dos cartões perfurados para rodar programas de *software*, ainda que o resultado continuasse sendo expresso através de códigos matemáticos, e que os usuários se limitassem aos próprios especialistas.

Somente a partir dos anos 1960 é que usuários externos à área começaram a ter acesso direto aos equipamentos, através de *workstations* em lugar de recorrer a intermediários em centros integrados de computação. As válvulas deram lugar a transistores, que por sua vez viram-se substituídos por circuitos integrados. Timidamente abria-se a área de pesquisa em interfaces, essencial na construção do diálogo de não-especialistas com a máquina. *Sketchpad* [fig.1.9, 1.10] era o nome da primeira interface Usuário-Computador, do tipo *conversational*, desenvolvida por Ivan Sutherland. Ela permitia que usuário e computador conversassem rapidamente por meio de linhas desenhadas [SUTHERLAND apud LAUREL, 1990, p.187]. Sua forma de interação era basicamente gráfica, mas trabalhava sobre elementos importantes da conversação humana. “O usuário conversava com o *Sketchpad* apontando com o dedo. O sistema respondia atualizando imediatamente o desenho, de forma que a relação entre a ação do usuário e o grafismo exposto era clara.” [YNGE, SCHEGLOFF apud LAUREL, 1990, p.394] Publicadas na tese de Doutorado de Sutherland, certas técnicas utilizadas no *Sketchpad* marcaram o início da Computação Gráfica como disciplina.

20

fig. 1.9 Monitor e dispositivos de controle.

fig. 1.10 Desenhando diretamente no monitor.

O surgimento do microprocessador, em 1971, inaugurou a noção de *personal computer*, equipado com interfaces gráficas. Desenvolvidas pela Xerox e usadas, mais tarde, no Macintosh da Apple, as *GUIs*, ou *Graphical User Interfaces* transformaram para sempre as interações conversacionais entre usuários e computadores. Ao mesmo tempo, diversos elementos de construção de interfaces iam sendo desenvolvidos, que reforçariam a interação usuário-computador, entre eles o *mouse*, os *displays* em *bitmap*, o sistema de janelas do *Windows*, a introdução de metáforas, como por exemplo a metáfora da mesa de trabalho – a *desktop* –, e os editores do tipo *point-and-click*. [BAECKER, 1987] Isto possibilitou a seleção gráfica de objetos na tela, em ações que passaram a receber como resposta representações gráficas das informações, substituindo as velhas respostas alfanuméricas. A introdução de metáforas foi um dos aspectos importantes na concepção adequada de interfaces. Elas “**oferecem uma realidade alternativa simultaneamente concreta em estrutura e analógica em representação**”, afirma Smith. “**(...) O meio visual é uma ferramenta metafórica extremamente útil, não apenas por possuir capacidades representacionais poderosas mas também porque tem um conjunto rico de transformações topológicas dentro de seu próprio domínio. Meios bidimensionais ou maiores possuem operações estruturais muito mais versáteis do que os meios unidimensionais.**”²⁵

²⁵ “provide an alternate reality which is simultaneously concrete in structure and analogic in representation (...) The visual medium is an extremely useful metaphorical tool not only because it has powerful representational capabilities but also because it has a rich set of topological transformations within its own domain. Two- and higher-dimensional media possess far more versatile structural operations than do one-dimensional media.” [SMITH apud

A metáfora da mesa de trabalho foi criada nos anos 1970 por Alan Kay, no *Xerox Palo Alto Research Center, PARC*, como uma comparação implícita, uma idéia abstrata, traduzida em imagem ou em palavra-chave, que descrevia a interface. A metáfora da mesa de trabalho tem sido, a partir de então, largamente usada em diversos computadores como no *Lisa* [fig.1.11] e no *Macintosh*, da *Apple Computers*, no *PC* da *IBM*, através do *Microsoft Windows*. O sistema substituiu palavras escritas por ícones na ação de comunicar cada tarefa ao computador, além de permitir que os usuários visualizem o ambiente do computador no

fig.1.11 Lisa, um dos primeiros computadores com entrada para 'mouse', Ano 1983.

²⁶ "One of the most compelling snares is the use of the term metaphor to describe a correspondence between what the users see on the screen and how they should think about what they are manipulating. My main complaint is that metaphor is a poor metaphor for what needs to be done. At PARC we coined the phrase user illusion to describe what we were thinking about when designing user Interface. There are clear connotations to stage, theatrics and magic – all of which give much stronger hints as to the direction to be followed." Kay, A., In [BARDINI, 1997, p. 7.]

qual estão trabalhando, ainda que seja por aproximação com o mundo concreto.

Esta maneira de representação tem suas limitações, mencionadas pelo próprio Kay em 1990: "Uma das armadilhas mais constrangedoras é o uso do termo metáfora para descrever a correspondência entre o que os usuários vêem na tela e como eles deveriam entender o que estão manipulando. Minha principal queixa é que a metáfora é uma metáfora pobre para o que deve ser feito. No PARC, nós cunhamos a expressão 'ilusão do usuário' para descrever o que estávamos pensando quando desenhamos a interface com o usuário. Há conotações claras de palco, teatro e mágica – todas dão sugestões muito mais fortes, como a direção a ser seguida."²⁶ Efetivamente, a metáfora da mesa de trabalho [fig.1.12, 1.13] foi desenhada para sistemas com poucas centenas de pequenos arquivos, com 5 a 10 megabytes cada um. A maneira de acessá-la estaria chegando a seu limite, porque a quantidade de arquivos por computador aumentou drasticamente e o computador, inicialmente pessoal e local, está agora freqüentemente conectado a outros computadores e usuários, em rede. A sua representação bidimensional de um ambiente de trabalho concreto é justamente o fator que limita a conectividade e a flexibilidade, já que baseia-se em um sistema associativo, como se verá adiante, no tópico Hipertexto. Em todo caso, pode-se apontar, como possível alternativa ao uso de metáforas, a construção de conceitos unificadores, incorporados a expressões mais criativas graficamente, sem estar, no entanto, presos a comparações limitantes.

Ao mesmo tempo, na área de sistemas operacionais, foram desenvolvidas técnicas envolvendo dispositivos de entrada e saída para interfaces, visando sincronizar o tempo de resposta do sistema ao tempo de resposta da interação humana, multiprocessando e suportando ambientes de janelas e animação. Estas tecnologias abriram caminho para

fig. 1.12, 1.13 A mesa de trabalho e a interface usuário-computador da mesa de trabalho.

áreas como *Interface Management Systems* e *User Interface Toolkits*. A rápida e crescente banalização do uso de computadores, pessoais ou *workstations*, demanda certamente, e cada vez mais, interfaces de melhor qualidade, resultando em uma padronização do desenho de Interfaces. Apesar de suas limitações, todos estes desenvolvimentos acabaram contribuindo para facilitar o uso do computador e permitiram a diversificação do perfil dos usuários.

1.4 Usuário, parte integrante da interface

Tradicionalmente, a pesquisa em *HCI* parte da premissa de que todo sistema é desenvolvido para um usuário pré-definido, e que o *designer* do sistema deve ter contato direto com este usuário, através de entrevistas, observações, pesquisas, e, eventualmente, de *design* participativo. Para a caracterização do usuário, as abordagens se colocam entre dois extremos, e em geral, utilizadas, separadamente ou combinadas: o *designer* trabalha com dados gerais sobre o funcionamento dos órgãos receptores humanos – olhos, ouvidos, a própria memória, etc –, e/ou ele registra o perfil de um único usuário, para quem o sistema será desenvolvido sob medida. O que faremos aqui é explicar em que consistem estas duas abordagens, descrevendo-as em um primeiro momento, para, posteriormente, lançar-lhes um olhar crítico que as insira no raciocínio desenvolvido no presente trabalho.

Usuário: características humanas e fatores psicológicos

Alan D. Goodbrand afirma que para se produzir uma interface apreciável, é preciso entender as capacidades e as limitações de ambos os lados desta comunicação. [GOODBRAND,1999] Trocando em miúdos, isto quer dizer que, para o bom funcionamento de uma interface crê-se ser preciso, antes de mais nada, que se estudem tanto as características humanas quanto as computacionais envolvidas na comunicação proposta, mas também que se analise o seu grau de usabilidade, o que incluiria a definição do perfil do usuário de cada interface projetada, e do contexto em que ela se insere.

Esta caracterização do usuário costuma ser feita de diversas maneiras. Pode-se analisar o modo como o ser humano processa a informação, pode-se estudar suas necessidades ergonômicas, e, em geral, podem também ser realizados estudos sobre o processo de comunicação, incluindo linguagem e interação, visando o usuário em geral, seja ele o engenheiro, o *designer* ou o usuário final. Essencialmente preocupada com a definição de parâmetros, a caracterização do ser humano trabalha, nesta fase, com, basicamente, os cinco sentidos, suas capacidades e limitações. Vai-se um pouco mais além disso ao usar-se estudos sobre o funcionamento do cérebro, onde localizam-se todas as funções cognitivas, expres-

so em diversos modelos, por exemplo, de como o cérebro processa informações, ou de como a memória humana se divide nas categorias de curta e de longa duração. Estes itens sobre a memória, e o fato de que o cérebro apenas consegue processar um certo número de informações ao mesmo tempo, são muito importantes para o *design* da HCI [GOODBRAND,1999].

Entendendo as necessidades do usuário

Costuma-se acreditar que, antes de começar a desenvolver um sistema de HCI, o *designer* precisa saber com clareza quem vai usar a interface, e de que forma. Diversos métodos mais ou menos trabalhosos e proporcionando uma compreensão mais ou menos completa e precisa sobre o usuário foram desenvolvidos para permitir que o *designer* cumpra esta etapa. Eles podem incluir entrevista como usuário, gravá-la em fitas de vídeo, visitas ao lugar de trabalho, análise de tarefas, participação da equipe, ajuda de um especialista de outra área, etc.. Nesta mesma ótica, conhecer a razão ou o contexto em que se insere a interface a ser construída revela-se essencial. É dizer que a interface usuário final-computador será apenas um dos componentes de um sistema maior, o qual consiste em um produto completo que só pode ser projetado se as finalidades do próprio produto estiverem claras. Linda Macaulay enumera algumas das várias técnicas que costumam ser usadas no trabalho de definição dos requisitos necessários para a construção do sistema que abriga o *design* de uma interface: “Análise estruturada e *design*”, “Análise orientada ao objeto”, “*Design* de aplicação conjunta”, “*Design* centrado no usuário”, entre outras [MACAULAY, 1995, p. 11]. Macaulay chega a formular perguntas que, segundo ela, o *designer* deve ser capaz de responder: “O que o sistema deve fazer para atender as necessidades do usuário?”, “Quem é o usuário?”, “A pessoa que está agora realizando o trabalho que o sistema pretende auxiliar será aquela que usará o sistema?”, “Este trabalho será fundamentalmente alterado pelo sistema?”²⁷

²⁷ “what should the system do in order to meet the needs of the user? Who is the user? Will the person now doing the job the system is intended to support be the one to use the system or will this job be fundamentally changed by the system?”

24 [MACAULAY, 1995, p. 11]

O momento atual revela-se extremamente propício à revisão das relações entre o ser humano e o computador, em função de novas necessidades e novos comportamentos expressos pela sociedade, mas também de novas potencialidades técnicas. A simples categorização em usuários iniciantes, intermediários e freqüentes, como é de praxe nas práticas de *design* de interfaces Usuário Final-Computador, é suficiente para impedir a livre reflexão sobre estas relações. Neste caso, o que dizer dos muitos autores que defendem que o processo de *design* deve iniciar-se pela listagem de características dos usuários, tais como idade, sexo, habilidades físicas, nível de educação, *background* étnico e cultural, motivação, objetivos e personalidade? Os efeitos do uso de tais métodos nas Ciências da Computação equívalem, em essência, aos efeitos do uso da *Pattern Language*, de Christopher Alexander, na Arquitetura.

1.5 A interface Usuário-Computador: criar o diálogo

Passo-a-passo, a literatura ensina que o processo de projeto de uma interface adequada deve ser, em linhas gerais, o seguinte [WINOGRAD, 1995].

- 1 É feita uma análise funcional que, através de técnicas de análise, define as tarefas e subtarefas a serem realizadas pelo usuário. Estas técnicas traduzem demandas e atividades do usuário em forma de tarefas a serem executadas, para, em seguida, através de mapeamentos de descrições de tarefas, relacioná-las com elementos específicos de *design*;
- 2 Reunidas as informações necessárias, a próxima etapa será a de especificar preliminarmente a interface Usuário Final-Computador, o que inclui a consideração de padrões de *HCI* e diretrizes gerais para o *design*;
- 3 Em seguida, desenvolve-se um modelo conceitual a partir do qual o *designer* cria um mundo de objetos, propriedades e ações, que existem ainda unicamente no domínio criativo. Este modelo pode ser produzido através de diversas técnicas, como a de *storyboard*, que ajuda a visualizar seqüências de eventos. Além disso, com o modelo define-se o sistema de navegação, ou seja, um método que permita movimentação através de dados estruturados. É ainda nesta etapa que se costuma determinar o ambiente do sistema de operação para a interface Usuário Final-Computador, e escolhem-se os estilos gráficos de interação.

O diálogo entre Usuário e Computador pode se fazer graças, em grande parte, aos componentes especializados que estes últimos possuem para interagir com o usuário. Vamos limitar-nos a mencionar, aqui, apenas os dispositivos gerais através dos quais o Computador é capaz de interagir com o Usuário. Alguns destes dispositivos transportam fisicamente informações entre Usuário e Computador. Outros relacionam-se com a estrutura de controle e de representação de aspectos de interação. É por isso que esta interação – ou diálogo – pode ser definida através de pontos de entrada e de saída, determinados no momento em que o mapeamento da interface é decidido pelo *designer*. Estes pontos coincidem com eventos no diálogo, nos quais certas informações devem ser recebidas por um ou mais atores, a fim de serem processadas. Para assegurar este diálogo entre o Computador e o Usuário, o engenheiro utiliza-se tanto de dispositivos de entrada e de saída, como também de dispositivos virtuais ou técnicas de diálogo, também classificadas em entrada e saída.

Linda Macaulay cita cinco classes principais de diálogos [MACAULAY, 1995, p. 51], destacando vantagens e desvantagens de cada uma, dependendo da situação na qual elas estão sendo usadas. É bom lembrar que Macaulay escreveu este texto em 1995, antes, portanto, da

consolidação e banalização do hipertexto, e do desenvolvimento de possibilidades de interação no terreno da realidade virtual, ainda pouco explorados em esse momento.

Linguagem de Comando: nela, o usuário final escreve instruções ao computador através de uma linguagem de comando definida formalmente. O problema é que o usuário precisa memorizar a linguagem antes de usar a interface;

Linguagem Natural: trata-se de uma linguagem de comando baseada na linguagem coloquial. Fácil de aprender, requer, no entanto, destreza na digitação;

Sistema de Menu: permite seleção de escolhas a partir de um menu de dispositivos alternativos. Também fácil de aprender, utiliza um menor número de teclas;

Diálogos para Preenchimento de Formulários: campos são preenchidos na tela com dados. A entrada de dados é simplificada e não requer treinamento;

Manipulação direta da Interface: através de ícones e de movimentos de um dispositivo de apontar, como, por exemplo, um *mouse*, uma representação gráfica ou icônica de dados.

A escolha da linguagem mais indicada para cada interface envolve certas decisões de design. Linda Macaulay resume os princípios do que ela considera um “bom” design, agrupados em cinco categorias: naturalidade (não ser preciso alterar a maneira de dialogar para ser entendido), consistência (um diálogo com um desenvolvimento lógico), não-redundância (não colocar informações demais para não se perder a clareza na comunicação), assistência (uma ajuda ao usuário para fazer funcionar o sistema em caso de interrupção do diálogo) e flexibilidade (quanto mais o usuário se familiariza com o sistema, mais sua performance aumenta).[MACAULAY, 1995, p. 53] De fato, estes princípios são exigidos em qualquer diálogo, quer seja entre pessoas, quer seja entre pessoas e computador.

Metodologias de *design*

Ao longo dos últimos anos, diversas metodologias foram elaboradas visando o desenvolvimento de design de interfaces. As três mais comumente utilizadas – ou, pelo menos, ensinadas – serão rapidamente descritas a seguir: a chamada metodologia do design estruturado [SOMMERVILLE, 1989], a metodologia de prototipagem [SCHNEIDERMAN, 1992], e a metodologia do design participativo [MUMFORD, 1983].

Concebida nos anos 1980, a chamada metodologia do *design* estruturado tem como primeira

etapa a estruturação ou modelagem do sistema. Os modelos de sistema gerados são, muitas vezes, representados através de diagramas de *data-flow*. Esta metodologia não considera o ponto de vista do usuário durante o processo, e por isto exige que, antes de mais nada, o designer tenha uma excelente compreensão das demandas e do contexto. É compreensível que a importância do usuário final seja minimizada, já que os anos 1980 situam-se antes do *boom* do uso do computador pessoal: o usuário era, então, principalmente o profissional ligado à área da Informática.

A metodologia de prototipagem consiste, como seu nome sugere, a trabalhar desde a fase inicial de conceituação com um modelo – chamado de protótipo – cujo objetivo é o de testar a interface Usuário Final-Computador. Amplamente aceita como uma aproximação válida, a prototipagem utiliza-se de ferramentas, como o *User Interface Management System*, que possibilita a construção de um *framework* para o protótipo, o qual consistirá, em seguida, a base do produto final. Esta metodologia permite que *designer* e usuário avaliem a interface em funcionamento, e realizem experimentações com interfaces alternativas ao mesmo tempo. Além de ser um veículo de exploração e comunicação, a prototipagem reduz também os custos de desenvolvimento do produto, e providencia uma referência comum para todos os membros da equipe de *design*, usuários e *marketing*. Seu desenvolvimento não deve ser diferente de um sistema final, devendo, portanto, incluir a avaliação e a revisão do protótipo ao longo do processo.

Já o *design* participativo foi bastante explorado, principalmente nos anos 1980, nos países escandinavos, onde predominava a preocupação de se envolver todo trabalhador em todo tipo de decisão a ser tomada no processo de trabalho. Quem utiliza esta metodologia precisa guiar-se por algumas diretrizes específicas, como a questão da maneira de participar, do tempo e do tamanho do grupo a participar no *design*. Como esta metodologia pede uma participação maior dos atores envolvidos no processo de desenvolvimento, resulta forçosamente em um processo demorado, como mostra a experiência. Por outro lado, a necessidade de validar-se através de decisões consensuais pode acabar levando a uma perda de qualidade.

O processo de *design*: testando a usabilidade

Já foi dito e repetido que é essencial conhecer bem o usuário antes de iniciar o desenvolvimento de um sistema. No entanto, é igualmente importante que o designer mantenha com ele uma relação estreita ao longo de todo o processo de *design*. Quing Wang fala em medição empírica, que significa simplesmente observação e medições do comportamento, uma avaliação cuidadosa de *feedback*, soluções para problemas existentes, uma motivação constante de modificar o *design*. Há, na verdade, uma infinidade de outros

métodos, mais ou menos indicados para situações específicas, que vão de roteiros impressos ou em vídeo, manuais para usuários iniciantes, à utilização de modelos, *mock-ups* ou simulações, no quesito das prototipagens e demonstrações. Outras vezes, pede-se que o usuário utilize o sistema comentando em voz alta suas dúvidas e críticas, ou ainda prefere-se filmá-lo em sua primeira vez às voltas com a interface. Já durante o processo de desenvolvimento, as modificações necessárias ou recomendadas seriam efetuadas a partir dos resultados de testes de comportamento de funções, de interface com o usuário, de sistemas de ajuda, de documentações, e de aproximações de treinamento. O processo de implementação, de testes e de *feedback*, de avaliação e de alterações deve ser repetido ao longo do processo, no sentido óbvio de melhorar a interatividade do sistema.

O ciclo de desenvolvimento de uma interface se completa com a sua avaliação, o que deve acontecer continuamente, durante todo o processo de *design* e de implementação. Tradicionalmente vistos como itens separados, o sistema interativo, descrito acima, requer uma avaliação em cada etapa de *design* e implementação de forma contínua através de um método de verificação. Um bom processo de avaliação pode evitar erros maiores nestas fases. Existem diversos métodos de verificação de usabilidade²⁸ que permitem guiar o *designer* e o avaliador até que um resultado satisfatório seja obtido.

²⁸ Avaliação heurística com diretrizes de usabilidade, **Cognitive walkthroughs**, Teste de usabilidade, Engenharia de Usabilidade, Experimentos controlados. Internet: <http://sem.ucalgary.ca/courses/seng/693/W98/qianw/seng693.htm>.

1.5.1 Conectividade na interface

O surgimento de tecnologias de integração de diversas mídias, e de sua distribuição, permitindo uma verdadeira conectividade, permitiram repensar o *design* de Interfaces. O *design* da interface usuário final-computador e a sua capacidade de suportar interatividade são, atualmente, temas centrais no desenvolvimento de computadores. Tem-se observado uma mudança na concepção das Interfaces entre usuário final/computador, que alteraria a relação entre os usuários das atuais tecnologias de comunicação e seus designers. O espaço da tela tem sido cada vez mais reconhecido como um espaço de diálogo entre o *designer* e o usuário, mas também entre o *designer* e o conceptor das ferramentas computacionais.

Esta nova forma de concepção reconhece, como nota Brenda Laurel, a presença virtual do *designer*, e situa o espaço da tela como um espaço de diálogo entre as diversas entidades na forma de um compromisso mútuo [LAUREL, 1990, p. 13]. A interface é vista como uma **“superfície de contato que reflete as propriedades físicas dos interatores, as funções a serem desempenhadas, e o equilíbrio de poder e controle.”**²⁹ A definição de Brenda Laurel vai além do aspecto técnico, permitindo incluir aspectos cognitivos e emocionais da experiência do usuário. Para ela, a interface seria o lugar onde ocorre o contato entre duas entidades

²⁹ “‘contact surface’ that reflects the physical properties of the interactors, the functions to be performed, and the

[LAUREL, 1990, p. 13]. Em seu livro *Computers as Theatre*, Laurel introduz diversos conceitos relacionados à teoria do drama, baseando-se no texto poético-filosófico de Aristóteles, *Poetics* [ARISTOTLE, 1954]. Deste uso de conceitos do universo cênico na definição de critérios para o desenho de Interfaces resulta a famosa frase “Pense no computador, não como uma ferramenta, mas como um meio.” [LAUREL, 1991, p. 126], sublinhando a necessidade de pensar o design de objetos, ambientes e caracteres através da ação.

balance of power and control.” [LAUREL, 1990, p. 13]

1.6 Não-Linearidade – pano de fundo conceitual para a construção de interfaces

Virtualidade e uso de conceitos são dois aspectos muito discutidos dentro das atuais tecnologias de interfaces. Para visualizar esta tendência, tomaremos o hipertexto [fig. 1.14], um dos objetos centrais das pesquisas sobre interfaces, já que, historicamente, constituiu um primeiro passo em direção a um distanciamento da cultura linear impressa. Na origem do hipertexto temos duas concepções principais e opostas: a associativa e a conectiva representadas pelos trabalhos de pesquisa de, respectivamente, Douglas Engelbart e Ted Nelson.³⁰

A atualização da definição de hipertexto é ligada a um processo histórico definido ao longo de negociações entre pesquisadores da área. O termo, criado em 1962 por Ted Nelson, engloba a idéia de hiper-espço. Extraído principalmente do vocabulário filosófico-matemático³¹, *hiper* significa ampliado, generalizado. Para Nelson, o hipertexto é uma ferramenta necessária a seu trabalho de escritor. “Ele permite”, diz Nelson, “visualizar na tela versões alternativas em janelas paralelas, e marcar lado a lado suas diferenças. Não através de uma leitura detalhada mas pela análise da estrutura dos dados. O sistema que eu comecei a desenhar

³⁰ Multimedia Pioneers – N 1.0, <http://www.coe.ufl.edu/Courses/EdTech/Vault/Pioneers/mpn1/multimedia%20N1.html>

³¹ NELSON, entrevista, <http://www.coe.ufl.edu/Courses/EdTech/Vault/Pioneers/mpn1/multimedia%20N1.html>

fig.1.14 estrutura de hipertexto composto por objetos e conexões.

³³ “I just almost remember the events, about 1960 or 1961, I was starting looking at this kind of an augmentation system and saying if I really think that there’s gonna be drastic qualitative change throughout that, then we can’t start a research program which tries to cover everything, (...) And I started ticking my mind in realizing we do have a totally different medium and that we know that your concepts and your mind don’t seem to be just linearly thinkous {sic} core through which you jump, and that you can jump and look at different abstract levels...we’ve got this extremely flexible way in which computers can represent modules of symbols and can tie them together with any structuring relationship we can conceive of.”

ENGELBART, personal interview, 12/15/92 In <http://www.coe.ufl.edu/Courses/EdTech/Vault/Pioneers/mpn1/multimedia%20N1.html>.

nos anos 1960 permite, teria permitido, permitirá que você veja as conexões entre o conteúdo de diferentes janelas, como fitas adesivas entre as janelas”.³² Mais do que ferramenta fundamental para a criatividade individual, conforme queria Nelson, Engelbart, do *Stanford Research Institute*, destacava o hipertexto como necessário a um sistema para melhorar a comunicação entre usuários. Na mesma época em que Nelson definiu hipertexto, Engelbart começou a implementar seu *framework for Augmentation of Human Intellect*, no *Stanford Research Institute*. Este *framework* não mencionava diretamente hipertexto, mas era claramente baseado no conceito.

“Eu me lembro vagamente dos eventos, por volta de 1960 ou 1961, eu estava começando a prestar atenção nesta espécie de sistema de aumento, dizendo se eu acho mesmo que vai haver mudanças qualitativas drásticas ao longo dele, então não podemos iniciar um programa de pesquisa que tente cobrir tudo, (...) E comecei a pensar, percebendo que nós realmente temos um meio completamente diferente e que nós sabemos que os seus conceitos e o seu pensamento não parecem ser um núcleo pensante linearmente, através do qual você pula, e você pode pular e olhar em diferentes níveis abstratos... Nós temos este jeito extremamente flexível no qual os computadores podem representar módulos de símbolos amarrando-os entre si com qualquer relação estruturadora que possamos conceber.”³³

Enquanto para Nelson o hipertexto constitui uma ferramenta individual de criatividade, para Engelbart, é a capacidade necessária de um sistema, projetada para melhorar a comunicação. São, em princípio, duas concepções opostas de design e de exploração pelo usuário. O que elas têm em comum, é que todos os sistemas de hipertexto possibilitam o acesso não-linear à informação, ainda que se baseiem em diferentes definições. Esta não-linearidade sempre foi comum aos próprios processos criativos, na mente humana, sem que, contudo, resultassem em produtos que refletissem esta característica: o livro, o quadro, o texto, sempre foram linear, até o advento do hipertexto. Existiam estes dois pontos de vista na origem do hipertexto, um representado por Nelson e seu projeto Xanadu, facilitando criatividade literária individual, e o outro, representado por Engelbart e o sistema NLS, consistindo em um suporte criado para colaborações em grupo.

A partir destas duas concepções, podemos agrupar alguns exemplos de hipertexto, extraídos da imprensa popular e da literatura de publicidade e marketing, e ainda de revistas técnicas e de pesquisas de sistemas de hipertextos assistidos por computador. De acordo com a primeira categoria, o hipertexto associa mais do que indexa as informações. Seria um formato não-seqüencial de representação de idéias, abolindo os tradicionais representação e processamento lineares das informações. No não-linear e dinâmico hipertexto, o conteúdo não se encontra fixado a uma estrutura e uma organiza-

ção rígidas. Na segunda categoria, a hipermídia seria um estilo de sistemas para representação de informações e organização em torno de uma rede de nós conectados através de links. O hipertexto pode, segundo esta ótica, ser visto como uma forma de documento eletrônico, uma abordagem do gerenciamento de informações na qual os dados são estocados em uma rede de nós e de *links*, visualizado em *browsers* interativos e manipulado através de editores de estrutura.

1.6.1 As origens da tecnologia de hipertexto

Para se entender a origem da tecnologia do hipertexto, é preciso referenciar-se às idéias de Benjamin Lee Wholf sobre conexão, e de Vannevar Bush³⁴ [fig.1.15] sobre associação, cujo artigo “as we may think”³⁵, de 1945, é considerado a origem conceitual da tecnologia: “A mente humana”, diz Bush, “opera através de associações. Com um item em suas garras, salta instantaneamente para o próximo, sugerido pela associação de idéias, de acordo com alguma teia intrincada de trilhas percorridas pelas células do cérebro.”³⁶. Engelbart e Nelson estavam também familiarizados com o trabalho de Benjamin Lee Wholf³⁷, que introduziu o conceito de conectibilidade de idéias como algo diferente da associação de idéias. “A conexão é importante de um ponto de vista lingüístico porque está ligada à comunicação de idéias”, afirma Wholf. “Um dos critérios necessários a uma conexão é que ela seja inteligível para os outros, e portanto a individualidade do assunto não pode ampliar-se da maneira como o faz quando de uma associação livre, enquanto uma parte maior correspondente é acionada pelo conjunto de concepções comuns a todos.”³⁸ Estas duas concepções – associação e conectividade –, opõem-se ao descrever um sistema de hipertexto. Como disse Bardini, “o grau de liberdade de possíveis associações permitidas no sistema, indo de associações individuais livres até conexões controladas, descreve o nível de controle desejado pelo *designer* do sistema, com o qual o usuário deve estar de acordo.”³⁹

³⁴ Multimedia Pioneers - N1.0 op.cit.

³⁵ BUSH, V., **As we may think**, em Multimedia Pioneers - N1.0, <http://www.coe.ufl.edu/Courses/EdTech/Vault/Pioneers/mpn1/multimedia%20N1.html>.

³⁶ “The human mind...operates by association. With one item in its grasp, it snaps instantly to the next that is suggested by the association of thoughts, in accordance with some intricate web of trails carried by the cells of the brain.” idem, ibidem;

³⁷ ENGELBART, entrevista pessoal, 15.12.92; NELSON, entrevista pessoal, 17.3.93 em op.cit..

³⁸ “Connection” is important from a linguistic standpoint because it is bound up with the communication of ideas. One of the necessary criteria of a connection is that

fig.1.15 Computador Memex, projetado por Bush.

it be intelligible to others, and therefore the individuality of the subject cannot enter to the extent that it does in free association, while a correspondingly greater part is played by the stock of conceptions common to people.” [WHORF, 1927]

³⁹ “the degree of freedom of the possible associations permitted in the system, ranging from free individual association to controlled connection, describes the level of rule envisioned by the designer of the system and to which the user must comply.” [BARDINI, 1997, p. 5.]

⁴⁰ «these two visions coalesce: each writer’s database is absorbed into the universal network, until all writers occupy a single vast space in which a previous literature has been recorded. [...] the computer makes all public writing available to each reader, at the same time permitting the individual to externalize all of his or her own writing.» [BOLTER, 1991, p. 102]

⁴¹ “no human being

Neste ponto, Whorf foi ultrapassado pelo desenvolvimento da área: associação e conectividade não precisam mais ser vistas, forçosamente, como idéias opostas, mas como noções que se complementam. É o que diz Jay David Bolter: “Estas duas visões aglutinam-se: a base de dados de cada escritor é absorvida em uma rede universal, até que todos os escritores ocupem um único e vasto espaço no qual todas as literaturas precedentes tem sido gravadas. (...) O computador torna disponível a cada leitor todos os escritos públicos, permitindo ao mesmo tempo que os indivíduos exteriorizem os seus próprios escritos.”⁴⁰

O denominador comum de todos os sistemas de hipertexto é o fato de possibilitar acesso à informação não-linear. Esta não-linearidade vem do processo de pensamento criativo. A diferença entre as duas concepções – associativo e conectivo – é a forma como cada uma é organizada. Engelbart acha difícil armazenar um número muito grande de conceitos ao mesmo tempo na mente humana, e propõe que esta estocagem se faça em um meio externo ao indivíduo, “preferivelmente um meio que pode oferecer-lhe padrões espaciais a serem associados à ordenação, isto é, uma lista ordenada de linhas de ação. A partir de um certo número e de uma certa complexidade de inter-relações, ele não pode depender apenas da ajuda de um padrão espacial, e passa a procurar outras associações e ligações mais abstratas.”⁴¹

1. 7 Interface como meio

“Interface, of the resonant interval as ‘where the action is’ in all structures, whether chemical, psychic, or social, involves touching.” [MCLUHAN, 1995, p. 122]

À medida em que o computador se afirma como um meio de comunicação [fig. 1.16], através de técnicas usadas na criação de hipertexto, a participação dos diversos interlocutores -

fig 1.16
Interação informal
com o computador
durante uma expo-
sição, Berlim 2001.

designers, usuários e engenheiros -, no processo de criação das interfaces, vê-se frontalmente questionado pelo aumento da participação do usuário. Aliás, o próprio hábito de se categorizar os usuários e, apenas a partir daí, definir o design da interface, perde o sentido em um processo no qual o perfil do usuário é tão vasto e diverso que nenhuma classificação seria capaz de abrangê-lo por completo. A própria visão de Alan Kay, que considera a interface como um meio [MCLUHAN,1967] e não como uma ferramenta em si, alarga a concepção de que a interface pode incluir várias metáforas e ferramentas, mas também pode representar agentes e mundos. Esta noção de meio torna central a questão de acesso e de convivência. Kay chama a atenção para a natureza proteana do computador, que lhe permitiria agir tanto como uma máquina quanto como uma linguagem. Nos dizeres de Kay, o computador é “um meio que pode dinamicamente simular os detalhes de qualquer outro meio, inclusive mídias que não existem fisicamente. Não é uma ferramenta, ainda que possa trabalhar como várias ferramentas. É o primeiro metameio, e como tal, possui graus de liberdade para representação e para expressão jamais vistos e ainda pouquíssimo investigados.”⁴²

can hold very many concepts in his head at one time. If he is dealing with more than a few, he must have some way to store and order these in some external medium, preferably a medium that can provide him with spatial patterns to associate with the ordering, e.g., an ordered list of possible courses of action. Beyond a certain number and complexity of interrelationships, he cannot depend upon spatial-pattern help alone and seeks other more abstract associations and linkages.”
[ENGELBART, 1961, p.122]

⁴² “The protean nature of the computer is such that it can act like a machine or like a language to be shaped and exploited. It is a meio that can dynamically simulate the details of any other medium, including media that cannot exist physically. It is not a tool, although it can act like many tools. It is the first metamedium, and as such it has degrees of freedom for representation and for expression never before encountered and as yet barely

Muitas vezes, os *software* são vistos como artefatos em si, distraíndo-nos da função que eles devem exercer. Um bom exemplo de como a interface entre ferramenta e usuário torna-se invisível é o do martelo. Ninguém tenta persuadir um martelo a pregar um prego, mas usa-se o martelo para pregar o prego. Outro exemplo são os óculos, através dos quais espera-se enxergar o mundo, sem que se queira, no entanto, enxergar os próprios óculos. Metáforas baseadas em ferramentas acabam nos obrigando a aprender linguagens complicadas através das quais somos forçados a comunicarmo-nos com as ferramentas em lugar de, simplesmente, executar a tarefa proposta. Se a metáfora das ferramentas limita a criação de interfaces, revelando-se um meio que dificulta a interação direta, que

fig. 1.17, 1.18
Atravessando Interfaces voando,
The Matrix.

investigated." KAY, A. [LAUREL, 1991, p. 32.]

metáforas ou conceitos deveríamos usar? Quais não foram ainda usados? É muito possível que a interface seja, em si, a barreira que precisamos tornar invisível, como o martelo no momento de pregar o prego. O interessante filme *The Matrix* [fig. 1.17,1.18] mostrou a invisibilidade ou até a não-existência da interface, através da figura fantasmagórica mas instigante do *software* agindo diretamente sobre o cérebro e o sistema nervoso central de seres humanos. A noção do computador se tornando invisível teria duas propriedades positivas mais importantes. Uma de permitir de partir do desenho da experiência de interação a partir da perspectiva humana e não da tecnologia. A outra, que sistemas de realidade mesclada bem sucedidos, que usam essa heurística, são capazes de criar experiências poderosas em qual objetos físicos parecem viver e interagir entre eles. Ao mesmo tempo existe um certo perigo dentro dessa idéia de computador invisível: fora da vista, fora de pensamento, e se pessoas não podem mais ver a tecnologia que esta atrás da experiência, em fato pode se tornar mais difícil entender e questionar essa tecnologia. Para Laurel [LAUREL, 1990], é impossível construir uma interface de melhor desempenho se ela se baseia em uma metáfora incompleta. Sua proposta é a de que o computador seja um meio de criar portais, que incluem percepção, cognitividade e emocionalidade.

1.8 Modelos de interface

When technology extends one of our senses, a new translation of culture occurs as swiftly as the new technology is interiorized.[MCLUHAN,1995, p. 135]

As questões de *design* e da representação de associações e conexões são fundamentais no *design* da interface com o usuário. Uma das maneiras de conceber interfaces é através da criação de ilusões: a correspondência entre o que o usuário vê na tela e o que ele

34

Fig. 1.19 pre-cognitive-science view of the Interface, B. Laurel, 1991.

Fig. 1.20 mental-models view of the Interface, B. Laurel, 1991.

acredita estar manipulando (em outras palavras, o que o usuário visualiza e o modelo interno de ação do computador) é, efetivamente, mais próxima de uma ilusão. Desenhar a interface junto com o usuário seria desenhar esta ilusão. Nota Bardini que **“na concepção de ilusão da interface do usuário, a busca feita por ele da interação verdadeira é direcionada, (como no teatro) pelo designer da interface.”**⁴³

⁴³ “In the illusion conception of the user Interface, the user’s quest for the truth of the interaction is directed (as in the theater) by the designer of the Interface.” [BARDINI, 1997, p. 8.]

Em seu livro *Computer as Theater*, Brenda Laurel conta a tentativa de definir, durante um seminário, a interface usuário final-computador. O modelo inicial, analisado pelos participantes, foi rapidamente descartado porque parecia ultrapassado. De acordo com Laurel, a interface, situada entre o usuário e o computador, **“engloba o que aparece na tela, dispositivos de entrada e de saída de hardware, e outros drivers.”**⁴⁴ A autora chama este modelo de Visão da Ciência Pré-cognitiva da interface [fig.1.19]. De fato, Laurel acredita que o bom funcionamento da interface depende do conhecimento que o usuário possua acerca das potencialidades técnicas do computador. Em contrapartida, espera que o computador incorpore informações sobre objetivos e comportamentos do usuário. **“Estes dois fenômenos – o ‘modelo mental’ que uma pessoa tem do computador e o ‘entendimento’ que o computador tem da pessoa – constituem tanto parte da Interface quanto suas manifestações físicas e sensoriais”**, afirma.[LAUREL, 1991,pp. 12-13] No mesmo seminário, mais um modelo foi proposto. Chamado *Mental-Models View of the Interface* [fig.1.20], trazia outros problemas fundamentais, uma vez que situava no centro da discussão o significado da realização e representação: usuário e computador tem permissão para pensar de maneira autônoma.

⁴⁴ «encompasses what appears on the screen, hardware input/output devices and their drivers.» [LAUREL, 1991,pp. 12-13]

A partir do aumento do grau de complexidade do modelo e suas repercussões que, diga-se, beiram um pesadelo, já que as duas partes pensam, concebeu-se um modelo mais gerenciável, chamado *Simple Model of the Interface* [fig.1.21], onde a interface liga usuário

Fig. 1.21 simple model of the Interface, B. Laurel, 1991.

e computador conforme as necessidades de cada um. Para Laurel, a interface seria o espaço de representação onde *designer* e usuário final se encontram. Seu projeto de introduzir e implementar uma teoria dramática de interação usuário final/computador propõe capacitá-los para agir e comunicar dentro da interface.

1.8.1 Concepção de interface

A principal pergunta que a concepção de interface se faz atualmente é como capacitar o usuário e o *designer* de interface a agirem no campo da representação. Neste caso, a representação torna-se parte integrante da interface. Tecnologias como, por exemplo, as de XML e SMIL, ou de realidade virtual, que permitem a construção e a imersão em mundos tridimensionais, ou ainda protocolos, como o MPEG 4, reforçam a idéia de leitura não-linear ao separarem conteúdo e contexto de apresentação. Aqui, como queria Laurel, a interface é, efetivamente, o lugar onde usuário e *designer* se encontram e são capacitados a agir e a comunicar graças a estas tecnologias. Sem dúvida, a questão central da área de *design* da interface com o usuário é, hoje, a que aborda o tema da ação. Em geral, o usuário deseja maximizar o uso que pode fazer do computador, incentivado por uma capacidade cada vez maior de resposta da máquina.

As atuais tecnologias que separam conteúdo e contexto podem ser operativas à distância, possibilitando um grau de interatividade no qual diversos atores, trabalhando com interfaces similares, conseguem dialogar. Através do modelo de Visão da Ciência Pré-cognitiva da interface descrito por Laurel, onde o usuário é inscrito no sistema pelo *designer*, a tendência que se anuncia é a de que o usuário final venha a ser capacitado, se esta for a sua vontade, a, inclusive, “desinscrever” o *designer*. Se a idéia é técnica-

Fig. 1.22 Tapete multimídia "Do-down".

mente sedutora, ela apresenta, também, desvantagens evidentes. Desinscrever o *designer* significaria eliminar do processo de criação, precisamente, o único ator que, com seus conhecimentos interdisciplinares, é capaz de ampliar as potencialidades da interface. O resultado seria, certamente, empobrecedor.

No modelo de Visão da Ciência Pré-cognitiva da interface, o usuário é condenado a um papel passivo, mesmo se o sistema promete interatividade. Convidado a usar um sistema sustentado pelas novas tecnologias, o usuário final capacita-se a redesenhar este sistema. Ao separar o conteúdo do contexto, permitindo-se a interferência tanto do usuário final quanto do *designer* em qualquer parte do fluxo de informações, está-se diante de uma evolução – de resto, já imaginada –, do conceito de não-linearidade implícito na definição de hipertexto, seja ela qual for, já que, neste caso, a fragmentação da representação de informação é ainda maior. O papel do *designer* é, claramente, hoje, o de promover a comunicação com o usuário final, concedendo aos dois atores possibilidade de ação, seja nas novas tecnologias mencionadas, seja nas atualmente disponíveis. De um lado, o hipertexto modifica a relação entre autor e leitor, podendo chegar, como vimos, a anular as diferenças entre eles; de outro, a implementação de interfaces de hipermedia no *design* de ambientes virtuais tende a criar uma conexão verdadeira entre usuários finais e criadores destes espaços, tornando possível uma verdadeira interatividade.

Parte 1- Capítulo1

Realidade virtual como meio de comunicação

" - Let's pretend the glass has got all soft gauze, so that we can get through. Why, it's turning into a sort of mist now, I declare! It'll be easy enough to get through - She was up on the chimney-piece while she said this, though she had hardly knew how she had got there. And certainly the glass was beginning to melt away, just like a bright silvery mist. In another moment Alice was through the glass, and had jumped lightly down into the looking-glass room. The very first thing she did was to look whether there was a fire in the fireplace, and she was quite pleased to find that there was a real one, blazing away as brightly as the one she had left behind." [CARROL, 1865]

fig.2.2 Um sistema de comunicação pode ser definido por um funcionamento combinado de uma interface dominante, canais de transmissão e infraestrutura organizacional.

À disposição para a criação destes espaços virtuais estão várias ferramentas, muitas delas agrupadas dentro do âmbito da computação gráfica, multimídia e hipermídia. Mais recentemente, a realidade virtual⁴⁵ tem se mostrado um elemento importante no desenvolvimento da área de *design* de interfaces, afirmando-se com um meio de comunicação tão ou mais poderoso que o telefone e a televisão, como prevê Frank Biocca. As possibilidades que o meio deixa supor permitem imaginar sistemas inovadores que ultrapassam de longe os atuais sistemas baseados, como se viu, na metáfora de mesa de trabalho. “[...] recursos de comunicação radicalmente diferentes vem sendo desenhados para um sistema de comunicação emergente, e interfaces de realidade virtual são um exemplo destes novos recursos”, lembra Biocca.⁴⁶

Por relacionarem-se com a questão da comunicação, esses recursos acabam interessando diversas áreas. Poderiam ser agrupados em três diferentes linhas de pesquisa:

- desenvolvimento de ambientes virtuais e mecanismos de suporte;
- desenvolvimento de novas aplicações;
- novos conceitos e teorias.

A realização desse sistema emergente de comunicação se viabiliza através de diversos componentes, como o *design* de interfaces entre diferentes meios de comunicação, a criação de novos canais sensoriais envolvidos no processo de circulação da informação, e a mediação da comunicação tanto entre pessoas, como entre pessoas e máquinas. O sistema de comunicação é definido através das funções combinadas de uma interface dominante, canais de transmissão e uma infra-estrutura organizacional [fig.2.2]. Cada componente é, na verdade, um sub-sistema com dinâmica e atores próprios.⁴⁷ Para entrar em mundos virtuais, a tecnologia da Realidade Virtual liga as funções do computador às capacidades humanas. Os elementos para o *design* de mundos virtuais são a plataforma, os dispositivos interativos, as ferramentas de *software* e, em posição central, o usuário.

Experiências com realidade virtual parecem dominadas por seu conteúdo arquitetural e são, essencialmente, presenças acorporais. As seguintes perguntas podem, por exemplo, ser colocadas: Como, nestes casos, o *designer* utilizaria este meio de comunicação? Esta produção de espaços, simultaneamente ocupados e transformáveis, poderia revelar uma nova espacialidade? A forma de transmissão de espacialidade seria uma nova forma de intercâmbio de informações, particular ao nosso tempo?

⁴⁵ “Aparência é Realidade”. E o que é a Realidade, em suas diversas formas contemporaneamente aceitas, digamos assim? Tendemos a opor uma chamada Realidade Virtual à nossa Realidade Concreta, considerando “Virtual” a ausência do existente, e “Concreto” o que possui forma de uma presença tangível. Um ponto de vista forçosamente limitante. A palavra *virtual* deriva-se do latim medieval *virtus*, que significa vigor e poder. “Na filosofia escolástica, o virtual é aquilo que tem potencial, mais do que existência concreta (...), [caminhando] em direção da concretização. (grifo nosso)[LEVY,1998] Segundo Lévy, o Virtual deve ser visto em relação ao seu potencial e não referenciado ao Concreto, por que tanto um quanto outro são realidades. A partir desta definição, o Virtual pode ser visto como uma complexidade, tendência ou força que acompanha a situação, o evento, o objeto ou a entidade, e que invoca o processo de concretização.

⁴⁶ “[...] radically different communication capabilities are being designed for an emerging communication system and VR Interfaces are an example of these new capabilities.” [BIOCCA, 1994, p. 29]

⁴⁷ Marshall McLuhan chama de canais sensorimotores todas as mídias, que ele considera como extensões dos sentidos. Segundo ele, a interface primordial de comunicação é o corpo, e o mundo físico, o seu conteúdo. [MCLUHAN, 1967]

2. 1. Origens dos sistemas virtuais: aspectos históricos

Vista pelo prisma do conceito de presença, a história da realidade virtual deixa de constituir uma simples descrição dos sucessivos desenvolvimentos tecnológicos, como é usual, para construir-se em torno da questão da comunicação a partir da criação de comunidades virtuais. É razoável, já que a existência de tais comunidades se verifica muito antes do desenvolvimento de tecnologias de realidade virtual, como as que conhecemos hoje. Por comunidades virtuais entenderemos aqui aqueles espaços intermediários que reuniam opiniões ou práticas em comum a pessoas separadas fisicamente. Sandy Stone, diretora do Laboratório de Tecnologias de Comunicação Avançadas, da Universidade do Texas, divide a história desta cultura virtual em quatro épocas principais. A primeira começa na metade do século XVII, quando as chamadas ‘comunidades virtuais’ desenvolvem-se em torno de textos. A segunda, inicia-se no século XIX, estendendo-se à primeira metade do século XX, e é marcada pela invenção do telégrafo, do rádio e, finalmente, da televisão. A terceira época, mais curta devido à aceleração de transformações na área, vai de 1960, quando são introduzidas tecnologias da informação, a meados da década de 1980. É somente a partir de 1984, portanto na quarta época proposta por Stone, que se falará em realidade e ambiente virtuais.[Stone,1996]

época 1 - textos

Em 1669, o filósofo inglês Robert Boyle elaborou um sistema de produção de textos, a partir do qual evidenciavam-se as relações sociais que permeiam qualquer comunidade filosófica. Boyle, que também ficou conhecido como o pai da forma de dissertação acadêmica, em vigor até hoje, criou um método que Stone chama de “acordo forçado”[Stone,1996], que era, em última instância, um acordo virtual. Na verdade, Boyle

fig.2.3 Imagens panorâmicas, exemplo: Sala delle Prospettive. Baldassare Peruzzi, 1516, Detalha da entrada pintada. Rom, Villa Farnesina.

fig.2.4 Sala delle Prospettive. Muro de entrada. Baldassare Peruzzi, 1516. Rom, Villa Farnesina.

estabeleceu diversos parâmetros e critérios para a produção de textos que relatassem experimentos científicos, de forma que, ao reconhecerem no texto estes elementos e formalismos, cientistas que não estivessem fisicamente presentes no momento do experimento se sentissem seguros em dar-lhe seu aval, legitimando-o. Se é verdade, no entanto, que a verdadeira intenção de Boyle era que seus próprios experimentos fossem validados pelas comunidades que ele formava, pode-se concluir que este rigor formal acabava sendo um instrumento tanto para produzir comunidades em torno de assuntos específicos – o que pode ser muito positivo –, quanto para, a partir daí, controlá-las.

época 2 - comunicação eletrônica e *medias* de diversão

Iniciada com a invenção do telégrafo por Marconi, em 1884, e a criação de sociedades musicais, a época das óperas e da música clássica romântica ver-se-á incrivelmente potencializada com a invenção do fonógrafo e do rádio. O exemplo supremo ainda são os famosos *Fireside Chats*, em que o presidente norte-americano Franklin Delano Roosevelt comunicava-se com a população através de seu programa de rádio. Milhões de pessoas podiam estar “presentes” no mesmo espaço - a sala de estar de Roosevelt - ao mesmo tempo. O rádio, enquanto meio de comunicação unidirecional, permitia pensar a presença corporal de uma forma diferente. O corpo do ouvinte estava em sua casa, mas seu *ego* encontrava-se em um espaço imaginário, com outras pessoas, junto ao presidente. O ouvinte identificava-se com a experiência virtual, integrando-a à sua vida. Também a televisão e o cinema desenvolveram um poder parecido, ao estimularem a formação de comunidades de simpatizantes de certos programas, como *Star Trek*, que chegou a induzir seus membros ao uso de *badges* e vestimentas com o objetivo de torná-los facilmente identificáveis.

fig.2.5 Construção de Panorama por Robert Barkers Rotunde no Leicester Square, Corte.

fig.2.6 Fixação de uma tela de panorama.

fig.2.7 Dentro do panorama : Crucificação do Cristo, Vista a partir da plataforma do observador. De Gebhard Fugel, Altötting, 1903.

fig.2.8 Stereopticon. Charles A. Chase, 1896.

época 3 - tecnologia da Informação

A partir do final da década de 1950, quando os primeiros sistemas de visualização gráfica de informações numéricas são desenvolvidos, o que se verá é uma crescente e acelerada priorização da pesquisa sobre os meios e sistemas de comunicação – os dispositivos tecnológicos –, marcando esta época como o início de um processo francamente tecnologizante da telepresença que dura até hoje. Um destes sistemas, o *Bulletin Board Systems*, ou BBS, é criado para receber e enviar mensagens, e será utilizado, basicamente, por radioamadores e para experimentações eletrônicas. O BBS não precisava de computadores para funcionar, o que facilitou a formação, a partir dele, de comunidades eletrônicas, como a *ComuniTree*, de 1978. Faca de dois gumes, como já nos tempos de Boyle, é certo que a invenção deu origem, por um lado, a novas comunidades virtuais, mas desta vez fugiu do controle de seus criadores e do governo. Desenvolvida por John James um ano após a introdução do Apple II, a *CommuniTree* materializava os pressupostos instrumentais necessários a participantes que queriam encontrar-se em um espaço virtual. A comunidade daí resultante organizava-se em torno de uma concepção místico-intelectual, mas também da glorificação da tecnologia.

Em 1982, a *Apple Computers* faz um acordo com o poder público: em lugar de pagar impostos, a empresa vai fornecer computadores para a rede de escolas públicas, alguns deles equipados com *modem*. O resultado é que, em pouco tempo, a *ComuniTree* vê-se invadida por adolescentes que enchem as máquinas com material pornográfico. Sem a possibilidade de apagar dados de maneira seletiva, o sistema estará rapidamente saturado, entrando em colapso. É interessante notar que a *ComuniTree*, que justamente buscava ser a possibilidade instrumental de encontros para discussões místico-intelectuais, acabaria sendo a vítima fatal

fig.2.9 Futurama na exposição mundial em Nova York, 1939.

da absoluta liberdade de expressão que era sua base, simplesmente por não considerar a hipótese de possíveis abusos desta liberdade, já que utilizava-se de um sistema que não previa nenhum mecanismo de controle. Alguns destes jovens desenvolverão posteriormente sistemas capazes de processar uma quantidade bem maior de mensagens, dos quais, no entanto, questões ideológicas estarão cada vez mais ausentes.

Concomitantemente ao desenvolvimento deste sistema de encontro em um mundo virtual, seriam concebidos elementos mais gráficos, úteis para a simulação. Um destes, o SIMNET, criado nos anos 1980 para uso militar, deveria servir como *backup* para manobras do exército americano, que neste momento temia, justificadamente, restrições a seus exercícios militares na Alemanha. Ganhadora de uma concorrência, a Universidade da Flórida desenvolve uma simulação de um ambiente virtual para duzentos tanques: como cada simulador é concebido para quatro pessoas, o ambiente virtual resultante pode abrigar um total de oitocentas pessoas. O espaço ainda é bidimensional, com oito unidades visuais que podem ser vistas através das aberturas do tanque. A resolução era baixa, permitindo a visão e a audição do lugar, dos outros tanques – em um máximo de duzentos –, e de aviões. Mesmo não sendo de boa qualidade, a simulação é considerada eficaz porque o usuário consegue atravessar o *gap* da imaginação. Outro bom exemplo de mundo construído é o Habitat de *Chip Morningstar* e *Randall Farmer*, concebido como um sistema descentralizado e conectável, um projeto *on-line* que se propunha a realizar uma experiência social. A tecnologia que permitia o acesso aos usuários deveria ser simples, desenvolvida por um computador Commodore 64, por causa do seu baixo preço – US\$ 64,00. Tudo começou com um painel. Cada inscrito recebeu uma janela da vida social deste chamado espaço social. Cada pessoa era representada por uma personagem de história-em-quadrinhos. Se quisesse falar, bastava escrever sua mensagem, que apareceria em um balão, acima de sua personagem, e que todos os presentes no espaço virtual poderiam ler.

Desta época 3, aprendemos a separar nosso corpo físico do Eu interativo, envolvido em uma comunicação bidirecional. Esta é a grande diferença com relação à época 2, na qual as experiências com realidade virtual se limitavam à uni-direcionalidade. Esta capacidade de separação passa da metáfora da leitura a um espaço contextual, consensual, alucinatório, interativo e tangível - através de uma produção de códigos do microprocessador. O *software* de simulação usa agentes que transformam informações em simulações do entorno.

época 4 - realidade virtual e cyberspace [a partir de 1984]

A partir de 1984, as idéias visionárias do livro “Neuromancer”, de William Gibson, vão reforçar este desenvolvimento e criar uma nova comunidade à procura de uma nova forma de interação social, caracterizando o que Sandy Stone chamou de a Época 4. É desde então que a virtualidade

passa a ser comumente chamada de *cyberspace*, ou, no meio computacional, de ambiente ou espaço virtual. O “*Neuromancer*” escrito por William Gibson terá descrito, pela primeira vez, uma porção de *cyberspace* habitável e em três dimensões, ajudando os pesquisadores de Realidade Virtual a se reconhecerem e a se organizarem enquanto comunidade. Capacetes visualizadores são desenvolvidos desde 1969, em diversos laboratórios como o MIT e o *Atari Lab*. Já a primeira luva esperaria até 1986 para ser desenvolvida pelos pesquisadores Scott Fisher e Dave Nagel, do *NASA-Ames View Lab*, que vai permitir a interação tátil com o ambiente virtual. Associada a *software* específicos, a luva será útil, por exemplo, em intervenções cirúrgicas. Começa também o interesse comercial pela realidade virtual por parte de empresas privadas, como a *American Express*, *PacBell*, IBM, MCC, NYNEX. Todas pesquisam a possibilidade de sistemas de ambientes virtuais e suas potencialidades em termos comerciais.

O problema é que estes mundos virtuais, que permitem interação e exploração sensorial, conforme espera-se de ambientes imersivos como os descritos por Gibson, continuam existindo unicamente no território utópico dos livros de ficção científica. No mundo concreto, a realidade é outra. Há ainda muito trabalho a ser feito, sobretudo no que concerne as questões técnicas. Caras e complexas, as tecnologias de realidade virtual que poderiam permitir um nível mais elevado de interatividade encontram-se ainda entre as quatro paredes de centros de pesquisa e empresas altamente especializadas, distantes portanto, da banalização já alcançada por outras mídias. O mesmo vale para dispositivos do tipo HMD, luvas, etc., que, além de pouco disponíveis, ainda necessitam de muito aperfeiçoamento.

2. 2 Definindo Realidade Virtual

Para uma boa parcela dos pesquisadores ligados ao estudo da Informática, o uso da expressão realidade virtual tem se limitado a designações de natureza tecnológica, restringindo este conceito a uma combinação entre a noção de ambientes eletronicamente simulados e a necessidade de dispositivos auxiliares que compõem os sistemas de acesso a estes ambientes. Senão vejamos:

“Realidade virtual são simulações eletrônicas de ambientes, experimentadas através de capacetes e roupas plugadas que permitem que o usuário final interaja em situações tridimensionais realísticas.”⁴⁸

“Realidade virtual é um mundo alternativo preenchido com imagens geradas por computador, que respondem aos movimentos humanos. Estes ambientes simulados são usualmente visitados com ajuda de vestimenta especial cara, que inclui capacete estereofônico de vídeo e luvas para dados via fibra ótica.”⁴⁹

“Os termos mundos virtuais, cápsulas virtuais, e workstations virtuais foram usados para descrever projetos específicos (...) Em 1989, Jaron Lanier, presidente da VPL, cunhou o termo Realidade Virtual para trazer todos os projetos virtuais sob a mesma rubrica. A partir de então, o termo se refere,

⁴⁸ “Virtual reality is electronic simulations of environments experienced via head mounted eye goggles and wired clothing enabling the end user to interact in realistic three-dimensional situations.” [COATES, 1992]

⁴⁹ “Virtual reality is an alternative world filled with computer-generated images that respond to human movements. These simulated environments are usually visited with the aid of an expensive data suit which features stereophonic video goggles and fiber-optic data gloves.” [GREENBAUM, 1992, p. 58]

⁵⁰ "The terms virtual worlds, virtual cockpits, and virtual workstations were used to describe specific projects (...) In 1989 Jaron Lanier, CEO of VPL, coined the term virtual reality to bring all of the virtual projects under a single rubric. The term therefore typically refers to three-dimensional realities implemented with stereo viewing goggles and reality gloves." [KRUEGER 1991,p.XIII]

⁵¹ "any insight into the processes or effects of using these systems, fails to provide a conceptual framework from which to make regulatory decisions, fails to provide an aesthetic from which to create media products, and fails to provide a method for consumers to rely on their experiences with other media in understanding the nature of virtual reality." [STEUER apus BIOCCA, 1995, p.33]

tipicamente, a realidades tridimensionais implementadas com óculos de visualização em estéreo e luvas de realidade.⁵⁰

Por um lado, é este olhar tecnologizante sobre a realidade virtual que acaba por estimular cientistas da computação a pesquisarem e concentrarem-se na produção dos dispositivos de acesso a estes mundos virtuais, deixando de lado aspectos eventualmente mais ricos da questão. Por outro, ao se definir Realidade Virtual a partir de seus dispositivos tecnológicos, corre-se o risco de, igualmente, passar-se a avaliar a condição de virtualidade de uma dada realidade unicamente através da presença ou ausência de *hardware*, luvas, capacetes, etc. Além disso, definições de Realidade Virtual que baseiam-se nos dispositivos técnicos necessários ao seu uso, revelam parcialidade onde virtualidade e concretude ainda seriam conceitos que se opõem, inclusive no que tange as abordagens técnicas, ao que retomaremos mais adiante. Biocca, que também compartilha desta parcialidade, faz, no entanto, críticas pertinentes às posturas expressas pelos pesquisadores acima citados. Ele nota que estas definições, apesar de tão usadas na produção comercial de *VR-related hardware*, não podem satisfazer pesquisadores que trabalham com comunicação, desenvolvem *software*, ou usuários leigos da mídia. Jonathan Steuer também observa que estas definições não conseguem prover "nenhum *insight* nos processos ou efeitos de se usar estes sistemas, deixam de prover uma malha conceitual a partir da qual possa-se elaborar decisões regulatórias, deixam de prover uma estética a partir da qual produtos de mídia possam ser criados, e deixam de prover um método para que consumidores refiram-se a suas próprias experiências com outras mídias, entendendo a natureza da realidade virtual."⁵¹

Melhor seria, talvez, definir realidade virtual a partir de conceitos filosóficos, estabelecendo como ponto focal a experiência humana e não as características do *hardware*. Um olhar sobre os pioneiros da pesquisa de Realidade Virtual aponta tendências de desenvolvimento em diferentes direções. Pelo menos cinco conceitos tem guiado as pesquisas sobre o assunto, o que está longe de indicar a existência de consenso entre os pesquisadores das diversas áreas envolvidas.

■ simulação

Indica a vontade de criar o mundo virtual semelhante formalmente à realidade concreta. A simulação, é claro, demanda um profundo conhecimento por parte do *designer* dos gráficos de computação e sistemas de som de três dimensões que apresentam, hoje em dia, um alto grau de realismo e tendem a ser cada vez melhores.

■ interação

"A interatividade se refere ao grau em que os usuários de um meio podem influenciar a forma ou o

conteúdo do ambiente mediatizado”, diz Steuer.⁸² Alguns vêem realidade virtual em qualquer representação eletrônica que lhes permita algum grau de interação, como, por exemplo, limpar a Lixeira de um computador pessoal. Ao invés disso, a interação, como a entendemos, pressupõe, obrigatoriamente, a intervenção, a troca, o envolvimento ativo do usuário. Isto inclui a relação que se pode ter com pessoas desconhecidas através do telefone ou da Internet, ou mesmo as “universidades virtuais”, para usar a expressão de Michael Heim, onde estudantes são atendidos virtualmente, visitam salas de aula virtualmente e se socializam em cafeterias virtuais.[HEIM, 1993,p.112]

⁸² “Interactivity refers to the degree to which users of a medium can influence the form or content of the mediated environment.” [STEUER apus BIOCCA, 1995, p.41]

■ imersão

Os técnicos de realidade virtual acostumaram-se a definir a imersão através de configurações de *hardware* e *software*. É o caso de Sutherland, Fisher, Furness e Brooks. Antes deles, a expressão Realidade Virtual não existia porque nenhum *hardware* ou *software* justificava este nome. Foi a invenção de dispositivos específicos, ao longo de décadas, como o capacete, um sistema de acústica tridimensional e as luvas, que permitiu a ilusão de se estar em mundos virtuais. Esta ilusão é a imersão. Uma imersão sensorial, ainda extremamente parcial, mesmo que auxiliada pelos dispositivos mencionados acima. Já a imersão completa, conhecida como imersão de corpo inteiro, demanda uma montagem mais complexa, como a criação de um espaço em torno do corpo, uma cápsula, e sensores capazes de reproduzir sensações de toque, peso, calor etc..

■ telepresença

Como já definido anteriormente, estar presente em um lugar, de forma remota, significa estar nele virtualmente. Um bom exemplo é o do médico operando à distância, munido com uma luva, diante do computador, imerso no ambiente virtual, ainda que o médico se queixe da falta de contato direto da mão com o corpo no qual se processa a cirurgia. Pode-se também pensar na teleconferência, cuja transmissão *on-line* é assegurada pela pouca memória que a realidade virtual ocupa. Os céticos acerca deste modo de comunicação acham problemático relacionar-se com desconhecidos, alegando que a construção de confiança se faz somente através de contatos físicos.

■ comunicação em redes

Jaron Lanier [HEIM, 1993,p.116] afirma que a realidade virtual é uma candidata natural a um novo meio de comunicação em redes, o RB2 - realidade construída para dois -, permitindo a conectividade de diferentes mundos virtuais, que pressupõe, obviamente, a presença de, pelo menos, duas pessoas, tanto quanto uma conversa por telefone. Auxiliada pelas técnicas de realidade virtual, esta comunicação permite também que os usuários compartilhem eventos e abstrações que não usam necessariamente palavras ou referências reais como suporte.

Fig. 2.10 O senso de presença oscilatus ao redor de três polos.

Dentre os aspectos mencionados, a questão da telepresença se sobressai, enquanto objetivo comum a *designer*, usuário e engenheiro, em substituição a uma priorização dos meios – os dispositivos tecnológicos –, que apenas constituem um objetivo no trabalho do técnico. É de William Gibson, o mesmo que cunhou a expressão *cyberspace*, a seguinte definição, datada de 1979:

“A presença [telepresença] pode ser entendida como a experimentação do ambiente físico de alguém, não referindo-se ao entorno deste alguém tal qual ele existe no mundo físico, mas à percepção deste entorno mediada por processos mentais automáticos e controlados.”⁵³

⁵³ “Presence can be thought of as the experience of one’s physical environment; it refers not to one’s surroundings as they exist in the physical world, but to the perception of those surroundings as mediated by both automatic and controlled mental processes.” [STEUER apus BIOCCA, 1995, p.35]

Enquanto a presença refere-se à percepção natural do mundo físico, a chamada telepresença *designa* a percepção mediatizada [fig. 2.10]. A experimentação desta necessita do ambiente virtual, é verdade, mas também de áreas como *robotics*⁵⁴ e telecomunicação. A telepresença consolida, segundo Oliver Grau, três conceitos recorrentes na história das idéias: “o sonho lendário e a busca da *vida artificial e automação*, as tradições estéticas de *ilusões virtuais*, e a *rejeição do corpo*.”⁵⁵

⁵⁴ Na verdade, esta interdisciplinaridade não se limita a campos disciplinares externos à Ciência da Computação, mas abrange especializações como inteligência artificial, computação gráfica, hipermedia, multimídia, etc.

⁵⁵ “the legendary dream and search for artificial life and automation, the aesthetic traditions of virtual illusions and the rejection of the body.” [GRAU, 1999]

Este rápido olhar sobre a questão da telepresença já permite esboçar uma definição de realidade virtual que parte da experiência da presença em um ambiente virtual, potencializado em meio de comunicação, em uma situação de complementaridade entre virtualidade e concretude, como sugere Pierre Lévy [LEVY, 1995]. Ele lembra que a palavra virtual vem do latim *virtualis*, de *virtus*, que significa força, poder. O que reforça a idéia de que o virtual não se contrapõe ao real, como o falso ou imaginário mas, como acredita Lévy, “é, ao contrário, uma maneira de ser fecundo e poderoso, que enriquece os processos de criação, abre novos futuros, cava poços de sentidos sob a planura da presença física imediata.”⁵⁶ Além disso, utilizar-se do conceito de telepresença para definir realidade virtual, significa descartar qualquer sistema particular de *hardware*.

“Uma realidade virtual”, propõe Steuer, “é definida como um ambiente real ou simulado no qual um observador experimenta a telepresença.”⁵⁷

⁵⁶ “C’est au contraire un mode d’être fécond e puissant, qui donne du jeu aux processus de création, ouvre des avens, creuse des puits de sens sous la platitude de la présence physique immédiate.” [LEVY, 1995]

Esta definição apresenta, a nosso ver, uma contradição: opõe o termo real ao termo simulado, dando a entender que pode existir uma “realidade real” em oposição a outra, simulada. No entanto, ela também apresenta, pelo menos, dois méritos: um deles é o de incluir o que se costuma chamar de realidade aumentada, ao admitir que o usuário pode experimentar a telepresença em um “ambiente real”; o outro, é o de focalizar, como vimos, o ponto de vista humano, provendo a malha conceitual a que se refere Steuer, na qual as tecnologias desenvolvidas especificamente para a realidade virtual podem ser examinadas em relação a outras tecnologias de mídia. Realidade Virtual passa, assim, a referir-se primeiramente à

⁵⁷ “A virtual reality is defined as a real or simulated environment in which a perceiver experiences telepresence.” [STEUER apus BIOCCA, 1995, p.37]

fig.2.11 "Cubic mouse".

fig.2.12 Caverna Virtual.

fig 2.13 "Tele-buddy avatar".

experiência humana, e não à máquina. O foco passa de um conjunto de *hardware* à percepção do indivíduo.

“Introducing flesh into the virtual dimension will change the paradigm of computing and communication. By breaking down the sensory border between man and machine, the virtual dimension can be rendered real. Its future interface will not only be multisensory, it will be emotional.”[STENSLIE apus Beckmann, 1998, p.25] Um meio para a extensão do corpo e da mente. Foi enxergando-a desta maneira que Bricken capturou a essência da realidade virtual. **“A psicologia é a física da realidade virtual”**, nota Bricken muito corretamente⁵⁸, já que a capacidade de percepção sensorial é a condição *sine qua non* para a existência da realidade virtual⁵⁹, e que, em última instância, todo o processo ilusório se dá na mente do usuário. As necessidades e demandas dos sentidos humanos determinam, finalmente, o valor, a qualidade e a utilidade de cada componente englobado pela expressão Meios Físicos. É por esta razão que a maneira como um destes componentes se adapta às propriedades do canal sensorimotor ao qual ele deve servir, constitui um importante critério de seleção. Podemos também lembrar a frase de Ivan Sutherland, de 1965, sobre a questão: **“A tela”**, disse Sutherland, **“é uma janela através da qual vê-se um mundo virtual. O desafio é fazê-lo parecer real, agir, soar e sentir de maneira real.”**⁶⁰ Este desafio segue uma certa lógica de desenvolvimento de interfaces para realidade virtual, que tem por objetivo de longo prazo fazer com que nossa capacidade de percepção aceite como realidade uma ilusão gerada em computador. Trata-se de um processo complexo, do ponto de vista psicológico, esta tradução de informações mediatizadas para o nosso sistema perceptivo. O cientista Stephen Ellis, do grupo NASA VR, sublinha que **“o sentido da realidade física é a consequência processamento interno, mais do que algo a partir da imediata informação sensorial que recebemos.”**⁶¹

⁵⁸ “Psychology is the physics of virtual reality”. [BIOCCA, 1995, p. 58]

⁵⁹ A percepção do ambiente onde se insere o usuário é o coração da realidade virtual, auxiliada pela introdução de imagens estereográficas. Ao contrário de outras aplicações de visualização computacional, ela é capaz de envolver, além da visão, todos os outros quatro sentidos do ser humano, mesmo que até agora a visão, a audição e o tato sejam os mais explorados.

⁶⁰ “The screen is a window through which one sees a virtual world. The challenge is to make that world look real, act real, sound real, feel real.” Sutherland é comumente citado como um pioneiro da tecnologia de realidade virtual. [BIOCCA, 1995, p. 61]

⁶¹ “the sense of physical reality is a consequence of internal processing rather than being something that is developed only from the immediate sensory information we receive.” [ELLIS, 1991, p.389]

fig. 2.14 “eGuide, PalmOS, and Windows CE version”.

O processo que visa efetivar a presença à distância – ou tele-presença - dentro desta ilusão perceptiva inicia-se com a ligação de órgãos sensoriais do usuário aos dispositivos de saída do computador. Estes dispositivos são controlados e guiados para um ou mais computadores com o fim de gerar uma simulação convincente à visão, ao tato e à audição, de um outro ambiente – o virtual. Neste sentido, efetivar a presença à distância é mais uma destinação que um objetivo. Uma destinação a um lugar psicológico, a uma locação virtual. Visto como uma variável com diversos níveis e dimensões, o conceito de tele-presença foi posicionado por Sheridan, do MIT, em uma matriz definida por três eixos: “(a) a extensão da informação sensorial, (b) o controle dos sensores, e (c) a habilidade de modificar o ambiente.”⁶² É interessante notar que Sheridan considera o ápice deste processo – a formação da *perfect presence* -, muito mais como um produto de processos psíquicos do que propriamente problema situado no campo da técnica.

⁶² “(a) the extend of sensory information, (b) the control of sensors, and (c) the ability to modify the environment.” [BIOCCA, 1995, p.62]

2. 3. Tecnologia Imersiva de Realidade Virtual

“Psychology is the physics of VR
Our body is our interface.
Knowledge is in experience.
Data is in the environment.
Scale and time are explorable dimensions.
One experience is worth a trillion bits.
Realism is not necessary.”[BRICKEN apus PIMENTEL, 1994, p.224] “

fig. 2.15 Corpo mapeado para Ambiente tri-dimensional

Interface de comunicação = (meios físicos, códigos de comunicação, informação) + canais sensorimotores⁶³

⁶³ Communication Interface = (physical media, communication codes, information) + sensorimotor channels. [BIOCCA, 1995, p. 57]

Vamos agora pinçar a variável da equação acima Meios Físicos. A tecnologia de realidade virtual é protéica, como, aliás, o próprio computador. Como Andre Parente disse, “passados 30 anos desde as primeiras interfaces visuais interativas criadas por Ivan Sutherland (primeiro dispositivo de imersão com visão estereoscópica) e Myron Krueger (primeiro sistema de imersão de corpo inteiro sem utilização de capacete e luva), o termo Realidade Virtual remete a uma grande diversidade de conceitos e tecnologias de modelagem, simuladores de vôo, realidades artificiais, sistemas de telepresença, ciberespaço.” [PARENTE,1997] O que significa que não existe um sistema único de realidade virtual ou um só tipo de ambiente virtual, mas uma diversidade que se viabiliza através da combinação de componentes e aplicações, cada um capaz de produzir níveis diversos de experiências sensoriais.

2.3.1 Sistemas de Realidade Virtual

Podemos classificar os sistemas de realidade virtual em quatro tipos⁶⁴, segundo os diversos níveis de telepresença que permitem:

⁶⁴ Quadro adaptado a partir da classificação usada por Louis Brill no simpósio Realidade Virtual '93. San Francisco. [BIOCCA, 1995, p.59]

Tipos	Descrição
Sistema de Janelas	A tela do computador provê uma janela ou portal para um mundo virtual tridimensional e interativo. Computadores pessoais são freqüentemente usados, e os usuários

fig. 2.16 Modelagem de “Free Form Superfícies” na “Responsive Workbench”

fig. 2.17 exemplo de aplicação na Caverna Virtual

equipam-se, às vezes, de óculos 3D para obter efeitos estereoscópicos.

Sistema de Espelho

Os usuários olham para uma tela de projeção e vêem uma imagem deles mesmos movendo-se em um mundo virtual. Usa-se um equipamento de vídeo para gravar as imagens do corpo do usuário. Um computador sobrepõe esta imagem em um fundo gráfico. A imagem deles mesmos espelha, na tela, seus movimentos concretos, fato que explica o nome Sistema de Espelho.

Sistema auxiliado por Veículo Os usuários entram no que viria a ser um veículo (por exemplo, tanque, avião, cápsula espacial, etc) e opera controles que simulam movimento no mundo virtual. O mundo é frequentemente projetado em telas. Os veículos podem incluir plataformas móveis que ajudam a simular movimento físico.

Sistema de “Caverna”

Os usuários entram em uma sala ou cômodo [fig.2.18] onde encontram-se rodeados por grandes telas nas quais projeta-se uma cena virtual quase contínua. Óculos 3D são usados, às vezes, para potencializar o sentido de espaços.

Classificando-se os sistemas em função da relação que mantêm com a realidade concreta, podemos ainda citar:

Sistemas Virtuais Imersivos Os usuários equipam-se com dispositivos que imergem completamente um certo número de sentidos em estímulos gerados por computador. Os capacetes estereoscópicos constituem um elemento central deste sistema.

fig. 2. 18 CAVERNA VIRTUAL. Montagem técnica: Electronic Visualization Laboratory, University of Illinois, Chicago. Desenvolvimento por Dan Sandin, Carolina Cruz - Neira u.a.

Illustration by Miana Huang
Electronic Visualization Laboratory, University of Illinois at Chicago

Sistemas de Realidade Aumentada Os usuários equipam-se de um capacete que sobrepõe objetos virtuais tridimensionais a cenas do mundo concreto.[fig.2.19, 2.20]

Do ponto de vista técnico, o desenvolvimento de um sistema de realidade virtual é uma tarefa complexa que envolve, basicamente, um suporte de comunicação em rede, a criação de ambientes virtuais, a consideração da possível atuação dos usuários, e a criação de atores gerados por computador. Seus elementos essenciais são os dispositivos de entrada/saída, a base de dados de elementos do ambiente virtual, e o *software* de realidade virtual que cria ou recria o ambiente virtual.

fig. 2.19 Mochila com equipamento para "Augmented Reality".

fig. 2.20 "Augmented Reality": O que se ver, Sobreposição da imagem concreta com informações adicionais.

Fig.2.21 Tecnologia de realidade virtual vista a partir de um conjunto de dispositivos de entrada e saída, acoplada a canais sensorimotores.

2.3.2 DISPOSITIVOS DE REALIDADE VIRTUAL

Há quem considere a tecnologia de Realidade Virtual como um conjunto de possíveis dispositivos de entrada e saída [fig.2.21]. Cada dispositivo de saída funciona como um canal sensorimotor, enquanto cada dispositivo de entrada relaciona-se aos movimentos e ações físicas do usuário. Dispositivos de entrada e saída são essenciais para proporcionar uma ilusão imersiva de presença.

2.3.2.1 Dispositivos de saída

Os dispositivos de saída são sempre relacionados às características dos canais sensorimotores, já que ligam o computador aos sentidos humanos, sempre tendo a presença como objetivo final. No processo contínuo de busca deste objetivo – um processo de *design*, diga-se -, os dispositivos de interfaces precisam tornar-se uma *second nature*, ou seja, imperceptíveis.

Dispositivos visuais

Consumidores treinados que somos e, portanto, exigentes, ativos participantes da cultura visual que tomou gradativamente conta do planeta nas últimas décadas, temos nossos olhos transformados em importante *gateway* para informações. É simples. Quando queremos obter uma informação, passamos a procurá-la com o olhar, através da leitura de textos, imagens, gráficos. Frank Biocca e Ben Delaney, por exemplo, estimam que 80% da aquisição de informações pelo ser humano contemporâneo se faz através dos olhos.[BIOCCA, 1995, p.59] Por isso, não é nada surpreendente que uma parte tão significa-

fig.2.22 Televisão estereoscópio para uso individual. Inventor: Morton Heilig. 1960, Desenho do Patente.

dando-lhes a ilusão do contato com o celestial – o sagrado, em última instância. Magnificado mais tarde, no período Barroco, mas conceitualmente intacto até os dias de hoje, o método de trabalho proposto por Alberti pouco mudou desde então: trabalha-se a luz no sentido de simular códigos visuais, com o objetivo de torná-los parecidos com imagens presentes no espaço concreto, apondo-lhes, ainda, significados novos. Alberti tentava alcançar este objetivo estudando o meio físico e lançando mão dos então recém-elaborados códigos da pintura perspectiva. Buscando criar a mesma simulação, Ivan Sutherland desenhou, em 1965, o capacete chamado *head-mounted display*, ou HMD, além de criar diversos códigos computacionais que permitiam elaborar ilusões de perspectivas a partir de imagens estereoscópicas. O que mudou, e muito, durante estes séculos, foi a postura do ser humano com relação às simulações. Até a invenção do HMD, a pessoa limitava-se ao papel de observador do espaço simulado, seja nas pinturas de Alberti, na fotografia oitocentista ou nas imagens em movimento dos filmes e vídeos do nosso século. O HMD [fig.2.23, 2.24] vai adicionar mais veracidade às imagens, ao proporcionar uma sensação nova de imersão no ambiente virtual. Não é difícil perceber a contribuição definitiva e seu uso para a alteração das relações entre usuário e ambiente virtual. Aquele que limitava-se a ser um espectador da simulação torna-se, agora, um ator dentro desta ilusão criada, quase completamente imerso no mundo virtual, isolado, portanto, do ambiente concreto.

Os componentes básicos de um HMD são uma fonte de imagem e um sistema ótico. Este último centra a imagem um pouco distante do olho, alargando, ao mesmo tempo, o campo de visão do observador. O campo de visão dos modelos deste sistema ótico pode variar entre 40 e 110 graus, relacionando-se com o campo de visão humano que é de 180 graus na horizontal e de 120 graus na vertical. As imagens podem ser geradas através de uma

fig.2.23 Sutherland com 'Head Mounted Display', 1968.

variedade de tecnologias. Como exemplo, pode-se citar o tubo de raios catódicos⁶⁵, cuja alta resolução contrasta com seu grande peso e seu tamanho pouco conveniente, ou ainda os pequenos *displays* de cristal líquido⁶⁶, leves, planos e pouco espessos, mas com baixa resolução de imagens. Os HMD também costumam possuir um sistema de *tracking* que detecta a posição e a orientação da cabeça do usuário, chamado de *head-centered motion parallax*. As imagens geradas são continuamente atualizadas pelo dispositivo de *tracking*. A maioria dos modelos de HMD posiciona pontos de vista levemente diferentes para cada olho, retomando um antigo sistema de produção de imagens em estéreo, cuja origem remonta ao século XIX, quando Brewster inventou o estereoscópio, para visualizar imagens estereoscópicas. No capacete contemporâneo, um conjunto de lentes é posicionado entre o monitor e o olho do usuário para expandir o seu ponto de vista, estimulando o seu cérebro a sobrepor as imagens levemente diferentes captadas por cada olho, permitindo que o mundo gerado por computador torne-se, assim, tridimensional.

⁶⁵ *Cathode ray tube*, ou CRT.

⁶⁶ *Liquid crystal display*, ou LCD.

A ilusão assim criada provê, sim, um forte sentido de presença, mesmo estando ainda longe de um nível ótimo, dadas as limitações dos HMDs hoje disponíveis. Em que direção caminha o desenvolvimento destes capacetes? As tendências atuais abordam aspectos diversos como a procura de uma melhor resolução, ou o aumento do campo visual do dispositivo, aproximando-o do olhar humano. Outra tendência é a de redução do peso destes HMDs, de forma que, em um futuro não muito distante, um display desses tenha, no máximo, o peso de um par de óculos comum. Além de questões relacionadas diretamente ao dispositivo em si, certos aspectos do uso também tem sido abordados. Pensa-se, por exemplo, que o uso da imersão completa pode não ser muito prático nas aplicações em tarefas quotidianas no escritório, no carro, ou em casa. É onde entraria um capacete cujos recursos ultrapassariam os dos atuais *See-through displays*, utilizados para a visualização

fig.2.24 Observadora usando "Head Mounted Display".

da realidade aumentada, ou *augmented reality*. Os dispositivos propostos nada mais são do que capacetes, chamados de transparentes, que permitam ao usuário escolher entre ver uma imagem completamente virtual ou uma sobreposição da imagem virtual sobre uma cena concreta. Neste terreno, a grande barreira a ser transposta é, certamente, o alinhamento perceptivo de objetos virtuais e concretos em uma mesma imagem.

Resumindo: a partir do estágio de conhecimento em que se encontram as pesquisas hoje no mundo, parece que o HMD ideal deveria ter o peso de um par de óculos, proporcionar um campo de visão e uma resolução visual que coincidam com as capacidades do olho humano, provavelmente coordenar todos os elementos espaciais virtuais, e permitir tanto a interligação transparente entre objetos virtuais e concretos, como uma imersão completa no mundo virtual, como sugerem Biocca e Delaney [BIOCCA, 1995, p.81]. Ou não. Podemos também imaginar que o HMD ideal seria, simplesmente, inexistente, permitindo que a aproximação entre o ser humano e o ambiente virtual se faça a partir de estimulações outras, possivelmente ainda não conhecidas e pouco estudadas até o dia de hoje, que o isentem de utilizar-se de dispositivos incômodos estranhos à sua corporeidade. A idéia pode parecer saída de um conto de *science fiction*, ou de filmes de grande impacto, como *The Matrix*, mas, no entanto, insere-se perfeitamente na secular busca, já mencionada, de aproximação entre as experiências de fruição de ambientes concretos e virtuais.

Dispositivos auriculares

Os sistemas auriculares espaciais – ou seja, que relacionam-se com a audição do usuário –, são essenciais para gerar uma ilusão plena de presença. O som adiciona veracidade à ilusão baseada em estímulos visuais e táteis. Um bom sistema auricular espacial é aquele que se adapta estereofonicamente às propriedades acústicas dos dois ouvidos, incluindo a mescla espectral de frequências, atrasos e distorções. Além disso, deve também se adaptar à acústica do espaço, em função de seu tamanho, de sua forma, e da capacidade de absorção de suas superfícies. Por último, o sistema precisa também ser capaz de adaptar-se à posição do ouvido do usuário dentro do espaço, atualizando de maneira contínua sua situação. A pesquisa para o aperfeiçoamento dos dispositivos necessários a estes sistemas encontra-se em estágio bastante avançado, graças às muitas experimentações que a Engenharia de Som já vinha realizando anteriormente, mas ainda apresenta alguns pontos críticos. Um deles são distorções relacionadas com o espaço ilusório criado. Por exemplo, o som que o usuário deveria perceber como originando-se à sua frente, parece, com frequência, vir de algum ponto às suas costas. Outro problema mencionado por Biocca e Delaney [BIOCCA, 1995, p.83], e tão importante quanto o da origem do som, seria o que concerne sua intensidade: o sistema tem que poder adaptar-se a variações individuais de sensibilidade à percepção de volume. Outros problemas, como os que envolvem retardação

Dispositivos táteis

PING BODY
AN INTERNET ACTUATED & UPLOADED PERFORMANCE

TOP CAMERA

SIDE CAMERA

MAC

POUND

SCAN CONVERTER

INTERNET

INTERNET

PROJECTOR

RECORDER

VIDEO MIXER

RELAY INTERFACE BOX

VIDEO SWITCHER

SENSOR LAB

SYNTH

SYNTH

DOPPLER

DIGITAL DELAY

AUDIO MIXER

AMP

PROJECTOR

RECORDER

INVOLUNTARY BODY / THIRD HAND

stelarc@peg.apc.org

Parte 1- Capítulo 2

Dentre todas as áreas do corpo humano expostas a estimulações externas cuja resposta constitui uma sensação tátil, a mais visada no desenvolvimento de tecnologias *hapticas* é a mão, sua pele e seus pontos mais sensíveis – notadamente a ponta dos dedos –, possivelmente por ser a mais usada na exploração de superfícies e texturas. Há diversas abordagens sobre como dispositivos táteis poderiam reproduzir as sensações físicas, aí incluídas as estimulações pneumática, vibrotátil, eletrotátil e neuromuscular. Nenhuma delas conseguiu ainda reproduzir virtualmente a totalidade de estímulos que a mão recebe no espaço concreto. A própria psicologia parece ainda ter pouco a dizer sobre a percepção *haptica*, o que praticamente inviabiliza a redação de diretrizes claras para a produção de estimulações táteis.

Dispositivos de *Force Feedback*

⁶⁷ “When you reach out and touch the virtual world, the full illusion of presence requires a world that pushes back at you.” [LAUREL apus BIOCCA, 1995, p.90]

“Quando você alcança o mundo virtual e o toca, a plena ilusão de presença exige um mundo que reaja ao seu toque.”⁶⁷ A descrição de Brenda Laurel procura estabelecer critérios para um mundo virtual satisfatório. O exemplo clássico é o do colchão que, quando pressionado, deve oferecer resistência, mas também, eventualmente, retomar sua forma inicial assim que a força humana deixar de ser-lhe aplicada. Michael Noll, um pioneiro da pesquisa sobre o assunto, ressaltava, já nos anos 1970, que os recursos táteis podiam ser úteis “para explorar o potencial de novas modalidades sensoriais, como novos canais de comunicação entre o homem e a máquina, em aplicações nas quais a comunicação gráfica não fosse suficiente ou apropriada.”⁶⁸

⁶⁸ “... to explore the potential of new sensory modalities as new communication channels between man and machine in applications, where graphical communication would not be sufficient or appropriate.” [NOLL apus BIOCCA, 1995, p. 90]

O efeito de *force feedback* – ou, como poderíamos traduzir no âmbito do presente texto, de reação a uma força aplicada – pode ser obtido de diversas maneiras: através de objetos mediadores que transmitam a sensação de colisão com uma superfície, através da imersão, ainda que parcial, em uma porção de líquido, ou através do deslocamento de um objeto, um *joystick*, por exemplo, ao qual são aplicadas forças diversas. Mas há uma maneira ainda mais sofisticada de se experimentar estas ilusões *hapticas*: basta encaixar a mão – ou uma boa parte do corpo – em um *exoskeleton* [fig.2.26]. O termo une duas palavras gregas que significam externo (*exo*) e esqueleto (*skeleton*). Trata-se de um dispositivo externo composto por duas partes: uma, na qual o usuário literalmente se encaixa, e a partir do que pode realizar movimentos no ambiente virtual. Seus movimentos serão transmitidos, via computador, à outra parte, que lembra um braço mecânico, inclusive por causa de suas articulações, parecidas com as humanas. Movido por motores sob o comando de computadores, esta segunda parte do dispositivo pode aplicar forças ao corpo do usuário, que serão percebidas muito aproximadamente como as sensações que se teria sobre o corpo em situações concretas. É bom lembrar que esta propriedade pode representar um perigo potencial para o usuário, no caso de um *exoskeleton* passar a transmitir toda a

intensidade da força de impacto de alguns objetos virtuais – uma pedra caindo na cabeça do usuário, por exemplo. Como parte do *exoskeleton* também é capaz de monitorar os movimentos do corpo humano, ele pode igualmente ser usado como dispositivo de entrada (*input device*).

Dispositivos de *whole body movement*⁶⁹

Certos ambientes de realidade virtual tentam simular a sensação de que o corpo do usuário se desloca no espaço, procurando criar a ilusão de se estar andando ou sendo transportado passivamente em um veículo. Estes dispositivos – de *whole body movement* – são simuladores avançados de forças gravitacionais, inertes e de movimento, que se utilizam, em geral, de cápsulas ou cabines, em cujo interior o usuário se instala, montadas sobre plataformas móveis [fig. 2.27]. São encontrados, por exemplo, nos simuladores de voo das companhias aéreas, ou até mesmo em certos brinquedos, nas áreas de jogos dos *shopping centers* brasileiros. Em seu interior, o usuário está, em geral, sentado, mas também pode estar em pé ou deitado. Os movimentos e vibrações da cabine são cuidadosamente calibrados, através de esforços aplicados sobre a plataforma via cilindros hidráulicos, pneumáticos ou mecânicos. Associado à ilusão visual e à auditiva, a aplicação destas forças pode criar a sensação de que se percorreu uma distância muito maior do que aquela perceptível sem o uso da simulação.

⁶⁹ Em português, movimento de todo o corpo.

A pesquisa sobre o aperfeiçoamento destas plataformas parece situar-se em dois níveis distintos, e, no entanto, muito complementares: de um lado, pensa-se em desenvolver a fidelidade sensorial do dispositivo; de outro, quer-se coordenar os movimentos do dispositivo com os outros componentes perceptivos do ambiente.

fig.2.26 Exoskeleton.

Dispositivos nasais e orais

Interfaces químicas do ser humano com o mundo concreto, os canais nasais e orais são raramente incluídos como participantes no processo de percepção do ambiente virtual. É verdade que dispositivos nasais e orais poderiam reforçar a ilusão de presença no ambiente virtual, através da percepção de odores e de gostos, aproximando, portanto, a experiência de fruição de tais ambientes daquela que experimentamos em nossa relação com o mundo concreto. Por outro lado, o olfato e o paladar parecem ser menos usados pelas pessoas do que a visão, a audição e o tato, em sua tarefa contínua de codificação de informações sobre o espaço concreto em que circulam. Vem, possivelmente, daí o limitado interesse que têm mostrado pesquisadores e empresas pelo desenvolvimento de dispositivos destinados a estimular estes dois canais sensoriais em experiências virtuais.

2.3.2.2. DISPOSITIVOS DE ENTRADA

A ilusão de presença pressupõe uma representação acurada do corpo do usuário no espaço virtual, transformando certos movimentos e ações deste corpo em comandos computacionais. É esta representação que constitui o objeto central das atribuições dos dispositivos de entrada, no campo da realidade virtual. De fato, em ambientes virtuais altamente imersivos, tais dispositivos compatibilizam-se à maneira como o ser humano interage com o mundo físico, espelhando os vários movimentos – incluindo o dos olhos – que o seu corpo realiza no espaço físico. O processo no qual o computador monitora o movimento das diversas partes do corpo do usuário, tem como corolário o fornecimento de dados à máquina, pelo usuário, sobre os movimentos de seu corpo. Esta relação é considerada por Krueger um critério de *design*. Ele diz que “o *design* de um sistema perceptivo

fig. 2.27 Uma plataforma de movimento sofisticado, CAE-Link, para uso de simulador de voo Balck Hawk.

(os sensores que constituem a entrada para o computador) requer um compromisso entre a necessidade do computador de saber o máximo possível sobre o comportamento de um participante e o desempenho da máquina em responder em tempo real.⁷⁰ A simplicidade intuitiva dos dispositivos de entrada existentes teria implicações profundas sobre a comunicação, as aplicações de manipulação de dados, e sobre o treinamento.

⁷⁰ "The design of a perceptual system (the sensors that comprise the input for the computer) requires a trade-off between the need for the computer to know as much as possible about a participant's behavior and its commitment to respond in real time." [KRUEGER, 1991, p.103]

Dispositivos cinemáticos

Fator indiscutivelmente importante no processo da comunicação, o movimento é uma maneira não-verbal de comunicar ao computador onde e como nos situamos no ambiente virtual, e o que queremos que nos aconteça aí. Os dispositivos cinemáticos de entrada que traduzem para a linguagem computacional o movimento das partes do corpo são de diversos tipos. Por exemplo, para o posicionamento e a orientação do corpo no espaço, relacionando-o, eventualmente, com outros elementos, usam-se os chamados *position trackers*.⁷¹ Capazes de acompanhar movimentos de braço, mão, cabeça, perna e torso, estes *trackers* podem indicar posições em três dimensões, utilizando-se de meios mecânicos, óticos, magnéticos ou acústicos para localizar a cabeça, a mão ou outras partes do corpo do usuário no espaço. É necessário que o desenvolvimento dos dispositivos cinemáticos considere vários aspectos, os quais se referem à qualidade da resolução da leitura, à sua precisão, e à capacidade de responsividade do sistema. Dos *position trackers* espera-se exatidão nos registros realizados, capacidade de mapear diversas pessoas ao mesmo tempo, já que estamos considerando os sistemas de realidade virtual como ambientes de comunicação.

⁷¹ Em português, rastreadores de posição.

Para refinar e complementar ainda mais as informações sobre o movimento e a orientação do usuário, são necessários outros dispositivos. Por exemplo, o já descrito *exoskeleton*, que consegue detectar a flexão das articulações das pernas, ou, eventualmente, um dispositivo mais leve, como uma luva que indica os movimentos e flexões das mãos. Dentro desta lógica de desenvolvimento da tecnologia dos dispositivos cinemáticos, podemos prever uma espécie de extensão da idéia básica da luva para outras partes do corpo – um *data suit*, como propõem diversos teóricos – que deveria ter seu uso limitado a um número restrito de aplicações, por necessitar de muitos e caros equipamentos.

Expressões faciais e movimentos de olhos

Ninguém contesta a importância das expressões faciais na comunicação interpessoal. O problema, por sinal, longe de estar resolvido, é representá-las tridimensionalmente em um ambiente virtual imersivo, tarefa bem mais complexa do que as representações bidimensionais que vemos em filmes, por exemplo. É principalmente o uso do capacete –

ou HMD – que dificulta ou, às vezes, impossibilita a leitura de expressões faciais, visto que o dispositivo esconde boa parte do rosto do usuário.

Reveladores dos pontos onde focalizamos nossa atenção dentro do espaço virtual, os movimentos de olhos tem sido objeto de mais estudos. Já em 1965, Sutherland pronunciou-se sobre o desenvolvimento de possíveis *eye-movement trackers*⁷², que, mais tarde, tornaram-se parte de aplicações militares de ambientes virtuais: “Máquinas que percebam e interpretem dados sobre o movimento de olhos podem ser construídas, e o serão”, previa Sutherland na época. “Resta saber se podemos controlar um computador usando olhares como linguagem.

Um experimento interessante seria fazer com que a apresentação gerada por computador dependa de para onde estamos olhando.”⁷³ Estes movimentos oculares podem ser inseridos digitalmente no computador, de formas diversas. Uma delas, bastante cara, seria através de sensores avançados posicionados ao lado do olho, usando o reflexo da luz infravermelha na córnea. A medição do potencial dos músculos óticos (*electrooculographic techniques*) apresenta-se como uma alternativa bem mais em conta. Estes tipos de *tracking* já foram usados como dispositivos de entrada de dados em diversos computadores, incluindo simuladores de vôos.

⁷² Em português, rastreadores de movimentos de olhos.

⁷³ machines to sense and interpret eye motion data can and will be built. It remains to be seen if we can use a language of glances to control a computer. An interesting experiment will be to make the display presentation depend on where we look.

[SUTHERLAND, 1965, p. 506]

⁷⁴ Em português, dispositivo responsivo de olhar fixo.

A grande vantagem de se usar os *tracking* é que, neste caso, um único *gaze-responsive display*⁷⁴ pode ser empregado. Este dispositivo permite gerenciar a parte da imagem para a qual o usuário está olhando, tratando-a com alta resolução, e deixar as demais partes – objeto de seu olhar periférico – menos definidas. Atualmente, existem diversas pesquisas sobre o uso destes dispositivos de movimento de olhos, tanto no que se refere ao comando e à entrada de dados no computador como também na comunicação dentro de sistemas virtuais telecomunicacionais avançados. Produzido pelo MIT, o demo “*Put that there*”, por exemplo, adiciona entradas de dados sobre o movimento de olhos à voz, para fazer o computador movimentar itens em uma tela.

Entrada de Voz e Áudio

Diversas tecnologias de entrada de voz foram desenvolvidas baseadas na metáfora de conversação entre o homem e a máquina. Elas estão por trás de um número significativo de sistemas comerciais acessíveis de entrada de voz que poderiam ser usados em aplicações de realidade virtual. Mesmo assim, permanecem sendo pouco usados. Biocca e Delaney apontam dois objetivos em um ambiente virtual para uma entrada de voz: “1. **conversar com outros seres humanos presentes no ambiente virtual (uma espécie de walkie-talkie, e** 2. **conversar com (ou comandar) o computador.**”⁷⁵ Dificuldade em reconhecer palavras em uma fala contínua – o que, para a máquina, limita-se a um fluxo contínuo de som –, e de diferenças peculiares a cada usuário – como pronúncias, sotaques, timbre de voz –, além da diversidade

⁷⁵ “(a) to converse with other humans present in the virtual environment (a kind of virtual “walkie-talkie), and (b) to converse with (command) the computer.” {BIOCCA, 1995, p.108]

de vocabulário, são apenas alguns dos problemas a serem resolvidos nesta área.

Objetos do mundo concreto e cenas com *shape acquisition cameras*⁷⁶

⁷⁶ Em português, câmeras de aquisição de forma.

A tendência de crescente difusão de ambientes virtuais imersivos em diferentes porções da sociedade contemporânea coloca, pelo menos, dois problemas críticos, tecnicamente falando. Primeiro, a necessidade de se importar, para os mundos virtuais, modelos detalhados de objetos pertencentes ao universo concreto; segundo, o imperativo de se minimizar – com vistas a, finalmente, eliminar – o uso de dispositivos como luvas, capacetes, etc. O primeiro ponto baseia-se na noção de que mundos virtuais podem ser equipados com imagens tridimensionais de objetos do espaço concreto. No atual estado da arte, a maioria destes objetos tem que ser construídos passo a passo: depois que sua estrutura poligonal tiver sido inteiramente desenhada, ponto por ponto, suas texturas, sombras, e suas propriedades físicas e comportamentais precisam ser definidas, tudo com a ajuda de ferramentas específicas baseadas no CAD. Uma forma de construção de objetos e mundos extremamente trabalhosa, longa, oposta à simplicidade de, por exemplo, registrar-se a imagem do objeto com uma câmera e inseri-la no ambiente virtual. Sim, esta possibilidade de se produzir imagens de pessoas, objetos ou de um espaço, e de simplesmente introduzi-las em um mundo virtual tem sido o sonho de vários pesquisadores. É aí que entram o que estamos chamando de câmeras de aquisição de forma, que geram um mapa tridimensional da superfície de um objeto. Já existem tecnologias para efetuar este mapeamento usando o método de aquisição de forma, através, por exemplo, de métodos de *active sensing*⁷⁷. O sonho, no entanto, consiste em tornar possível a utilização desta tecnologia em tempo real, caminhando na direção, já mencionada, das tecnologias sem luvas – *gloveless* –, ou do tipo conhecido como *come as you are technologies*.⁷⁸ Tudo isso se baseia no desejo de se desenvolver dispositivos de entrada de dados que usem os movimentos naturais do corpo, sem a intermediação de equipamentos incômodos, como luvas, roupas especiais ou *exoskeletons*.

⁷⁷ Em português, percepção ativa.

⁷⁸ Em português, tecnologias 'venha como estiver'.

2.3.3 Plataformas de computador e arquiteturas de *software*

Os dispositivos de entrada e de saída de que tratamos até aqui podem ser comparados, como também já foi dito, aos sentidos e aos membros humanos. Já as plataformas do computador e o *software* poderiam ser descritos como as vísceras e o cérebro de um sistema [fig. 2.23]. Esta é uma área bem dinâmica mas ainda incerta, no sentido de que não há padrões definidos aos quais se possa referenciar com segurança. Não existe um modo de fazer, assim cada *software engineer* acaba desenvolvendo programas e ferramentas segundo seus próprios critérios, o que dificulta compatibilizações. Existe um grande número de programas comerciais destinados a criar e a controlar estes ambientes virtuais, que

Fig.2.28 . Diagrama que mostra as funções básicas executados pelo computer hardware e software de um sistema de realidade virtual.

podem ser experimentados em quase todos os tipos de plataforma computacional, excetuadas as experiências muito complexas, que exigem computadores especializados. Trabalhando em paralelo, estes multicomputadores lembram uma linha de montagem de trabalhadores altamente qualificados, cada um encarregado de construir um aspecto da realidade virtual. No centro de quase todos os sistemas de realidade virtual está o computador gráfico, cuja *performance* pode ser avaliada contando-se, por exemplo, quantos polígonos estão sendo produzidos por segundo.

Como avaliar estes sistemas? É de hábito considerar três critérios principais, que dependem diretamente da combinação entre *hardware* e *software*: o grau de complexidade que oferecem da percepção do ambiente suportado por eles, sua velocidade de resposta, e o número de usuários que são capazes de aceitar.⁷⁹ De qualquer forma, são as combinações dos diversos componentes construtivos de mundos virtuais – plataforma, *software*, dispositivos de entrada e de saída, etc – que definem a qualidade dos sistemas criados. Por exemplo, combinar elementos baratos e simples com outros mais caros e sofisticados trará, certamente, alguma perda de qualidade, podendo até inviabilizar a produção da ilusão desejada. O essencial é, na verdade, pré-definir expectativas com relação ao mundo a ser produzido. Isto no que diz respeito à sua vivacidade sensorial, ao seu grau de interatividade, à possibilidade ou impossibilidade de o sistema aceitar vários usuários concomitantes, à sua adequação a diferentes plataformas, e ao seu custo, que deve corresponder aos limites do orçamento.

Por fim, sabe-se que quanto mais complexo e detalhado um ambiente virtual, maior o número de operações computacionais necessárias e, portanto, maior o tempo gasto pela máquina para executá-las. A adição de cada *layer* sensorial, como, por exemplo, texturas detalhadas, demanda maior capacidade do computador, aumentando a complexidade do *software*. Se a máquina começa a consumir muito tempo nestes cálculos, o usuário destes ambientes pode experimentar um indesejável retardamento perceptual – quando movimenta a cabeça, por exemplo –, o que poderia destruir a ilusão de presença. A solução óbvia seria o uso de computadores mais rápidos e poderosos, que além de muito caros são praticamente inexistentes, na maioria dos casos. Diante dessas lacunas, concorda-se em admitir como aceitáveis resoluções ruins de imagem, ou os atrasos na sua formação, dizendo-se que, feliz ou infelizmente, é este o estado das coisas no dia de hoje.

⁷⁹ Há, no entanto, um problema maior que visa toda a questão do uso dos *software*. Tanto quanto os já mencionados *software* destinados à produção de imagens via computador, que apenas permitem a representação gráfica de modelos pré-concebidos mas não auxiliam sua concepção, os *software* destinados à criação de mundos virtuais costumam também utilizar-se de muitos dos processos encontrados em outras aplicações gráficas ou de animação, incorporando, com isso, suas limitações.

2.4 Realidade Virtual, distribuída: O surgimento de ambientes virtuais colaborativos

“God creates world. World creates man. Man creates computer. Computer creates world. Computer becomes God. Well, the digital box has not quite acquired divine powers, but people using it now have the ability to create their own three-dimensional worlds, albeit virtual ones.”

Ambientes virtuais colaborativos podem ser vistos como o resultado da convergência de interesses de pesquisa em realidade virtual e comunidades de Trabalho Cooperativo Auxiliado por Computador. No universo da Realidade Virtual, esses ambientes representariam uma extensão natural das tecnologias comumente comercializadas, usados de forma distribuída, conferindo melhor auxílio para várias aplicações. A expansão do mercado de jogos do tipo *multi-player*, apontada por Berghammer⁸⁰, confirma as possibilidades de uso de ambientes virtuais colaborativos visando lazer e entretenimento, cujos exemplos mais notáveis são, certamente, os jogos *Doom* e *Quake*. Nesses exemplos, os participantes estariam, em geral, separados fisicamente, comunicando-se unicamente através da rede computacional.

⁸⁰entrevista, Berlim, fevereiro 2001.

Dentro da área de Trabalho Cooperativo Auxiliado por Computador, os ambientes virtuais colaborativos podem ser úteis em algumas formas de interação, ampliando as possibilidades das tecnologias de teleconferência, já que conseguem incluir dezenas ou centenas de pessoas interagindo simultaneamente. Estudos sobre trabalhos cooperativos em ambientes concretos mostram a importância do espaço concreto como meio onde se desenvolvem relações de sociabilidade. No campo da virtualidade, a Bolsa Virtual de Nova York [fig.2.29], projetada pelos arquitetos do *Asymptote*⁸¹, exemplifica como ambientes assim podem capacitar usuários a manipular modelos tridimensionais, permitindo navegação e percepção individualizadas.

⁸¹ ver site: <http://www.asymptote-architecture.com/studio.htm>.

Seu desenvolvimento teve o mérito de levar os cientistas de computação a refletir sobre o espaço, suas definições e características, e formas de explorá-lo. Seu maior mérito, no entanto, foi o de estimular uma benvinda interdisciplinaridade, incluindo outros profissionais na discussão e no uso de ferramentas computacionais de criação, em torno das possibilidades de intervenções espaciais. Basicamente, as pesquisas em Computação procuram melhor auxiliar o desenvolvimento destes modelos espaciais, objetivando uma compreensão mais exata da natureza do espaço e a criação de maneiras mais adequadas de representar a espacialidade nas plataformas computacionais. O desenvolvimento da *world wide web* e o subsequente estabelecimento de um número maior de usuários para aplicações distribuídas multi-usuários contribui para a tendência de desenvolvimento de sistemas integrados entre si. É, portanto, necessário estimular a criação de sistemas evolutivos capazes de abrigar uma quantidade grande de usuários,

e que permitem aos usuários gerenciar o processo de interação, em tempo real.

Quase todos os sistemas cooperativos em tempo real, que permitem o gerenciamento de interações múltiplas simultâneas entre usuários, exploram, de uma forma ou de outra, metáforas espaciais. A maioria dos sistemas cooperativos compartilhados concorda sobre a necessidade de se permitir o compartilhamento de recursos e de informação, de maneira que cada usuário esteja ciente das atividades dos demais. Hoje, no entanto, a maioria desses sistemas não provê qualquer forma de interoperabilidade com outros sistemas cooperativos, comportando-se como mundos fechados, com acesso bastante limitado. Uma razão para essa falta de cooperação pode ser o ainda pouco conhecimento produzido sobre a natureza de tais ambientes, o que mostra, mais uma vez, a necessidade de uma reflexão sistemática sobre modelos espaciais, a serem usados no projeto de mundos virtuais.

2.4.1 Desenvolvimento de sistemas de Realidade Virtual, ou Fazendo a tecnologia funcionar

São bem conhecidas as promessas de uma Realidade Virtual buscada, na qual pessoas distantes entre si geograficamente comunicam-se e trabalham juntas em ambientes virtuais complexos e compartilhados. O outro lado dessa moeda reluzente é o enorme e trabalhoso esforço necessário para a construção de aplicações de boa qualidade em VR, dificultado pela falta de exemplos de demonstração para uso em cavernas. Até há pouco tempo, as limitações tecnológicas eram o principal freio ao desenvolvimento de ambientes virtuais, dependendo, por exemplo, de *workstations* para assegurar sua alta qualidade gráfica. Novas gerações de placas gráficas (*graphic cards*) para PC estão solucionando esse

fig.2.29 Bolsa de Valores Virtual de Nova York em VRML.

problema. Embutida nos aspectos tecnológicos está a tarefa de escrever o *software*, cujas dimensão e complexidade são, muitas vezes, subestimadas. Segundo Tom Rodden, a falta de *frameworks* adequados para simplificar a tarefa de implementação de mundos virtuais é o problema maior [RODDEN apus CRABTREE, 2000, p.67]. Efetivamente, existem, hoje, duas opções para se implementar uma aplicação de ambiente virtual. A primeira é a programação por etapas, começando pela criação dos elementos gráficos para, em seguida, ocupar-se da flexibilidade, mas que constitui uma tarefa árdua, principalmente quando se quer conceber mundos virtuais complexos. A outra alternativa é o uso de editores de VRML, ou sistemas de ambientes virtuais prontos, sujeitando-se, no entanto, à maneira particular e restrita de como os ambientes virtuais devem ser construídos e estruturados, imposta por essas ferramentas. Além disso, para facilitar aplicações em grande escala, são necessárias técnicas e algoritmos para problemas específicos, como posicionamento, paralelismo, distribuição, sincronização e navegação. O desenvolvimento de *frameworks* permitindo a integração das diversas partes que compõem um ambiente virtual, de forma flexível, se faz urgente.

2.4.2 Exemplo: *Distributed Legible City* de Jeffrey Shaw

Em 1991, o *Advanced Interfaces Group* da Universidade de Manchester iniciou o desenvolvimento de um sistema de Realidade Virtual de usuários múltiplos para lidar com ambientes virtuais de grande escala. Uma das primeiras aplicações era o *Distributed Legible City*, de Jeffrey Shaw, concebido no final dos anos 1990, como parte de aplicações chamadas *fishcages*. São simplesmente “aquários” onde nadam diversos tipos de “peixes”. Usuários, em geral em dupla, por razões demonstrativas, são representados por *avatars* animados, e poderiam interagir tanto com o ambiente, representado através dos “aquários”

fig.2.30 Interface usuário computador: guidão com mapa, *The Legible City*, 1988 - 91.

fig.2.31 Interface usuário computador: bicicleta, *The Legible City*, 1988 - 91.

e de seus conteúdos, como com os demais avatares. *Distributed Legible City* era uma tentativa de construir um ambiente envolvente para múltiplos usuários no qual seria estudada a sociabilidade dentro de um mundo virtual.

A obra de arte na qual se baseava a aplicação – a instalação multimídia *The Legible City*, de Jeffrey Shaw –, consiste em um espaço escuro, em forma de cubo, em cujo centro situa-se uma bicicleta fixa [fig.2.31], frente a uma grande tela de projeção. Sentado na bicicleta e pedalando, o usuário tem a ilusão de atravessar uma paisagem urbana tridimensional composta por palavras [fig.2.32, 2.33, 2.34, 2.35], de uma de três cidades previamente escolhidas: Manhattan, Amsterdã e Karlsruhe, podendo ser imaginariamente transportado de uma cidade a outra ao toque de um único botão. Sobre o guidão da bicicleta [fig.2.30], um dispositivo de cristal líquido mostra um mapa da cidade escolhida, indicando, inclusive, a posição do ciclista. Cada cidade é representada através de letras formando palavras e frases, a partir de textos que se referem aos locais percorridos. A versão original da *The Legible City*, em exposição permanente no *Zentrum für Kunst und Medien*, em Karlsruhe, Alemanha, é um ambiente concebido para um usuário único, instalado em um espaço específico, com uma bicicleta adaptada e equipada com um dispositivo de cristal líquido, um dispositivo gráfico de alta qualidade e um sistema de projeção. O *software* responsável pela renderização das ruas cheias de letras e de palavras formando frases foi escrito em *OpenGL*.

Já a *Distributed Legible City* é um desdobramento do trabalho original, que inclui participantes múltiplos e tenta prover um ambiente virtual amigável e compartilhado, no qual ciclistas sentados em bicicletas adaptadas e muito distantes geograficamente umas das outras, poderiam passear juntos em três cidades representadas virtualmente, comunicando-se

entre si por ligações de áudio. Na época, foram construídas duas versões: a primeira, era constituída por uma tela de 21" montada em frente à bicicleta, como principal dispositivo de saída. A segunda versão adicionava um capacete para cada usuário e mantinha a tela como dispositivo secundário de saída para espectadores, que poderiam, assim, ver o que acontecia no ambiente. Foram realizados estudos sobre os níveis de interação, em função da mudança do uso do *desktop* em realidade virtual (com uma tela fixa) para um ambiente imersivo (com o capacete), revelando que o comportamento do usuário do ambiente imersivo era completamente diferente daquele do *desktop*. Enquanto a primeira obra tinha apenas o objetivo de investigar o ambiente, na versão distribuída a interação era dominada por outros temas, como, por exemplo, encontrar outros usuários no mundo virtual.

Já com relação à formulação de princípios gerais de *design*, visando guiar desenvolvimentos futuros de sistemas e aplicações, o grupo teve mais dificuldades. O principal problema se referia à natureza indefinida e imprevisível de uma obra de arte, uma vez que, em geral, admite diversos significados e interpretações, alguns absolutamente inesperados. O *design* inicial da *Distributed Legible City* era bastante ambicioso, demandando possibilidades técnicas nem sempre disponíveis. Ela incluía, por exemplo, noções de áreas desertas entre as cidades, onde as palavras faladas pelos usuários durante as conversações influenciariam o texto do ambiente ao redor, criando, assim, novos conjuntos de palavras baseados no intercâmbio entre usuários. Na prática, a implementação dessas extensões se verificou impraticável face ao tempo disponível. Mesmo avaliando essas diferenças e dificuldades, o projeto foi considerado um sucesso em relação aos seus objetivos iniciais, e deu início a uma série de aplicações do gênero.

76

fig.2.34, 2.35
Paisagem urbana
formado por
palavras, *The Leg-
ible City*, 1988 - 91.

2.5 Considerações

"In the absence of geography since we've explored the world, now there's the construction of new geographies through the computer, or through simulation, or through digitalization, or through replacement of the body."[LEE,1996]

O computador é um equipamento multiforme; a realidade virtual é um meio de comunicação multiforme. Estivemos dizendo até aqui que, longe de ser um assunto unicamente do campo da informática, a viabilização do experimento em realidade virtual é produto de um pensamento multidisciplinar. Efetivamente, questões diversas se colocam em relação a esta nova interface de comunicação, concernentes a diferentes campos: conceitos filosóficos aplicados – por exemplo, a questão da presença e da telepresença –, princípios tecnológicos, e uma prática sócio-espacial que envolve também seu aspecto arquitetural. Nesta área não há modelos, o que não deixa de ser instigante. Não existe, até hoje, no mundo, um único ambiente virtual paradigmático. Por outro lado, é grande e antigo o desejo humano de transcender o corpo físico, de controlar experiências sensoriais, de estar presente à distância, com os sentidos transportados através da telecomunicação. É, em fim de contas, tudo isto que alimenta o atual interesse pelo universo virtual e suas implicações, descrito, aliás, com frequência, como uma nova fronteira, aberta à exploração ou até, segundo alguns, à colonização. À priorização das questões técnicas, envolvidas pelo véu quase invisível do *design*, contrapõe-se, eterno e latente, o problema teórico da telepresença. E é precisamente porque, em toda a sua história, nunca o Ser Humano esteve tão próximo dos meios técnicos que a viabilizam, que desenvolver estudos nesta área deve significar relacionar-se com todos os diversos campos envolvidos. A aplicação final do conceito de realidade virtual pode muito bem ser um meio de comunicação de múltiplos interesses – uma combinação de televisão e telefone, por exemplo, envolvendo suavemente nossos sentidos. Em livros técnicos encontramos comumente a descrição de realidade virtual como a etapa seguinte e lógica dentro da história dos meios de comunicação. É verdade: podemos argumentar que todas as aplicações de realidade virtual são aplicações de comunicação porque envolvem, por um lado, a comunicação usuário/computador, por outro, a comunicação usuário-usuário. Múltiplas questões se abrem, como quais seriam, então, estas aplicações de realidade virtual no domínio tradicional do entretenimento, das notícias, das informações e telecomunicações. Ou ainda, que forma eles tomariam, e, finalmente, que é o que mais nos interessa aqui, quais desafios de *design* do espaço eles trariam?

Segundo Quéau [QUÉAU,1996] os mundos virtuais representam uma revolução copernicana. Antes girávamos em torno de imagens, agora giramos dentro delas. Penetrando-as, nos misturamos a elas, levados em seus poderes e vertigens. Sentindo-se como Alice no País das Maravilhas, os mundos virtuais ocupam nosso córtex e impõem suas leis e suas regras. As imagens virtuais não são somente imagens, mas possuem profundidade

– dentro, fora, atrás –, elas formam mundos ligados a modelos, capazes de chegar até as idéias que os envolvem, questionando de uma forma nova a nossa relação com a realidade, *latu sensu*. Ao se criar mundos virtuais, é preciso tomar cuidado com o poder destas imagens. A criação baseia-se em modelos que podem mostrar o mundo de uma certa maneira, configurando-o, mas, também, desconfigurando-o.

Parte 2

Espaço [virtual]

“Contemporary architecture, in the most general sense of an art after modernism, seems increasingly to be caught in the dilemma of Alice playing croquet with the Queen: she knew what the game was called, but there did not seem to be any fixed rules, and, to complicate matters, the equipment was in continuous and random movement, from the flamingo-mallets to the hedge-hog balls and the soldier hoops.” [VIDLER, 1999]

O exercício de se analisar métodos de construção de espaços, sejam eles concretos ou virtuais, e suas possíveis influências e desdobramentos, apoia-se, antes de mais nada, na revisão de métodos comumente usados na Arquitetura atual. As indagações partem de perguntas aparentemente simples: a que critérios obedecem, e, principalmente, quais idéias filosóficas e culturais sustentam tais métodos: tudo no plural, sim, face à enorme e crescente diversidade com que convivemos presentemente.

Por seu lado, a Arquitetura, como se sabe, deve atender a um leque de variáveis como técnica, necessidade de responder a demandas, qualidade espacial e estética, possivelmente com o objetivo último de “criar uma definição cultural do entorno construído”[NOUVEL,1997], como propõe o arquiteto francês Jean Nouvel. E, no entanto, é esta noção de ‘definição cultural’ que veremos modificar-se constantemente, engendrando redefinições nas posturas metodológicas e na própria criação espacial. Novos paradigmas socioculturais, ligados a alterações dos padrões de consumo, à democratização do acesso à informação mediatizada, às mensuráveis e perceptíveis tendências de individualização, tem influenciado diretamente a Arquitetura, em todos os seus níveis, e mostram-se capazes de transformá-la profundamente. Iniciadas já nos anos 1960, e brilhantemente captadas, anunciadas e potencializadas pelo grupo de arquitetos ingleses Archigram, essas transformações, são percebidas em todos os parâmetros arquitetônicos, do programa às soluções técnicas, da busca de qualidade espacial às questões plásticas. Acostumado a conceber espaços concretos, e a ser visto, pela sociedade, nestes limites, o arquiteto se recoloca em centros de pesquisa mundo afora, intrigado com as novas e aparentes possibilidades de criação de espaços, agora imbuídas de novos sentidos. Efetivamente, nas cada vez mais freqüentes e banalizadas discussões sobre espaços virtuais, a insinuação utópica do ‘virtual’ é sublinhada, ao mesmo tempo em que o termo ‘realidade’ parece ser lido como indicativo de uma realidade segura. No entanto, simuladores de vôo, jogos de vídeo ou imagens médicas do interior de um cérebro não passam de uma representação mimética, auxiliando o cotidiano com sua conveniente complexidade. Mais interessante para esta pesquisa parecem ser certos fenômenos emergentes, por exemplo os de dimensões não-compreensíveis, de diversos níveis de eventos, e os coordenados enigmáticos do movimento espacial que cresce no meio cultural tecnológico. Isto exige que nos desliguemos da nossa imaginação bidimensional e de nosso hábito mental de reconstrução tridimensional, desafiando-nos a substituí-los por uma capacidade imaginativa multidimensional.

Deveremos diferenciar a produção de ambientes virtuais quando o ponto de partida para o desenvolvimento não é do cientista de computação mais do designer, sendo no nosso caso o arquiteto. A primeira lição a ser aprendida é que estruturas tradicionais colaborativas profissionais não são mais válidas. Novas estruturas devem ser desenvolvidas, redefinir competências e redistribuição de responsabilidades. Importante para este processo é a capacidade de comunicar próximo e livremente com os colaboradores, de identificar e elucidar verdadeiros constrangimentos e liberdades técnicas, possibilitando uma inclusão construtiva destes no processo criativo. Ao mesmo tempo, para entender as implicações conceptuais de tecnologias e a dedução de sentido estético destes implicações, designers devem estar suficientemente familiarizados com as tecnologias que eles usam para entender todas as possibilidades de modificação e reconfiguração.

Hoje nos perguntamos que arquitetura seria essa que vai nutrir o discurso arquitetônico usado para a construção de ambientes virtuais. As aplicações de arquitetura dentro desse ambiente não podem ser reduzidas à simples apresentação de projetos em Autocad ou 3D-Studio. Existem, em princípio, quatro maneiras através das quais a arquitetura pode se expressar: a realização física, os desenhos, os modelos concretos em escala, e representações virtuais-espaciais. Isto significa que, às manifestações clássicas do discurso arquitetônico, vem somar-se o emprego de conceitos arquiteturais necessários para a construção no ambiente virtual. Aliás, muito antes da criação de ambientes virtuais, diversos arquitetos, como Boullée⁸², Sant'Elia⁸³, Archigram⁸⁴ e, mais recentemente, e Lebbeus Wood⁸⁵ e Libeskind⁸⁶, produziram projetos teóricos, entendidos não como proposição arquitetônica concreta mas como representação de um pensamento, o que também pode e deve ser considerado Arquitetura. É preciso buscar conceitos, trabalhando-se com meios que permitam uma nova leitura da definição arquitetônica de mundo virtual. A experimentação de conceitos filosófico-arquiteturais, freqüentemente utilizados para a produção de espaços arquitetônicos, assume novas características quando realizada no mundo virtual. O aspecto material da aplicação destes conceitos, necessário fora do espaço digital, pode ser abandonado quando de sua experimentação no computador. O essencial, neste caso, não é o objeto arquitetônico resultante de um processo construtivo convencional, mas o pensamento arquitetônico que este novo processo criativo engendra.

⁸² séc.19

⁸³ 1920

⁸⁴ anos 1960/70

⁸⁵ 1990/2000

⁸⁶ anos 1980/90

Espaço

Espaço

modo de pensar

Parte 2 -Capítulo 3

A relação entre concreto e virtual é antiga. Quando se descreve com palavras um espaço, seja ele concreto ou virtual, a descrição será, com toda certeza, diferente do que imagina cada um dos que a escutam [BERGSON, 1896]. O mesmo vale quando se visita ou se utiliza um espaço concreto: não há duas pessoas que experimentem o mesmo espaço. Isso porque, à descrição objetiva sempre se acrescentam aspectos ressentidos individual e subjetivamente, resultados de processos individuais de memorização, baseados em experiências vivenciadas. A percepção do espaço é sempre individual: sua imagem é formada, registrada e interpretada pela mente humana. É, principalmente, pela maneira individualizada como ele é percebido que o espaço digital pode, por sua vez, ser comparado ao espaço arquitetônico, talvez nutrindo-se, ambos, das mesmas fontes conceituais e metodológicas. Primeiro, porque não se pode esquecer que a construção arquitetônica atual é resultado de, pelo menos, oito séculos de sistematização científica e tecnológica, que atinge seu ápice no momento em que o funcionalismo renascentista torna-se absolutamente utilitarista, em fins do século XIX, cujo produto melhor acabado é a arquitetura chamada Moderna, ou Modernista. Ao espaço carregado de símbolos herdado dos tempos medievais, o Renascimento reservara uma ordenação clara, baseada na idéia de hierarquia. Câmaras ganham antecâmaras, salões enfileirados ganham corredores de acesso, e a grandes espaços, até então multiuso, designam-se usos precisos. Tempos modernos, aqueles dos séculos XVI e XVII, em que toda a organização espacial e ornamental passou a ser revista a partir de critérios estritamente funcionais: o lugar que cada parte ocupa no todo. Amadurecido nos séculos seguintes, o conceito foi-se despindo de sua carga simbólica, para chegar ao século XIX já claramente utilitarista: cada cômodo e cada peça de mobiliário têm sua função, extremizada, potencializada, sistematizada, no século XX, pelos métodos modernistas de concepção arquitetônica, ao empregarem, em Arquitetura, a lógica produtiva industrial seriada. É, por fim, a essa herança modernista que se refere a sociedade contemporânea, ao justificar seus espaços a partir do uso que se pode fazer deles, e não de seus significados múltiplos. Descartados, por assim dizer, ao longo do tempo, esses outros modos de conceber espaços sobrevivem nos domínios das artes, da filosofia, das ciências físicas e matemáticas, embasando formas alternativas de se formular o espaço. É por isso que, ao tomar o espaço concreto como referência, o conceptor de espaços virtuais de nossos dias tem, na maioria das vezes, trazido para o terreno da virtualidade essa carga funcionalista utilitarista: tanto quanto seu congênere concreto, o espaço virtual bem concebido é, acredita-se, aquele que melhor responde a necessidades bem formuladas. Ao tomar essa via, no entanto, subestimamos o meio digital e suas potencialidades, reduzindo ambientes virtuais – ou o que eles poderiam ser –, a cópias incompletas do espaço concreto, a simulacros [BAUDRILLARD, 1981]. Quer-se então dizer que os meios digitais nos permitiriam ir além desses limites, e que ‘ir além’ talvez signifique resgatar o que foi descartado ao longo desse processo de sistematização funcionalista do espaço. Ou, talvez, signifique também desenvolver nossa capacidade de perceber e experimentar

individualmente o espaço de forma mais criativa, e talvez seu objetivo último possa ser o de, enfim, enriquecer nossas capacidades mentais.

3.1 Espaços, diversos modos de pensar

Quinta das dez categorias aristotélicas, o espaço é designado com o advérbio que significa “em qual lugar”, mas também aparece como substantivo que significa “uma porção definida de lugar”. Aristóteles o define duplamente: relacionando-o, por um lado, aos movimentos, como lugar próprio, mas natural, de um corpo em movimento; e por outro lado, como o centro de todo ser sensível, como limite exterior do corpo. Enunciado por Aristóteles, esse é um dos grandes temas filosóficos contemporâneos: a oposição e, ao mesmo tempo, conjunção de dois conceitos de espaço, um matemático e o outro, físico. Sobre ele, o filósofo francês Granger [GRANGER, 2001, p. 184] lança um olhar detido e formula três questões: **“O que seria uma espacialidade puramente matemática?”**, **“Qual o papel do conceito contemporâneo de espaço nas ciências físicas?”**, e **“O que significa, atualmente, a representação espacial dos mundos criados artificialmente?”**. Cada uma delas merecerá atenção, posteriormente.

3.1.1 O espaço pictural

Através dos séculos, as artes pictóricas tem continuamente recolocado o problema da representação de objetos ou seres tridimensionais sobre um plano bidimensional, e particularmente da transposição do que é percebido no espaço tridimensional para uma imagem de duas dimensões [fig.3.3]. O que Platão denunciava como “criação de ilusões” tem significado, para os pintores, ao longo da história, o desafio de recriar a ilusão de espaços [GRANGER, 2001, p. 185]. Na Itália do Quattrocento, as regras da perspectiva definiram,

primeiramente de modo abstrato, um espaço a ser preenchido pela figuração plana de objetos, para que se criasse a ilusão de volume e profundidade. Essas regras de representação foram expressas por Pomponius Gauricus [fig.3.2], no início do século XVI, ao advertir que “o lugar seja anterior ao corpo que nele se hospeda”[GRANGER, 2001, p. 184]. No que diz respeito a boa parte do século XX, a arte pictórica talvez já não se preocupe tanto com essas questões, porque, em geral, seu foco deixou de ser a representação pura e simples do mundo concreto. Primeiro, ela exibiu, de maneira vigorosa, uma vontade de desestruturação e de reconstrução do objeto e do próprio espaço, evidente na produção cubista e nos trabalhos jovens de Kandinsky, por exemplo [GRANGER, 2001, p. 187]. Uma tal alteração nada teve de arbitrária, correspondendo a um desejo de representação expressionista do concreto, franqueando ao artista o direito de adicionar nacos do seu próprio imaginário aos objetos representados. Outro momento da história da arte em que a pintura buscou relações mais estreitas com representações do espaço foi quando da introdução de formas geométricas, ou aleatórias, ou inventadas, ou simples planos coloridos. É o caso de obras conhecidas, como as de Mondrian [fig.3.4], algumas de Delaunay, outras de Pollock, deliberadamente não figurativas, em que a espacialidade é reduzida ao meio abstrato e plano onde figuras são expostas. A tela propõe, então, uma solução aos problemas *sui generis* da distribuição de linhas, de superfícies e de cores. Ou, como prefere Granger, baseando-se em Aristóteles, “o sucesso estético consiste em que os elementos sobre a tela estão tendo, cada um, seu próprio espaço”[GRANGER, 2001, p. 190].

3.1.2 Modelos espaciais matemáticos e físicos usados na construção de ambientes virtuais

Usada tanto para a construção de ambientes tridimensionais de Realidade Virtual como

fig.3.4 Piet Mondrian, *Composition A*, 1923.

para interfaces bidimensionais de *desktop*, a visão cartesiana do espaço físico, expresso em coordenadas x, y, z, permite sua demarcação e a explicação de relações entre posições em seu interior. Exemplo maior nas Ciências da Computação, o modelo benfordiano de Consciência do Contexto [Benford,1995], formulado dentro de um *framework* cartesiano, foi desenhado para lidar com as noções de presença [*proximity and attention*] em ambientes virtuais compartilhados. Algumas das preocupações que estimularam o desenvolvimento desse modelo constituíam questões pragmáticas do tipo “como saber quando um objeto não é o centro da atenção do usuário, para permitir-se renderizá-lo com menos detalhes?”, ou então “como saber para quem transmitir um som emitido por um usuário em particular? Os conceitos de aura, limbo e foco [e, em trabalhos recentes, *objetos pertencentes a terceiros*] associados a esse modelo, capturam uma noção relativa de ‘proximidade’ [*nearness*]: o que eu posso ver/ouvir?”⁸²

⁸² “how can we know when an object is not the centre of a user’s attention and so render it in less detail?, how can we know to whom we transmit a particular user’s audio so as not to drown everyone in a uniform babble? The concepts of *aura*, *nimbus* and *focus* [and in later work *third party objects*] introduced in this model capture a relative notion of ‘nearness’: what can I see/hear?”. [RODDEN, apus CRABTREE, 2000, p. 59]

Existem, em Matemática, diversos campos de estudo sobre os vários tipos de espaço menos regulares, que incorporam noções abstratas de proximidade [*nearness*], todos apresentando interesse para a concepção de ambientes virtuais. Outras noções abstratas de espaço podem ser encontradas no trabalho de Rodden [Rodden,1996], tendo como ponto de partida o ‘Benford et al awareness model’. Deixando de lado o modelo euclidiano, Rodden formula a idéia de proximidade [*nearness*] a partir de estruturas gráficas encontradas na *web* e em outras áreas das Ciências da Computação. Como nota seu próprio autor, esse modelo não explicita, a partir de estruturas gráficas, as propriedades críticas da proximidade [*nearness*], a qual, mais uma vez, reafirma a necessidade de se produzirem espaços capazes de possibilitar uma sensação de absoluta proximidade [*nearness*][RODDEN, apus CRABTREE, 2000, p. 60]. Finalmente, uma forma também relevante de espaço matemático é a modelagem curva de espaço-tempo, expressa pela Teoria da Relatividade, chamado *Differential Manifold*. Seu interesse para a concepção de espaços virtuais é grande, visto que a impossibilidade, sugerida pela Teoria da Relatividade, de se usar um único sistema de coordenadas para se referir a todos os pontos é também observada no espaço virtual, do qual não existe um mapa global. A teoria de Einstein é profundamente explorada quando, por exemplo, em um sistema colaborativo imersivo, o usuário experimenta a sensação da presença de outros usuários ou objetos que, de fato, encontram-se distantes dali. Basta que a conexão de um dos usuários se interrompa, para que a geometria virtual se modifique de repente, e o que parecia perto revele-se, subitamente, distante. Outro exemplo é a realização de experiências sensoriais em ambientes virtuais, nas quais cada um dos cinco sentidos oferece uma percepção diferente da relação tempo/espaço. Quando acontecem atrasos de mídia no ambiente virtual, nos quais o som chega defasado em relação às imagens, o resultado são sensações de tempos misturados.

Nossa idéia de espaço, profundamente modificado em seu aspecto matemático, e como instrumento e objeto de uma ciência física, encontra-se transformado através de meios sempre mais poderosos, que nos convidam a nos movimentarmos cada vez menos fisicamente, mas que criam a ilusão cada vez mais perfeita de que estamos nos movimentando no mundo virtual.

Exemplo: *Transarchitecture*, por Marcos Novak⁸³

⁸³ Conhecido teórico, artista interativo e pioneiro da construção de espaços virtuais, co-fundador, junto com Paul Virilio, da *Transarchitectures Foundation*, o arquiteto participa ativamente de um crescente movimento de arquitetos que agem na esfera ampla de intervenções no espaço virtual reagrupados sob diversos nomes, como “Hybrid Architecture”, “Cyber-Architecture”, “Transarchitecture”, “Hypersurface Architecture”, ou “Liquid Architecture”, para citar alguns. Mesmo tendo construído pouco no espaço concreto, Novak é largamente visto como o principal proponente do *cyberspace* enquanto espaço autônomo arquitetônico. Desenvolveu estratégias para mostrar como o espaço concreto está sendo transformado através do espaço virtual, interligando conceitos espaciais não-euclidianos com aspectos do desdobramento de algoritmos, a visualização de metadados (modelagem matemática do espaço de dados) e ambientes musicais navegáveis através do computador. Para explorar a integração de espaços concretos e virtuais, Novak cunha os conceitos de “liquid architectures” e “transarchitectures”, que mostram possibilidades frente à arquitetura e à cultura. Tempo-espaço da comunicação global e computação em rede é que são parte, segundo Novak, de um fenômeno cultural mais amplo que ele chama de “transmodernity”. O arquiteto propõe uma arquitetura líquida combinando opostos – o *soft* com o *hard*, o masculino com o feminino, o concreto com o virtual –, com o objetivo de produzir o estranho, a terceira condição. www.centrifuge.org/marcos.

Um exemplo do pensar matemático e físico e suas sobreposições é o projeto *transPORT's2001* [fig. 3.5], realizado em conjunto com o arquiteto holandês Kas Oosterhuis para Rotterdam e cidades portuárias mundo afora. O projeto é pensado como um território físico de interatividade, que modifica suas formas nas quais os usuários podem navegar, controlando estruturas arquitetônicas variáveis através do computador. Cria-se um paralelo entre os elementos físicos e a *arquitetura líquida*, relacionando-se a navegação no porto com a navegação virtual na Internet. O ambiente é construído em *3D Studio Max*, um *software* de modelagem no qual podem-se inserir

construções de mundos em linguagem VRML, navegáveis e manipuláveis pelos visitantes na Internet, em tempo real. Novak escreve:

fig.3.5
transPORT's2001.

“Existe uma coerência em percebermos que já construímos segmentos de espaços inteligentes em nossos monitores. A tela do computador pode ser vista como um protótipo bidimensional de um espaço, cuja extensão é fixa, mas suas partes e funções mudam conforme se faz preciso ou desejado. Este espaço, uma vez destinado para a interface do usuário, já se encontra fora dos limites dos monitores e tem expandido o mundo tridimensional em toda sua extensão. A linguagem de janelas, menus, ícones, ferramentas e controles com as quais estamos habituados, estão sendo extendidos para a terceira dimensão.”⁸⁴

⁸⁴ “It is helpful to realize that we have already constructed pockets of intelligent space on our computer monitors. A computer screen can be seen as a two-dimensional prototype of a space whose extend is fixed but whose partitions and functions change as needed or desired. This space, once confined to the user interface of our computers, has already escaped the monitor and has entered the three-dimensional world at a large. The language of windows, menus, icons, tools and sundry controls to which we are already habituated is being extended to the third dimension.” [ZELLNER, 1999, p. 132]

Trabalhando com mídia e tecnologias, a obra de Novak inclui *design* gerado por algoritmos que explora concepções espaciais matemáticas e musicais, derivadas de operações computacionais que consideram o conceito de quarta dimensão. Seu trabalho pode ser visto como uma *performance* espacial total, configurado nas inter-relações entre o concreto, o virtual e o interativo.

Outros projetos de Novak, situados inteiramente no *cyberspace*, desenhados através de processos computacionais e modelos matemáticos, se mostram indiferentes a aspectos práticos do espaço concreto. “A forma não segue nem a função, nem a própria forma”, escreve Novak. “O que me preocupa é o que os Situacionistas chamaram de ‘psicogeografia’ [o estudo de efeitos específicos do meio geográfico, conscientemente organizado ou não, sobre as emoções e o comportamento dos indivíduos] desses espaços emergentes.”⁸⁵ O projeto *Data-Driven-Forms* [fig.3.6], de 1998, é um dos que gera formas a partir de conjuntos de dados. Enquanto modelo espacial, as formas exploram dois conceitos: 1. a passagem de um conjunto de dados para outro, e 2. a relação arbitrária entre conjuntos. Nos exemplos mostrados, uma função algorítmica busca automaticamente páginas da *internet*, de cujas linhas de programação extrai dados, interligando-os através de conjuntos de pontos em uma ma-

⁸⁵ “Form follows neither function nor form. I am concerned with what the Situationists called the ‘psychogeography’ [the study of specific effects of the geographical environment, consciously organized or not, on the emotions and behaviour of individuals] of these emergent spaces” [ZELLNER, 1999, p. 134]

fig.3.6 Data-Driven Forms.

triz tridimensional. Influências externas podem ser injetadas dentro dessas formas, que Novak chama de “incontaminadas”, visando introduzir expressões e respostas tangíveis, do mundo concreto. Cada variável algorítmica ou operação representa um canal no qual regras ou influências podem ser mapeadas, estática ou dinamicamente [fig.3.7,3.8]. Com frequência, a investigação de Novak no *cyberspace* é entendida como mera provocação, dificilmente aceita para amplo consumo popular. Extremamente interessante por explorar modelos matemáticos em sua concepção, o trabalho de Novak não tem, no entanto, o objetivo claro de conceber espaços, mas o de investigar capacidades e limites de sistemas computacionais. Posturas parecidas à sua são, contudo, usadas por arquitetos que produzem espaços concretos, como Osterhuis, Nox, e outros. É por vislumbrar essas possibilidades de transposições e associações metodológicas e conceituais que parece pertinente, a partir de tais experiências, refletir-se sobre o papel do arquiteto e a necessária reprogramação de suas atribuições, frente à atual evolução tecnológica.

3.1.3 Espaço como construção de sociabilidade

Pensado como arena ou palco, o espaço torna-se uma cena no qual realizam-se atividades de sociabilidade, às vezes bastante precisas, que acabam categorizando-o. É por essa lógica que, por exemplo, salas de aulas são organizadas para que, nelas, se dêem aulas, espaços de restaurantes são organizados para que, neles, refeições sejam servidas e consumidas, livrarias são espaços onde livros são estocados e consultados, ruas são espaços que abrigam o movimento de veículos e de pessoas, etc.. Com isso, não se quer dizer, de forma alguma, que as atividades ligadas à categorização espacial são as únicas possíveis no lugar a que se referem, mas que, talvez, o espaço devesse ser entendido,

fig.3.7, 3.8
Paracube.

aqui, como um meio destinado à sociabilidade, à realização da organização social do nosso dia-a-dia [O uso da metáfora da “arena” implicará, segundo Andy Crabtree e John Hughes, “em se entender espaço e lugar como um *container*, uma concepção reforçada, sem dúvida, pela dimensão física de seus agenciamentos materiais, agenciamentos que selecionam e distinguem diversas arenas de atividade.”][CRABTREE,2000,p.29] Paredes, por exemplo, são elementos físicos que podem representar, ora uma prisão, ora um lugar de refúgio, assegurando privacidade ou constituindo suporte para pinturas. Espaço e agenciamentos espaciais são incorporados às atividades que realizamos quotidianamente, no lugar que chamaremos de “espaço-em-ação”. Temas cotidianos ligados à espacialidade, como andar, comprar, dirigir, etc., são parte integrante do que cada um sabe sobre a organização do mundo no qual vive. Sendo assim, esses espaços tem forçosamente um caráter convencional e relativamente estável, o que significa que são legíveis por sua função e pelas atividades neles realizadas, as quais constituem, precisamente, as convenções do código em questão.

A construção de sociabilidade de espaços virtuais

Os mundos construídos atualmente em Realidade Virtual podem ser amplamente utilizados em tarefas da vida quotidiana, como explorar conhecimentos, mobilizar habilidades e competências, gerenciar contingências e problemas. A interação dentro desses mundos diz respeito, principalmente, às habilidades e competências de um mundo cujo conhecimento se apóia em aproximações com o mundo concreto. Isto demanda uma compreensão social da construção do espaço, produzido através de ações coordenadas, longe, portanto, da passividade de um *container*. [CRABTREE,2000,p.47] No entanto, para que ações coordenadas sejam possíveis, é essencial considerar as expectativas iniciais dos usuários, viabilizando-se esquemas de interpretação capazes de conferir sentido a cada lugar, especialmente quando se tratam de ambientes de Realidade Virtual com narrativas. Nada, portanto, decreta que tais espaços devam ser réplicas ou simulações de porções do mundo concreto. É importante, como sublinham Crabtree e Hughes, que esses ambientes sejam publicamente inteligíveis, podendo, portanto, ser apreendidos. O uso de agenciamentos materiais, que dão sentido ao espaço ao conferirem-lhe qualidades constantes, externas e objetivas, faz parte do conhecimento incorporado e compartilhado pela interação. A questão da interação, aliás, ocupará lugar central nas considerações de *design* e de infraestrutura desses ambientes. Em espaços eletrônicos distribuídos compartilhados, é importante prever meios efetivos de suporte à interação com outros usuários e em mundos não compartilhados, o que significa, em última instância, prever o espaço em si. Certamente isso envolve, por um lado, a previsão de um monitoramento das interações entre usuários, e, por outro, significa que as pessoas devem dar sentido aos espaços e lugares onde se localizam suas ações.

Dessas considerações, depreende-se a importância de um dos temas centrais dentro da comunidade de Realidade Virtual: quais parâmetros do mundo concreto podem ser minimizados para que se aproveite da funcionalidade proporcionada pela mídia eletrônica? Se a tele-comunicação será virtualmente instantânea, como se acredita, teremos que representar distâncias em um mundo virtual? Até que ponto precisamos reproduzir, nele, os aspectos de uma espacialidade corporal? O extremo oposto seria construir mundos virtuais sem os parâmetros do mundo concreto. Nesse caso, a questão seria como os usuários poderiam apreender um mundo que não corresponde ao entendimento subjetivo que temos do espaço concreto e de seus agenciamentos, ou que, simplesmente, o suspende [MERLEAU-PONTY, 1999]. Qualquer mundo virtual deve, em fim de contas, ser capaz de fornecer ao usuário as ferramentas através das quais ele se torne compreensível, e esse aspecto da questão é infinitamente mais importante do que o costumeiro debate sobre se um mundo virtual deve ou não ser um fac-símile do mundo concreto.

Exemplo: Espaço coletivo de diálogo: SecondTime.zone, por Claire Pététin e Philippe Grégoire⁸⁶

⁸⁶ www.
secondtimezone.com

Transportar as novas tecnologias informatizadas de comunicação para onde seu uso não é comum, considerando sua eficiência comprovada em outras aplicações, poderá também servir para transformar situações difíceis. É isso que os também transarquitetos Claire Pététin e Philippe Grégoire, conhecidos pela imprensa arquitetônica francesa desde a publicação do projeto “habitat-valise”, de 1996, tentam fazer há alguns anos, desde sua participação no concurso europeu de arquitetura European 1997. Na época, em um projeto de reabilitação urbana em Saint Ouen-L’Aumône, Pététin e Grégoire propuseram a ocupação dos apartamentos vazios da Cité⁸⁷ por uma rede de computadores e de projetores de

⁸⁷ conjunto habitacional, de baixa renda, situado na periferia das cidades grandes.

fig.3.9 Duas janelas do website “second time.zone”.

vídeo, buscando transformar os lugares abandonados da Cité em um vasto cybercafé. A dupla ficou ainda mais convencida do papel que essas tecnologias poder desempenhar em meio urbano após uma estadia de alguns meses em Kobe, Japão, em 1998, em que estudaram e coletaram dados sobre os desabrigados do grande terremoto de 1995, realojados em conjuntos de casas ou containers pré-fabricados em plástico e, ainda assim, interconectados através da Internet, o que lhes permitiu reconhecer-se como comunidade.

Apoiados pelo Ministério da Cultura francês, os arquitetos decidem realizar uma experiência-piloto no bairro de Courtilières de Pantin, um grande conjunto de habitação social que já foi referência nacional para operações urbanas incluindo habitações, mas que atualmente reúne uma enorme quantidade de problemas sociais, urbanísticos e arquitetônicos. Ao invés de propor uma reforma do espaço concreto, Pététin e Grégoire preferem criar uma interface usuário-computador [fig.3.9] que permita aos habitantes tomar consciência de seu bairro, passando a ser mais atuantes nele. Para tanto, instalam uma dezena de computadores em rede, na Maison du Quartier⁸⁸, com a colaboração de Thierry Blanchet, da Universidade de Strasbourg, para a parte de desenvolvimento computacional de construções na Internet. Papel igualmente central é o da assistente social do bairro, que convida os moradores a participar do projeto. Sem nunca terem tido contato com um computador, em sua grande maioria, eles aderem em grande número à experiência de navegação na Internet.

⁸⁸ Um lugar recém-criado, pertencente aos moradores do bairro, para abrigar reuniões, festas e atividades diversas.

A equipe reconstruiu Courtilières em um ambiente 3D construído em VRML [fig.3.10], permitindo que cada usuário encontrasse seu apartamento em um tipo de jogo de vídeo. Além de poder situar seu espaço doméstico dentro do clone, a idéia era a de fazer do

fig.3.10 Modelagem leve em VRML, representativo do bairro das Courtilières, em Pantin, se tornou um lugar para encontros virtuais.

espaço da Web um ponto de encontro e de identidade possível, já que no Courtylères Virtualcada um tinha o direito de se expressar através da inclusão de desenhos, textos, grafitis, fotos de classe, fotos de times de futebol, constituindo, assim, um lugar de expressão de múltiplas faces e complexidades, escondidas quando buscadas no espaço concreto. A equipe organizou também encontros com avatares (clones numéricos), e, se a experiência tivesse tido continuidade, o passo seguinte seria permitir que os moradores passassem a ter contato com os seus familiares não residentes no conjunto. Parecida, à primeira vista, com o projeto transPORT's2001, de Marcos Novak, a experiência de Pététin e Grégoire vai mais longe, criando uma interface de diálogo que pode tornar-se um meio privilegiado de comunicação e de abertura, sob a condição óbvia que políticos e outras instâncias decisórias aceitem esta forma de expressão sem impor-lhe nenhum tipo de filtro institucional. Realizada com custo muito baixo e com meios computacionais simples, totalmente inovadora na França e na Europa, a experiência pode ajudar os moradores a redescobrir o seu espaço quotidiano, a reapropriar-se de seu espaço concreto sobre novas bases, e, certamente, a conhecer melhor e aproximar-se de sua própria comunidade.

3.2 Sobreposição de modos de pensar o espaço: um mundo mais completo?

Os modos de pensar o espaço apresentados aqui de forma introdutória mostram possibilidades diversas de criação e de espacialidades, a partir de suas áreas específicas, e podem ser reagrupados em áreas de ciências científicas e humanas. Mostram também que a temática do espaço e a sua concepção podem ser o ponto comum de diálogo entre as diversas disciplinas que tratam da criação de ambientes virtuais. Enfim, a exploração de mundos virtuais tem muito a ver com a compreensão da natureza do espaço e suas relações com as interações do usuário. Para assegurar uma qualidade arquitetônica à complexa tarefa de construir ambientes virtuais podemos aventar o uso de diversos modos-de-pensar espaciais, assim considerando todos os aspectos que fazem parte do espaço dito de qualidade. Os diversos exemplos de ambientes mostrados anteriormente são, na verdade, sobreposições de modos-de-pensar matemáticos, físicos, sócio-culturais e estéticos. Para auxiliar os diversos modos-de-pensar que representam diferentes aproximações disciplinares em relação à questão da presença, precisaremos, talvez, de um modelo espacial abstrato que contenha, ao mesmo tempo, o espaço euclidiano e o espaço imaginário.

Tal modelo poderia ser esboçado a partir da proposição de Tom Rodden, Steve Petiffer e Lennart E. Fahlén de um modelo semântico de espaço construído em forma de um escopo que inclua diversos modos-de-pensar espaciais a partir de parâmetros e con-

ceitos pré-definidos. Os autores partem da premissa de que temos idéias simultâneas do espaço do mundo físico, como, por exemplo, a orientação no espaço e a definição de distância. Em outras palavras, o mundo teria um número de espaços específicos, com atributos próprios. Partindo dessa premissa, eles propõem um modelo semântico de espaço que dá conta da multiplicidade que significam a criação e a ocupação do espaço, e que, ao mesmo tempo, trabalha simultaneidades. [RODDEN et al. apud CRABTREE, 2000,p.73].

Parte da asserção de que o mundo é composto por espaços, e que os espaços são formados por um conjunto de elementos que representam *location*. *Location* é, por sua vez, dependente de um tipo de espaço preciso. Em um espaço cartesiano bidimensional, a *location* será, por exemplo, o conjunto de duplas de coordenadas xy, enquanto que na Internet será, por exemplo, o conjunto de endereços URL, e em um espaço concreto será, por exemplo, a localização do terceiro andar. Ao mesmo tempo, enquanto o mundo é definido, deve-se definir o posicionamento dos que habitam o espaço - pessoas, dispositivos e objetos passivos -, incluídos todos no termo único “corpo”, que trata cada objeto ou pessoa como corpo específico relacionando-o novamente à questão da *location* dentro do espaço específico [RODDEN et al. apud CRABTREE, 2000,p.73].

O modelo semântico, criado por objetos e espaços específicos, será então baseado nos conceitos de espaço e corpos, e na representação da *location*. Esse modelo poderia ser usado para dar apoio a um modelo computacional correspondente que permita que usuários e aplicações dividam o espaço criado e os corpos que o habitam, e seja acessível através de dispositivos diversos. Esse modelo é, no entanto, incompleto. Ele provê um *framework* computacional para a representação dos espaços mas não transmite realmente a natureza desses espaços, ou a maneira como poderiam ser usados. A necessidade de introduzir outros atributos ou aspectos para conceber esse mundo, com foco na natureza do espaço e em seu uso, se faz evidente. Ela é forçosamente interdisciplinar, dada a complexidade da construção espacial.

Interface dinâmica e interativa: *Aegis*, de Marc Goulthorpe, dECOi

Um exemplo de uso desse modelo semântico é o projeto *Aegis*, de Mark Goulthorpe, arquiteto do grupo parisiense dECOi. Premiado em 1999 em um concurso, *Aegis* é uma reflexão sobre a condição aloplástica⁸⁹, já explorada pelo arquiteto em vários de seus projetos anteriores. Trata-se de uma obra de arte produzida para o teatro do Hippodrome, de Birmingham, Inglaterra, transmitindo ao exterior do teatro o que se passa em seu interior, de forma dinâmica e interativa. Desde meados da década de 1990, dECOi vem evocando possibilidades de desenvolvimento de superfícies que poderiam reagir a

⁸⁹A definição de aloplástica, por Laplanche e Pontalis, usada no meio psicanalítico: "Autoplástica-aloplástica. Termos que qualificam dois tipos de reação ou de adaptação. O primeiro consiste em uma modificação apenas do organismo, e o segundo, em uma modificação do seu entorno. [Frankel,1998]

estímulos e ser suscetíveis a reconfigurações, tanto em escala arquitetônica quanto urbana. Projetada para ser uma superfície dinâmica, capaz de deformações físicas, *Aegis* será um prolongamento dessas idéias.

Do ponto de vista conceitual, o projeto é simples. Trata-se de uma superfície arquitetural, uma separação, uma parede feita de plaquetas metálicas [fig.3.11]. Na maior parte do tempo, a parede fica inerte, como uma cintilante tela do fundo. No entanto, dotada de potencial, revela-se portadora de uma carga latente que pode ser liberada a qualquer momento. Em resposta a estímulos advindos do ambiente do teatro, ela pode se dissolver no movimento, seja em forma de uma onda suave ou em formas mais complexas [fig.3.12, 3.13]. Goulthorpe a define como uma superfície de translação, “um tipo de mecanismo de transferência sinestética, um efeito de superfície que provoca uma espécie de curto-circuito em nossos sentidos.” [GOULTHORPE apud EDITIONS DU PATRIMOINE, 2001, p. 64] Enquanto superfície de translação ela será, em princípio, legível emitindo e transmitindo em tempo real um tipo de escritura eletrônica, tanto sensual como rítmica. Sua resolução e sua velocidade são ditadas pelos parâmetros de movimento ligados aos pistões que acionam as plaquetas, através de um sistema pneumático. Eles estão também aptos a gravar qualquer geometria de superfície ou de seqüência gerada matematicamente. A parede se deforma em função de estímulos que ela retira do ambiente, através de captores ativos ou passivos, conectado ao equipamento eletrônico central do prédio por um canal de transformação de dados, de maneira que toda atividade elétrica pode nutrir a matriz operacional, e permite registrar qualquer elemento captado eletronicamente. Todo novo dado, captado pelos sensores de ruído, temperatura ou presença, é selecionado por um monitor controlador de programa, que reage movimentando um certo número de descrições matemáticas, as quais variam segundo parâmetros de velocidade, amplitu-

fig.3.11 Protótipo: as primeiras etapas de montagem.

de, direção, etc.. O conjunto produz uma série quase infinita de permutações. Em consequência, a superfície não é nem desenhada nem determinada como tal, mas “[...] ger(atu)ada por uma ‘colheita’ de sinais captados ao acaso. Pelo desdobramento de dados sensoriais eletrônicos, o projetista adota, como foi dito, o papel de um selecionador de uma seqüência proliferante de efeitos.”⁹⁰

⁹⁰ “[...] génér(act)ée par une “cueillette” au hasard des signaux captés, par le déploiement de données sensorielles électroniques, le concepteur adopte, on l’a dit, le rôle d’un sélectionneur d’une séquence proliférante d’effets.” [GOULTHORPE apud EDITIONS DU PATRIMOINE, 2001, p. 64]

Além da equipe do dECOi, o projeto contou com a colaboração de pesquisadores da Universidade de Deakin, Austrália e da Universidade of Wellington, Nova Zelândia, para a concepção técnica e robótica, de matemáticos da Universidade College of London, Inglaterra, de engenheiros do escritório Arup & Partners, e incluiu o desenvolvimento de pesquisas para os elementos de borracha dos pistons pelo RAPRA, Inglaterra. Esta multidisciplinaridade na produção permitiu o surgimento de uma nova possibilidade de filtragem qualitativa. Ao produzirem fórmulas, os matemáticos, por exemplo, passaram a atribuir-lhes nomes cuja conotação agregava uma dimensão humana a suas expressões abstratas. Expressões como “uma grande aspirina dentro de papel alumínio”, “um gato embaixo do tapete” ou “vá sempre em frente”, conduziram à criação de alfabetos formais e de categorias de deformação. Esse filtro mais seletivo foi introduzido dentro da matriz geradora, de maneira que os atores do teatro e as companhias de passagem poderiam selecionar três categorias, dando assim conta do espírito ou da tendência artística do trabalho, adicionando-lhe modos de amortizar ou de inflexionar a formalização da base de Aegis.

Fazer de uma exploração técnica uma experiência cultural, privilegiando os mecanismos de escrita e de tradução, é a premissa deste projeto de dECOi, sugerindo, assim, um processo criativo que integra traduções e escritas múltiplas. A interatividade aqui se apoia

fig.3.12 Movimentos de Aegis reagindo ao ambiente.

nos mecanismos de tradução, a transferência evidente ou instantânea de uma mídia para outra [movimento para som, som para luz, etc.]. Concebida através da tradução de escrituras múltiplas, Aegis funciona em resposta a diversas outras formas de escritura, sublinhando, portanto, os aspectos humanos de seus processos interativos.

3.3 Considerações

Certamente, a participação de arquitetos na construção de ambientes virtuais ou de realidade mesclada modifica o modo de se pensar e criar espaços virtuais, propondo no início da fase projetual, idéias gerais e parâmetros arquitetônicos. Os arquitetos introduzem uma metodologia basicamente multidisciplinar, que auxiliaria usuários finais a confrontar-se com “produtos inovadores” e a estabelecer novos entendimentos do uso de tecnologia. O envolvimento de arquitetos certamente também age como catalisador de design e como comentador de soluções, explorando idéias em conjunto com cientistas de computação, sociólogos e artistas, levando a uma forma de integração de conceitos e representações espaciais. No entanto, as interfaces usuário-computador trazem com elas a necessidade de aprendizagem de tecnologias e conceitos tanto para o designer como para o usuário final, o que pode ser comparado à aprendizagem de alfabetos e gramáticas. Os arquitetos que desenvolveram os projetos apresentados nesse capítulo passaram ou estão passando por essa aprendizagem.

De maneira geral, confirma-se o interesse crescente e ativo de arquitetos pela construção de ambientes virtuais ou mesclados, ilustrado, por exemplo, pelo aumento exponencial de publicações sobre o tema. De certa forma, o método multidisciplinar próprio ao arquiteto mostra-se à altura da crescente multidisciplinaridade na área de design de interfaces

fig.3.13 Mais movimentos de Aegis reagindo ao ambiente.

usuário-computador. Constata-se, porém, que o envolvimento de arquitetos na construção de ambientes virtuais é ainda pequeno, talvez porque modos de fazer espaços virtuais, ou melhor, espaços para a mente, não lhes sejam ensinados atualmente, pelo menos nas escolas de arquitetura brasileiras. Tudo leva a crer, porém, que isso vai mudar em um futuro bem próximo.

Espaço [Virtual]

Espaço modo de usar

Parte 2 -Capítulo 4

Antes de mais nada, é preciso reconhecer o meio digital muito mais como universo que se relaciona com a mente humana, do que como parte do mundo concreto. O passo seguinte será, por consequência, uma atenção especial ao funcionamento da memória e, particularmente, por afinidades evidentes do ponto de vista do arquiteto, à representação espacial do processo de memorização. Observa-se, atualmente, junto ao desenvolvimento de ambientes virtuais um interesse em se recuperar modelos espaciais de memorização visando utilizá-los na construção de ambientes virtuais, abandonados e esquecidos a partir do século XIII. Em seu centro, situa-se a problemática de como se criar um ambiente que permita a ampla exploração e o contínuo estímulo de nossas capacidades mentais, proporcionando-nos experiências tão ou mais profundas do que aquelas possíveis no mundo concreto, além de experimentações com o funcionamento da memória, em todos os seus aspectos. Sobre o tratamento da informação em meio digital, Virilio escreve que “a informação pode tornar-se a terceira dimensão da matéria. Matéria, energia e informação formarão uma espécie de trilogia. Existirão tres dimensões da matéria, lado a lado, distintas do vídeo e da gráfica digital (os quais eu posso separar, assim como posso separar fotografia e cinema). [...] O que ‘realmente’ conta é a maneira como damos forma à informação, conferindo-lhe uma qualidade de primícia, é como a informação pode começar a ser reveladora.” [Virilio, 2000] Sim, a informação é o material de construção de ambientes virtuais, uma espécie de material arquitetônico do universo virtual. Essa asserção só reforça a necessidade de introduzir-se na formação do construtor de ambientes virtuais e de suas interfaces o estudo de capacidades mentais e de modelos de memorização.

fig.4.2 A percepção do mundo segundo o engenheiro, 1984.

fig.4.3 “Cosmo”: Sobrepondo sentidos humanos e rede de rádio.

4.1 Capacidades mentais para o *design* de interfaces usuário-computador

“On ne fait jamais que son propre portrait” Pablo Picasso

Compreender o complexo funcionamento dos diversos níveis da memória humana é condição essencial para se conceber um sistema de diálogo usuário-computador, uma vez que o usuário final os utiliza em sua totalidade, naturalmente, e de maneira alternada. Nem sempre esse uso é facilitado pelas interfaces atuais, construídas, em sua maioria, a partir de metáforas - como o *desktop*, por exemplo -, que não ajudam o usuário final a lembrar-se das etapas de trabalho realizadas, nem a transformar a informação que acabam de receber em conhecimento. A estrutura dessas interfaces não é, provavelmente, a mais adequada ao processo humano de memorização. Em geral, ela chega a dificultar o trabalho do usuário, obrigando-o a aprender outras formas de trabalhar com os dados armazenados na memória do computador e na sua própria, diferentes do que faria sem o auxílio da máquina. A metáfora do *desktop*, que se baseia - diz-se - na lógica humana de organização de tarefas, exige, curiosamente, um aprendizado às vezes árduo da parte de seu usuário.

4.1.1 Diversos níveis de memorização

Os níveis de memorização podem ser de longa duração, de curta duração ou de trabalho, sensorial, além de outros menos conhecidos como a memória episódica e a memória semântica [DAVID, 2001, p.15]. No nível de longa duração, as informações são estocadas e podem ser buscadas após períodos de tempo maiores. Acredita-se que sua capacidade seja infinita, e que algumas de suas partes tornem-se gradativamente me-

fig.4.4 Rosto: cinco sentidos.

nos acessíveis à medida em que se envelhece. As razões pelas quais isso acontece ainda são obscuras. Por exemplo, em um texto de 1901, Freud insistia que o esquecimento era, muitas vezes, um ato deliberado da parte do indivíduo, ainda que inconsciente, e que qualquer informação um dia armazenada na mente humana poderia ser posteriormente reencontrada.[FAULKNER,1998,p.35]. Aparentemente, a pessoa não tem nenhum controle sobre a maneira como estoca ou relaciona tais informações, nem sobre aquilo de que se lembrará durante muito tempo, já que, muitas vezes, ela pode lembrar-se de eventos que gostaria de esquecer, e esquecer-se de coisas das quais preferiria lembrar-se.

Para que possam ser usados, itens estocados no nível de longa duração precisam ser continuamente recuperados e levados para o nível de trabalho, em um processo demorado, chamado de processo de ativação. Paralelos podem ser traçados entre os níveis da memória humana e a computacional: no de longa duração, trabalha-se com informações permanentemente estocadas como em arquivos, e no de curta duração ou de trabalho, trabalha-se geralmente com informações voláteis utilizadas de forma semelhante à de realização de tarefas [DAVID,2001,p.15].

De capacidade limitada, o nível de memorização de trabalho, também chamado de memória consciente, pode ser nutrido tanto pelas informações estocadas no nível de longa duração quanto por aquelas providas pelos receptores sensoriais. A memória sensorial, que é também um tipo de memória consciente, e que lida com as informações advindas dos cinco sentidos [fig.4.4], é explorada apenas parcialmente na construção de interfaces usuário-computador - principalmente visão e audição -, ainda que a tendência óbvia seja a de se incluir os demais sentidos, potencializando-os.

fig.4.5 Apresentação das três partes do cérebro [fonte Philosophie paupe-rum de Albertus Magnus.

fig.4.6 Funções de sentidos e partes do cérebro de (Anthropologium de hominis – 1501) de Magnus Hundt, que é conhecido como o fundador da antropologia moderna.

Além desses níveis de memorização rapidamente introduzidos acima, uma distinção adicional pode ser feita entre os níveis de memorização mais ou menos desenvolvidos pelo ser humano. Por exemplo, a chamada memória episódica, que envolve a memorização de fatos e eventos, como o que a pessoa comeu no jantar ou onde esteve há alguns dias. Boa parte de eventos como esses costuma ser esquecida. Sem processamento ou estocagem, o uso desse nível de memorização tende a ser temporário e eventual, não fazendo, assim, parte nem da memória de longa duração, nem da memória de trabalho. Outro tipo de memória é a que guarda o conhecimento sobre o mundo, também chamado de memória semântica, através do qual memorizam-se, por exemplo, o significado de diferentes palavras, o tamanho das coisas, as referências para orientação espacial, etc.. Considerá-lo no desenvolvimento de ambientes virtuais é absolutamente necessário, justamente por focalizar o conhecimento sobre o mundo concreto, permitindo que o indivíduo se situe, se oriente e se identifique no espaço, seja ele concreto ou virtual.

4.1.2 Memorização em ação

O nível de memorização de curta duração, ou de trabalho, desempenha um papel importante na compreensão da linguagem e na realização de cálculos, como mostra um exemplo dado por Christine Faulkner: Para entender uma frase, é preciso ser capaz de, ao ouvir seu final, ainda lembrar-se do seu início [FAULKNER,1998,p.35]. Uma boa ilustração disso é uma brincadeira infantil, muito comum em países europeus, envolvendo, pelo menos, duas pessoas. Ela parte da idéia de que se está arrumando uma mala para viajar, imaginariamente. Sentados em roda, os jogadores são convidados a declarar oralmente, uns após os outros, quais objetos colocariam nela. A particularidade da brincadeira é que, chegada sua vez, cada jogador deve repetir em voz alta o nome de todos os objetos já

fig.4.7 Apresentação de partes do cérebro [Margarita philosophica] de Gregorius Reisch, 1503.

fig.4.8 Robert Fludd, [Utriusque Cosmis Maioris], Oppenheim 1619.

fig.4.9 Como uma
chave se torna
consciente para o Ser
humano.

declarados pelos demais jogadores, na ordem em que foram mencionados, e a esta listagem deve acrescentar um novo objeto, ampliando sucessivamente a lista de nomes que cada um repetirá. O desafio do jogo é conseguir memorizar um número crescente de nomes de objetos, na ordem em que foram mencionados, ilustrando bem o funcionamento da memória de trabalho humana, sua capacidade de reter uma certa quantidade de informações, mas também sua limitação quando essa quantidade aumenta muito. É verdade que a capacidade de processamento e memorização é individual. Alguns jogadores conseguem lembrar-se de muito mais objetos que outros, mas a *performance* do cérebro, diante do aumento do número de informações a serem processadas, pode ser treinada [DAVID,2001,p.18]. Para se lembrar dessas informações, os jogadores desenvolvem intuitivamente algumas técnicas, inclusive relacionando os objetos aos jogadores que os mencionaram, e ao seu lugar na roda. Ao ligar o nome dos objetos a uma pessoa na roda, e, portanto, a um lugar no espaço, estariam empregando uma das técnicas características de aprendizagem, que espacializa objetos e palavras para memorizá-los.

“Toda memória é, de certa forma, espacial”, afirma Dieter Hoffmann-Axthelm, levando a crer que o processo de memorização equivaleria ao processo de situar-se dentro do tempo/espaço em movimento [HOFFMANN-AXTHELM apud KUNSTFORUM, Dezembro 1994, p.148] [fig.4.10]. A memória será como um *container*, uma biblioteca, um léxico. A memória em ação é o uso que se faz do conteúdo do *container*, dos volumes da biblioteca, dos elementos do léxico. É o próprio ato de lembrar-se, constituindo uma forma de leitura nutrida pela relação entre espaço e tempo. Talvez seja, aqui, inevitável lembrar outro conhecido jogo, popularmente conhecido, no Brasil, como “Jogo da Memória”. Antigo e jogado por pessoas de todas as idades, ele tem por objetivo encontrar pares de ima-

fig.4.10 Escada entre terra e céu, de Robert Fludd, [Utriusque Cosmis Maioris], Oppenheim 1619.

gens iguais dentro de um conjunto de cartas, ordenadas em fileiras regulares, sobre uma mesa, com a face contendo a imagem voltada para baixo. Cada jogador ‘abre’ duas cartas sem tirá-las do lugar onde se encontram, mostra suas imagens aos outros, e, caso não conformem um par, volta a colocá-las na posição inicial, com a imagem voltada para baixo, no mesmo lugar da mesa. O jogador que encontra um par retira-o da mesa, mantendo vazios os lugares de onde retirou as duas cartas. O jogo termina quando não há mais cartas sobre a mesa, e o ganhador será quem mais tiver conseguido encontrar pares de cartas. É comum haver, no início do jogo, uma certa desorientação nas ações dos jogadores, abrindo cartas de maneira mais ou menos aleatória. Leva-se algum tempo para se conseguir estabelecer relações entre elas, mas o posicionamento de cada carta na mesa começa a ser memorizado já a partir da primeira jogada, permitindo a criação de uma estrutura espacial ligeiramente diferente na memória de cada participante, que lhe permitirá encontrar e formar, finalmente, os pares. A imagem estampada em cada carta é ligada ao lugar no espaço onde a carta se encontra.

O aumento do uso de modelos espaciais que incluem os diversos aspectos de memorização, em desenvolvimentos de interfaces usuário-computador - como os de ambientes virtuais ou colaborativos - e também a inserção de uma idéia de tridimensionalidade em espacialidades a priori bidimensionais, como as telas de Internet, mostram que está-se considerando a característica espacial da informação. Como já foi dito, o ser humano parece recordar-se mais facilmente de conjuntos de imagens do que de palavras, levando as pessoas, desde a antigüidade, a construir modelos espaciais visuais mentais para si, para lembrarem-se de palavras, ou de conteúdos. Como indica Cícero em seu *De oratore*, abordando a técnica de memorização chamada mnemônica, bastante empregada pelos retóricos romanos, **“quem quiser treinar essa capacidade da memória deve escolher lugares precisos, e, a partir das coisas e palavras que quiser memorizar, produzir imagens ‘virtuais’, situando-as nos lugares escolhidos. Assim, a ordem desses lugares preservará a ordem do conteúdo, a imagem das coisas ou palavras os descreverá, e poderemos usar os lugares ao invés de tabelas e as imagens no lugar de letras.”** [CÍCERO apud YATES, 1966, p.5] Essa capacidade de memorização espacial é um argumento a ser certamente considerado no desenvolvimento de interfaces manipuladas, seja de maneira direta ou metafórica. Porque são justamente as instigantes interrogações acerca da espacialidade da informação, relacionadas à questão da memorização, que atraem artistas interessados pela exploração das representações espaciais, e, principalmente, arquitetos, construtores de espaços por excelência.

4.2 Memorização em três momentos

Três momentos históricos, três exemplos de como processos de memorização são tratados espacialmente, constituindo a essência do desenho arquitetônico de três obras. A questão da memorização sistematizada pelos retóricos gregos, os espaços de memória na pintura de Giotto, e, finalmente, um edifício construído, o Globe Theatre de Shakespeare, que evidencia a relação entre interação espacial e memorização.

4.2.1 Memorização na Grécia clássica e romana.

Quem inventou a arte e técnica de desenvolver e fortalecer a memória de memorização, também chamada de mnemônica, foi o poeta grego Simonides. Bastante usada no ocidente, a também chamada mnemotécnica teve seu berço na Grécia clássica e romana, e faz parte da arte da retórica da época. Seu objetivo era o de aperfeiçoar a memória a tal ponto que até longos discursos pudessem ser pronunciados de cor. Seus princípios gerais são facilmente compreensíveis. O primeiro passo consistia em criar para si um conjunto de lugares imaginários, chamados *loci* [fig.4.11, 4.12]. O mais comum na mnemotécnica, descreve Quintilian, era imaginar-se lugares arquitetônicos: “Para se criar um conjunto de lugares imaginários, lembra-se de um espaço relativamente amplo e complexo, com um pátio, salas, quartos e salas de recepção, com seus detalhes e ornamentos, e com as estatuetas que os adornam.” [Quintilian apud YATES, 1966, p.12] Formadas apenas no cérebro, as imagens relacionadas às diversas partes do discurso devem ser posicionadas nos diferentes lugares do edifício, os quais serão visitados mentalmente durante o processo de memorização. Podemos imaginar, então, o palestrante, durante seu discurso, atravessando seu prédio imaginário e visitando os lugares de onde retira todas as imagens

fig.4.11 Apresentação bidimensional de organização espacial de objetos.

fig.4.12 Apresentação bidimensional de um conjunto de loci para memorização.

fig. 4.13 Associabilidade entre coisas, palavras e loci.

Parte 2- Capítulo 4

depositadas para compor sua fala. O mais importante texto da época sobre esse tema, o *Ad C. Herennium libri IV*¹⁷², de autor desconhecido, vai além, dividindo o cérebro humano em duas partes: o cérebro natural, “que é plantado na nossa mente”, e o cérebro artificial, reforçado a partir de treinamento. O texto estabelece diferenças entre memória de coisas e de palavras, associados a imagens, adicionando-as à primeira idéia de Quintilian - a associabilidade entre idéias e imagens [fig.4.13] - o que o torna uma poderosa técnica e o assemelha a uma forma de escritura. Quem conhece as letras do alfabeto, pode escrever o que lhe é ditado e pode reler o que foi escrito. Assim, quem aprendeu a mnemônica pode levar o que foi dito para lugares imaginários e repeti-lo a partir da memória. **“Porque os lugares equivalem ao papiros, as imagens às letras, e a repetição à leitura.”**[Quintilian apud YATES, 1966, p.12]

Para reter muito conteúdo, continua o autor, “é preciso criar muitos lugares”. Muito conteúdo em um só lugar dificulta, segundo ele, sua memorização. O texto sublinha a importância de se definir uma ordem, “uma fileira de lugares”, que será memorizada, e estará acessível a partir de qualquer *locus* dentro dessa fileira, em qualquer sentido que se queira percorrê-lo. A estruturação dos *loci* é o mais importante, já que um mesmo conjunto pode ser reaproveitado por outros conteúdos a serem lembrados. Frisa o autor que, se não forem constantemente usadas, as imagens são esquecidas ou ficam menos nítidas, enquanto que os *loci* ficam na memória e podem ser usados novamente. O *Ad Herennium* dá até mesmo sugestões sobre como esses *loci* devem ser relacionados e criados, e surpreende por sua precisão visual, chegando ao ponto de considerar a distribuição da luz ou a metragem dentro do *loci*.

Nele, as imagens são divididas em duas classes: imagens ligadas a coisas (*res*), que lembram uma afirmação, uma idéia ou algo abstrato, e imagens ligadas a palavras (*verba*), que lembram conteúdos específicos. Sempre segundo o *Ad Herennium*, as imagens escolhidas devem ter características marcantes e vivas, capazes de chamar a atenção, atravessando nossa psique. O método de memorização era ensinado, sem, contudo, que loci e imagens fossem pré-definidos, deixando ao aluno a tarefa de criar seus próprios *loci* e imagens.

Para o Ser humano, essa técnica pode parecer ultrapassada e até por isso ser pouco explorada, mas no mundo antigo, sem imprensa, sem papel para fazer anotações ou transcrever palestras, um cérebro treinado era de imensa importância. O treinamento se baseava, como vimos, em uma capacidade de memorização visual intensiva, e permanece atual hoje por causa do uso extensivo que as novas mídias eletrônicas têm feito da imagem, buscando transmitir informações.

Efetivamente, a memorização parece ser auxiliada por lugares fixos, relacionados à nossa imaginação. Quando se retorna a um lugar conhecido, após uma ausência, não apenas o reconhecemos, mas também nos lembramos de fatos vividos ali, às vezes lembramo-nos de certas pessoas, ou mesmo de pensamentos que tivemos, reforçando nossa capacidade de associar espaço e informações.

4.2.2 Espaços que narram histórias: Giotto e a pintura renascentista

Da construção de espaços de memorização, passaremos a espaços de narrativas bidimensionais, pinturescas que podemos chamar de espaços de memorização coletivos e finitos, desenvolvidos na pintura italiana do século XIV, em especial pelo pintor Giotto. Através dessa incursão, pretendemos explicar como esses artistas apresentaram narrativas paralelas, expressando profundidade e múltiplas áreas de leitura em quadros bidimensionais, partindo de uma concepção arquitetônica do espaço pictural.

A pintura italiana do século XIV inicia um novo capítulo na narrativa por imagens, aumentando e igualando a importância específica de cada campo do quadro, mobiliando-o com espaços de narração. O espaço de narração será constituído por diversos espaços e por suas interrelações: entre espaços interiores, entre interior e exterior e entre o espaço da imagem e o espaço do observador, ou, para citar Ernst Casirer: **“Espaço e Tempo não são substancias, mas ‘relações reais’, eles possuem sua objetividade verdadeira não através da realidade absoluta mas através da ‘realidade de relações.’”**⁹² Narrar será, então, um ato de relacionar uma ação e a sua narração acontecendo em lugares construídos ou mobiliadas por eles.

⁹² “Raum und Zeit sind keine Substanzen, sondern vielmehr <reale Relationen>; sie haben ihre wahrhaftige Objektivität in der <Wahrheit von Beziehungen>, nicht an einer absoluten Wirklichkeit.” [CASSIRER apud KEMP, 1996, p.9]

Como os retóricos gregos, os pintores italianos construíram espaços de narrativa em suas

fig.4.14 O nascimento de Maria

pinturas, como arquiteturas visíveis, representadas como prédios fictícios apresentados frontalmente, enquanto que o observador é posicionado em um ponto de vista exterior. A casa das narrativas não é somente quadro e espaço mas também um envelope repleto de imagens e de possibilidades de imagens. O uso da perspectiva permite adicionar paredes laterais que servem, ao mesmo tempo, como superfície de projeção e como camadas de ação. Aberturas são situadas nas paredes laterais, permitindo que o fluxo da narrativa as atravesse, podendo, por isso, ser chamadas de aberturas de ação. Como no modelo de memorização, o direcionamento da narrativa tem um papel importante.

A quarta parede do prédio imaginário está ausente, como em uma casa de bonecas, expondo à visão os espaços interiores, completos e funcionais, o que reforça o papel da narrativa como acessível ao público [KEMP, 1996, p.29]. O caráter artificial dessa abertura fica bem claro quando notamos, por exemplo, que a luminosidade interna não se altera com a ausência da quarta parede. A abertura, nesse caso, não se presta à ação, diferenciando-se das aberturas laterais: enquanto a primeira regularia a comunicação interna da imagem, as outras regulariam a comunicação entre as ações e o observador externo da imagem.

Nas pinturas de Giotto, o papel da arquitetura é claramente o de meio da ação, a ação que atravessa paredes, as quais podem ser entendidas como inter-rompimentos da continuidade da narrativa, ou, como formulado por Feldkeller, um conceito de espaço que “[...] entende aberturas e parede em seu ‘sentido duplo’ de divisão/não-divisão, como uma tela de proteção seletiva e gradual.”⁹³ A porta do edifício, que é, em última instância, um fragmento de parede móvel, é usada para descrever ações como abrir, entrar e sair, ou para expressar ruídos, como os de “ouvir atrás da porta”. Podemos concluir que esses pintores-construtores estabeleceram e experimentaram um modelo de arquitetura que se define como “criação formal onde

⁹³ “[...]begreift Öffnungen und Wand in ihrem ‘Doppelcharakter’ als Trennung/Nicht-Trennung, eben als selektive, graduelle Abschirmung.” [FELDTKELLER apud KEMP, 1996, p.37]

fig.4.15 O nascimento de Batista.

⁹⁴Formbildung im Médium der Abschirmung, wobei die Abschirmung immer zweifach zu denken ist: als Schliessung und Oeffnung. [...] Aus der Mannigfaltigkeit moeglicher Schliessungen und Oeffnungen greift die Architektur bestimmte heraus, die sie im Entwurf und Gebaeude zu einer Form verdichtet. Die Unterscheidung zwischen Schliessung und Oeffnung setzen wir an die Stelle der Differenz von Innen und Aussen. Erstere bezeichnet Entwurf und Konstruktion der Architektur, letztere die Moeglichkeiten der Darstellung von /und Kommunikation ueber Architektur". [BUHNSSEN apud KEMP, 1996, p.37]

⁹⁵ "Die ganze Welt ist eine Buehne" [FLUDD apud YATES, 1966, p. 301]

o meio de divisão é sempre entendido de, pelo menos, duas maneiras: uma como fechamento e outra abertura. A partir de inúmeras possibilidades de fechamentos e aberturas, a arquitetura escolhe algumas delas e as densifica através do projeto e da construção. Prefere-se a diferenciação entre fechamento e abertura à diferenciação entre interior e exterior. [...]”⁹⁴ Com a ajuda da arquitetura, a narrativa por imagens se constitui, em torno do ano de 1300, em relatos mediados por imagens. É a primeira vez na história de arte que comunicava-se através de imagens que organizavam sua própria e imanente comunicação.

5.2.3 Palco de ação, Globe Theatre de Shakespeare

“The whole world is a theatre.” ⁹⁵

O último subcapítulo dessa curta revisão histórica, cujo objetivo é o de mencionar conceitos e modelos atemporais e universalmente válidos como possíveis meios a serem usados na construção de ambientes virtuais, aborda a questão da memorização no desenho do Globe Theatre, um edifício realizado no mundo concreto, um teatro usado por Shakespeare, que, à sua maneira, aproxima os princípios da mnemotécnica, introduzidos na parte 4.1, da construção arquitetônica de quadros narradores de histórias, apresentados na parte 4.2.

Construído, pela primeira vez, em 1599, em Londres, o *Globe Theatre* era a casa da companhia de teatro de Lord Chamberlain, à qual pertenceu Shakespeare, e pela qual suas peças foram montadas. Construído em madeira, e podendo receber mais de mil pessoas, o teatro foi concebido segundo o sistema de memorização desenvolvido por Robert Fludd, um dos mais célebres filósofos herméticos do Renascimento inglês. O que diferenciava o sistema de memorização de Fludd era o fato de ele utilizar-se de edifícios existentes, com a recomendação de que, no processo de memorização, sempre deveriam

fig.4.16 *Globe Theatre*, cinco palcos.

ser usados lugares existentes em prédios existentes. A eles, Fludd dava o nome de Teatro, mais em seu sentido de palco do que no de um teatro completo, composto por palco e platéia. “Eu chamo de palco [um lugar, onde] todas as ações de palavras, de frases, de particularidades de um discurso ou de um tema podem ser mostradas como em um teatro público, onde encenam-se comedias e tragédias”, escreveu Fludd.⁹⁶ Sim, nesse sentido, o Globe Theatre era para ele, uma excelente oportunidade de aplicação de seu modelo de memorização.

⁹⁶Eine Buehne nenne ich (einen Ort, an dem) alle Aktionen von Woertern, von Saetzen, von Einzelheiten einer Rede oder eines Themas gezeigt werden, wie in einem oeffentlichen Theater, in dem Komoedien und Tragoedien aufgefuehrt werden.” [FLUDD apud YATES, 1966, p. 301]

O teatro de Fludd era uma adaptação do teatro vitruviano, igualmente excepcional em seu tempo. Seu exterior assemelhava-se a um castelo cheio de ameias e de balcões [fig.4.18], e seu interior dividia-se em teatro principal e teatros secundários, que se espalhavam por tres andares. Os palcos possuíam cinco acessos: três deles situavam-se no térreo - um em forma de porta central dupla, que, aberta, deixava entrever outro espaço interior, e dois como duas entradas laterais -, e os outros dois no último andar [fig.4.16, 4.17]. Esses acessos ou portas eram, então, preenchidos mentalmente com imagens, conduzindo a ação em favor das intenções mnemônicas, que os reunia em um espaço único de memória. Correspondentes aos *cinque portae* do sistema de memorização, esses acessos representam os loci do modelo de mnemotécnica.

A tradição que iniciou-se com a construção dos primeiros anfiteatros, onde apresentavam-se dramas da alma relacionados ao inferno, ao fogo e ao paraíso, viu-se mantida e potencializada na concepção renascentista de *fabrica mundi*: “O mundo inteiro é um palco”, escreveria Fludd. Certamente, o *Globe Theatre* amplia o entendimento das peças nele encenadas, a partir de suas múltiplas possibilidades de interpretação. Além, é claro, de desempenhar um papel importante na interpretação de significados filosófico-religiosos baseados em tradições renascentistas herméticas de sistemas de memorização mantidos em segredo.

fig 4.17 *Globe Theatre*, vista do palco e das tribunas para o público.

fig.4.18 *Globe Theatre*, vista exterior, 2000.

Esses métodos apresentados, assim como tantos outros, foram usados, até o século XVI para treinar e reforçar as capacidades mentais humanas, mas acabaram perdendo seu lugar, ao longo do tempo, esquecidos, deliberadamente escondidos, ou praticados apenas parcialmente quando do surgimento da filosofia cartesiana mecanicista da natureza, **“nos modos genuinamente científicos e não mágicos de operar com as forças naturais e no tremendo desenvolvimento das ciências mecânicas.”** [YATES, 1991, p.475] Foram substituídos pelo surgimento de meios de imprensa, privilegiando os documentos impressos que servem de certa forma como modelos privilegiados para por exemplo a produção de páginas Internet.

⁹⁷ Monika Fleischmann é artista, pesquisadora e coordenadora do MARS - Media Arts and Research Studies - no Instituto para Comunicação de Mídia, GMD, em Sankt Augustin, Alemanha. Em 1988, fundou Art+Com, Berlim, um instituto de pesquisa para mídias digitais. Sua formação multidisciplinar - design de moda, arte, drama e tecnologia de mídia - tornou-a perita no mundo da arte, da informática e da tecnologia da mídia. Seu trabalho artístico trata de visualização de mudança de identidade e percepção, em uma cultura de mídia digital. Seus projetos de pesquisa são baseados no design de interfaces usuário-computador e novas formas de comunicação. O design de interfaces como ferramenta, como espaço e como situação é a base da ação comunicativa e a motivação para sua exploração científica de realidades mescladas (mixed realities). Seu interesse é o de introduzir poesia e estética de interatividade na arte digital. Em oposição à teoria do corpo, usa interfaces digitais explorando a interação de forma lúdica entre corpos, artes e tecnologia. Nesse processo, a nova cross-culture dinâmica que costuma acompanhar as mídias interativas pode ser examinado. "Se não suportamos arte digital e a cultura das mídias, nossa vida cultural estará perdida com a dominância das máquinas." MF1992 <http://imk.gmd.de/people/fleischmann.mhtml>.

⁹⁸ Wolfgang Strauss é arquiteto e, atualmente, pesquisador visitante em mídia interativa no MARS - Media Arts and Research Studies - do Instituto para Comunicação de Mídia, GMD, em Sankt Augustin, Alemanha. Strauss estudou arquitetura na Academia de Belas Artes de Berlim e foi docente em Comunicação Visual na Hochschule der Kuenste de Berlim, na Escola de Arte de Mídia, KHM, de Colônia, na Escola de Artes aplicadas de Saarbrücken e na Kunsthochschule de Kassel. Foi cofundador de Art+Com, Berlim, em 1988. Seus trabalhos artísticos, produzidos em conjunto com Monika Fleischmann, foram incluídos em exposições e festivais de arte digital no mundo todo. Como arquiteto seu interesse principal é o de desenvolver métodos para a representação entre mídias em realidades mescladas. Seu trabalho recente trata de ambientes de interfaces intuitivas relacionados ao corpo humano e ao espaço de mídia digital. O trabalho do MARS inclui o Home of the Brain (Golden Nica of Ars Electronica 1992); Liquid Views; Rigid Waves,

4. 3 Memorização em instalações virtuais

“Perguntado sobre sua idéia de teatro ideal, Forsythe evocou uma arquitetura indeterminada, na qual as superfícies reconfigurar-se-iam incessantemente, e onde até o próprio apresentaria uma resistência variável, tornando-se um suporte que obrigaria os dançarinos a contínuas reequilibragens e readaptações de seus movimentos.”[GOULTHORPE apud EDITIONS DU PATRIMOINE, 2001, p. 59]

Os atuais desenvolvimentos tecnológicos digitais e suas possibili-

dades de exploração, baseadas em material visual e de informação, nos permitem rever conceitos e métodos esquecidos, ligados à exploração da nossa mente. Desenvolvidos há tantos séculos, os sistemas espaciais de memorização ganham atualidade, mas principalmente vêem-se brutalmente potencializados, uma vez que as tecnologias de realidade virtual possibilitam ao usuário uma ilusão de telepresença e imersão até então desconhecidas, convidando-os a uma interação muito mais intensa e complexa do que sonharia o ser humano na época medieval ao admirar as pinturas de Giotto, ou experimentar a espacialidade do teatro de Shakespeare. Duas instalações virtuais de características arquitetônicas constituem excelentes exemplos de aplicações estruturadas a partir de modelos de memorização espacial: Virtual City: Home of the Brain, realizada pela artista Monika

Fleischmann⁹⁷

e pelo arquiteto Wolfgang Strauss⁹⁸, em 1992, e *Place - a user's manual*, produzida em 1995 por Jeffrey Shaw⁹⁹

4.3.1 Virtual City: Home of the Brain, por Monika Fleischmann e Wolfgang Strauss, MARS, GMD.

“Thinking is like a house.” Marvin Minsky, 1991

Em 1992, a instalação virtual *Virtual City: Home of the Brain* ganhou o prêmio *Golden Nica Award in Interactive Arts*.¹⁰⁰ Foi a primeira vez que uma obra de arte usando um sistema computacional em Realidade Virtual recebeu esse prêmio. Com um título que sela de maneira inequívoca sua relação com a questão da memorização, essa instalação constituiu, segundo Fleischmann, uma metáfora de um espaço público inovador que,

Murmuring Fields. O trabalho de Fleischmann e de Strauss tem sido extensamente exibido em várias partes do mundo. Foi incluído nas exposições de Ars Electronica - Linz, ZKM, Karlsruhe, no Museu de Ciência de Nagoya, Japão, no Siggraph e apresentado ICC - Tokyo, Imagina - Monte Carlo e ISEA. <http://imk.gmd.de/>

⁹⁹ Jeffrey Shaw é visto, desde o final dos anos 1960, como um dos pioneiros da arte interativa e virtual, criando ambientes participativos que transformam o espectador em ator. Sua obra inclui performance, escultura, vídeos e diversas instalações interativas. Com o desenvolvimento de tecnologia de computação, ampliou seus modelos de espaço dinâmicos e arquitetônicos. Seus trabalhos seduzem pelas soluções inovadoras de interface entre Homem e mundos virtuais, relacionando idéias artísticas com os mais novos resultados de pesquisa em tecnologia de mídia. Busca a definição do corpo ligando-o ao pensar e ao olhar, a texto e a língua, ao espaço virtual e à experiência concreta. Estudou arquitetura, história da arte e escultura na Austrália, Inglaterra e Itália, e é co-fundador do Eventstructure Research Group, Amsterdam, e do Artist Placement Group, Londres. Sua obra é exibida mundialmente em museus e festivais. Seus trabalhos incluem *Legible City*, de 1989, *The Narrative Landscape*, de 1985, *The Virtual Museum*, de 1991, *Eve*, de 1994, *The Golden Calf*, de 1994, *Place - A Users Manual*, de 1995 e *conFIGURING the Cave*, de 1997. Desde 1991, é diretor do Instituto de Multimídia do Centro de Arte e Mídia, ZKM, Karlsruhe, Alemanha, e desde 1995 é professor de arte de novas mídias na Hochschule für Gestaltung, Karlsruhe. Coordena o ZKM, que é um centro de pesquisa e produção único no mundo onde artistas e cientistas trabalham e desenvolvem juntos aplicações artísticas de novas tecnologias de mídia.

¹⁰⁰ Prêmio mais importante do evento Ars Electronica - Linz, acontecendo anualmente.

fig.4.19 Labirinto mental, usuário entrando no labirinto virtual, Instalação interativa de Jeffrey Shaw – *Golden Calf*.

fig.4.20 Tela, instalação interativa de Jeffrey Shaw – *Golden Calf*.

fig.4.21 O labirinto, In *Peregrino* – Hermann Hugo, Gottselige Begierde, Augsburg, 1622.

fig.4.22Conceito espacial para *The Home of the brain*. Desenho a caneta, 1991.

fig.4.23 *The home of the brain*, Instalação em realidade virtual.

ativa, transforma-o em um meio de reflexão sobre as novas tecnologias. Tal espaço público inovador se baseia no edifício Stoa poikile, situado na Atenas da Antiguidade, que nada mais é do que um grande salão circundado por colunas coloridas, de planta longa e retangular. Seu nome refere-se às pinturas então expostas nesse espaço, usado como um lugar de comunicação para os discípulos do movimento filosófico Stoa, fundado, por sua vez, em torno do ano 300 AC. Baseada na representação do prédio, a obra de Fleischmann e Strauss desenvolve-se em torno de um labirinto, e é um ambiente imersivo e interativo que pode ser explorado através de um capacete [head mounted display].

Virtual City: Home of the Brain propõe quatro casas virtuais [fig.4.22, 4.23], dedicadas aos filósofos e cientistas de computação Vilém Flusser, Paul Virilio, Marvin Minsky e Joseph Weizenbaum, cuja reunião em um espaço físico concreto foi impossível de ser agendado. **“O mundo de filósofos”, segundo Fleischmann e Strauss, “é, habitualmente, um espaço simbólico de palavras e pensamentos. Transmitimos este mundo em um espaço virtual usando luz, cores, formas e palavras.”**[FLEISCHMANN, 2000] A cada filósofo faz-se corresponder uma cor, um elemento e um som. As casas são posicionadas ao redor de um labirinto tridimensional, e cada uma delas referencia-se em um conceito que representa idéias de um dos filósofos escolhidos. Através de uma luva de dados e de sensores fixados no capacete, o usuário pode transmitir ordens ao sistema computacional, que se compõe de uma Crimson Graphics Workstation e de um conjunto de software.¹⁰¹ Em tempo real, o computador responde com extratos de imagens e sons estereo resultantes dos diversos movimentos. Somente um usuário por vez pode experimentar a imersão dentro do espaço de 20m2, mergulhado em uma suave penumbra, auxiliado pelo capacete. Os outros visitantes da exposição observam, em uma tela de 3m x 3m, as imagens criadas pelo usuário. As formas usadas para representar simbolicamente cada uma das casas dos filósofos são o cubo, a pirâmide, o globo e o octaedro, que representam os quatro elementos descritos por Platão: terra, fogo, água e ar. Palavras dos filósofos são escritas sobre tiras de informação, fazendo referência às tiras de Moebius, e formando correntes de pensamentos que embrulham as casas ou objetos. Dentro de objetos geométricos posicionados no espaço, escutam-se diversos sons: água apressando-se no globo, fogueira na pirâmide, sussurrar de folhas de árvores no cubo, trovoadas no octaedron. Ao toque dos dedos sobre as fotos das quatro pessoas, o visitante pode ver vídeos sobre eles. Sentando-se nas cadeiras dos filósofos, ele ouvirá alguns de seus statements.

¹⁰¹Hardware: Silicon Graphics, Apple, VLP-Dataglover, Eyephone; Software: Stew, Wavefront, In-House SW.

A Casa da Utopia [fig.4.24] relaciona-se a Minsky, e é representada pelo elemento água e seu som característico. Sua forma é uma esfera de cor azul, envolta com correntes de pensamentos de citações do pesquisador como: **“Pode imaginar que eles acostumarem de ter**

¹⁰²“Can you imagine,

fig.4.24 Casa de Utopia de Marvin Minsky. Desenho conceitual, 1991.

fig.4.25 Casa de Catástrofe do filósofo Paul Virilio.

livros, quais não falarem um com o outro?”, “Não há diferença entre sonho e realidade.”, “Pensar é como uma casa.”¹⁰² Professor do Massachusetts Institute of Technology, Marvin Minsky é, talvez, um dos mais conhecidos representantes da área de Inteligência Artificial, cujo foco central é a reprodução e a otimização artificial do cérebro humano. A segunda casa é dedicada a Joseph Weizenbaum, também Professor do Massachusetts Institute of Technology, que pode ser visto como um antípoda de Minsky, e pede a introdução “de um pensamento ético para o desenvolvimento científico.” Na instalação em sua homenagem, podem ser lidas as seguintes frases: “Seres humanos são bastante simples”, e “A assim chamada impotência do indivíduo é, talvez, a ilusão mais perigosa que alguém pode ter.”¹⁰³ A Casa da Esperança relaciona-se a Weizenbaum e é representada pelo elemento Terra. Seu som é o de folhas de árvore se mexendo, seu volume é o cubo e sua cor é o verde. A Casa da Aventura, dedicada à visão de um espaço fluído do já falecido filósofo Vilém Flusser é representada pelo elemento Fogo e seu som é o de uma fogueira crepitando. Seu volume é uma pirâmide e sua cor, vermelha. Ouvem-se dentro da casa frases como: “Temos confiança na tecnologia [...] ela vai ser melhor [...], os homens talvez vão piorar.” Tiras de Moebius portam frases como: “Sons são memórias”, e “Telemáticos vão se tornar mais sensuais.”¹⁰⁴ Em frente à casa de Flusser, encontra-se a casa do filósofo francês Paul Virilio, conhecido como o filósofo da Velocidade, da Dromologie - uma área criada por ele, na qual sobrepoem-se campos de conhecimento como História da tecnologia, Estratégia de guerra, Urbanismo, Estética e Física. A sua ‘Casa de Catástrofe’ [fig.4.25] é representada pelo elemento ar e pelo som de um furacão. Seu volume é um octaedro, e sua cor é amarela. Nele encontram-se frases como “Hoje pode-se morrer dentro de um labirinto de signos, como antes se morria por não se ter signos”, ou “A violência da velocidade aniquila.”¹⁰⁵

that they used to have books, which didn't talk to each other?" [...] "There is no difference between dream and reality." [...] "Thinking is like a house." [GRAU, 2000, p.160]

¹⁰³ "Humans are quit simple." E: "The so called powerlessness of the individual is perhaps the most dangerous illusion one can harbour." [GRAU, 2000, p.161]

¹⁰⁴ "Haben wir Vertrauen zur Technik, [...] sie wird besser [...], die Menschen werden wahrscheinlich schlechter." "Sounds are memories." , "Telematics will become more sensual." [GRAU, 2000, p.161]

Símbolos e modelos, parte do inconsciente coletivo

Home of the Brain nos introduz a esse novo meio de comunicação através do uso de imagens digitalizadas. A instalação baseia-se em símbolos, referências a espaços imaginários-memoráveis, no melhor sentido de Frances Yates, reproduzindo virtualmente a estrutura arquitetônica de um edifício existente, a *Stoa Poikile*, organizando-se em torno de um labirinto, e permitindo, portanto, que se imagine o crescimento dessa cidade virtual com a introdução de outras casas ou até a ocupação das casas por outras personagens.

Em Home of the Brain são introduzidos quatro elementos, quatro volumes e quatro cores, relacionados a quatro filósofos. Essa forma de organização pode ser comparada ao modelo platônico de sistema de elementos, como identifica corretamente Oliver Grau, historiador da arte da Humboldt Universität, de Berlim: “Com essa sistemática, é construída uma fundação histórico-cultural altamente entrelaçada com a cultura do ocidente clássico: Fogo, Ar e

¹⁰⁵ "Today one can die in a labyrinth of signs, just before one died because there were no signs." ou: "The violence of speed annihilates." [GRAU, 2000, p.161]

¹⁰⁶ Mit dieser

Systematik wird ein kulturgeschichtliches Fundament konstruiert, das in hohem Masse mit der Kultur des Abendlandes verwoben ist: Feuer, Luft und Wasser wurden zum ersten Mal von Platon in *Timaios* mit den Raumkörpern Tetraeder, Kubus, Ikosaeder e Oktaeder identifiziert." [GRAU, 2000, p.157]

¹⁰⁷ metáfora para definir a um modelo do mundo cosmológico baseado no ensino os elementos platonianos.

¹⁰⁸Referencia a psicologia de C. D. Jung.

¹⁰⁹"[...] universelle vererbte Dispositionen der menschlichen Vorstellungskraft, die sich im kollektiven Unterbewusstsein in einem Zustand potentieller Bereitschaft befinden und deren Aktualisierung oder Bewusstmachung in besonderen Situationen wie Traum, Phantasie, Vision in Form von Symbolen erfolgt." [GRAU, 2000, p.157]

Água e Terra foram, pela primeira vez, aproximados por Platão, em *Timaios*, às formas espaciais do tetraedro, do cubo, do icosaedro e do octaedro." ¹⁰⁶ No caso em estudo, a esfera substitui o icosaedro. O uso da quantidade - quatro, o *Divina Quaternitas*¹⁰⁷ - tampouco é por acaso, e parece também associar-se a essa dimensão intercultural, como parte de um inconsciente coletivo.¹⁰⁸ Baseia-se na cultura ocidental, onde tipos arcaicos [griechische Urbilder] ou "disposições universais herdadas da capacidade imaginária humana se encontram no inconsciente coletivo em um estado potencial de possível surgimento, no qual atualização e conscientização se fazem através de símbolos, em situações especiais como sonho, fantasia, visão."¹⁰⁹

Dentro do labirinto [fig.4.26, 4.27, 4.28,4.29], cada usuário cria sua própria síntese de colagens individuais, introduzindo-se em um espaço de pensar não-material, que permite densificar informações complexas sem continuidade linear, na melhor tradição da mnemotécnica. No palco assim formado, o usuário é, ao mesmo tempo, espectador e ator, manipulando e explorando as informações através da experiência com a telepresença onde, configurado a partir das texturas do fogo, da água, do ar ou da terra, o espaço surge sempre diferente. Dentro desse cenário de Realidade Virtual, o visitante escolhe a direção e a perspectiva a partir da qual prefere ver os espaços virtuais, sem limites de tempo. Ele não mais se encontra em frente a um quadro, mas dentro dele, fazendo parte dele. "Você se vê como se estivesse se olhando em um espelho mágico", afirmam Monika Fleischmann e Wolfgang Strauss, "você começa a sentir: 'Estou me vendo, estando ao lado ou fora do Eu.' Ao mesmo tempo, você realiza: 'Eu estou no quadro, consequentemente eu sou'." ¹¹⁰ As queixas dos usuários referiam-se, principalmente, ao capacete, que dificultava a sensação de estar completamente integrado ao espaço virtual. A partir desse projeto, aliás, Fleischmann e Strauss passaram a explorar interfaces cada vez mais leves e invisíveis, associadas a

fig.4.26 A Cidadela – Mandala Kalachakra, gouache, Tibete, século XVIII

fig.4.27 A Cidadela – Sobre a arte da guerra e a planificação das fortificações. R. Fludd, *Utriusque Cosmi*, Vol. II, Oppenheim, 1619.

fig.4.28 A Cidadela – A. Kircher, *Arithmologia*, Roma 1665.

metodologias conceituais, nas quais o uso de tipos arcaicos e símbolos, e a posição de palavras e coisas no espaço virtual, baseada em modelos de memorização, tem sido continuamente aprofundados e aperfeiçoados.

Não se pode, no entanto, esquecer que essa instalação foi concebida em 1992, e realizada com os meios técnicos de que se dispunha na época. Não se trata, ainda, de uma representação altamente ilusionista. Elementos narrativos e brincadeiras, previstos inicialmente, não puderam ser incluídos. É claro que seu programa conceitual imaginário como um todo compensa largamente suas limitações técnicas, e, de qualquer forma, *Home of the Brain* sempre terá mérito de ter sido uma das primeiras expressões representativas culturais da imagem virtual.

¹¹⁰Fleischmann, M., Strauss, W. em <http://imk.gmd.de/people/fleischmann.mhtml>.

fig.4.29 Diagrama conceitual de *Home of the brain*. 1992.

fig.4.30 *Place a user's manual*. Paisagem de panorama em tempo real interativo, 1995.

fig.4.31 A Árvore de Vida, *Sefiroth* segundo Issac Luria, Amsterdam, 1708.

1 Kether	coroa suprema, vontade inicial
2 Hocmah	sabedoria, semente de todas as coisas
3 Binah	inteligência, matriz superior
4 Hesed	amor, piedade, bondade
5 Geburah	severidade, poder punitivo
6 Tiphereth	generosidade, esplendor, beleza
7 Netzah	persistência, vitória
8 Hod	magnificência, majestade
9 Yesod	fundamento de todos os poderes procriadores
10 Malcht	reino, a morada de Deus na criação

4.3.2 Place, a user's manual, por Jeffrey Shaw, ZKM.

Exposta pela primeira vez em 1995, a instalação Place, a user's manual baseia-se na tradição da pintura panorâmica, da fotografia e do cinema, permitindo explorar um espaço virtual tridimensional que se constitui de um conjunto de paisagens fotográficas panorâmicas, organizados dentro do diagrama da Árvore da Vida ou Árvore de Sefiroth¹¹¹ [fig.4.31]. O usuário dessa instalação se encontra sobre uma plataforma motorizada que gira em torno de si mesma enquanto se visualizam as paisagens. A plataforma se situa no centro de um cilindro [fig.4.32] de nove metros de diâmetro e dois metros e meio de altura, vedado por uma tela curva, na qual são projetados vídeos. As imagens exibidas dentro do cilindro transparecem também em sua face externa. Um computador controla os três projetores de vídeo, que cobrem apenas uma porção da tela - 120 graus de cada vez -, mostrando, assim, parcialmente as paisagens. A interação se dá pelo controle da câmera de vídeo, cujo giro pode ser comandado pelo usuário, através de botões e de um joystick, que dispõe de zoom e de controle de direcionamento - avançar, recuar ou rotação - permitindo que o visitante se 'movimente dentro da paisagem virtual' [fig.4.30], ao mesmo tempo em que controla a velocidade da rotação da plataforma. Outra possibilidade de interação ambiente-usuário reside na captação de qualquer som provocado pelo usuário, através de um microfone junto à camera, acionando a projeção de textos tridimensionais que tratam de lugar e de linguagem. Sua colocação dentro das paisagens é determinada dinamicamente através dos movimentos do usuário, oferecendo, assim, um meio de discurso sobre temas relacionados a lugar e a linguagem. As tecnologias usadas nessa instalação são bastante simples, acessíveis, tecnicamente confiáveis e baratas, contrariamente ao que se costuma usar em ambientes de cavernas virtuais, proporcionando assim uma fácil e rápida montagem e desmontagem, e um funcionamento constante, sem necessidade de muita manutenção e ao mesmo tempo proporcionando alta qualidade pictural e de interatividade. Tais características ilustram perfeitamente uma postura própria de Shaw, que questiona o uso de complexas tecnologias para caverna virtual, e evita usá-las em suas instalações.¹¹²

¹¹¹Definição: "A árvore de Sefiroth encontra-se no coração da Cabala, e é o seu símbolo mais representativo e multifacetado. Os Sefiroth são os dez números primordiais que, combinados com os vinte e duas letras do alfabeto hebraico, representam o plano de criação de todas as coisas superiores e inferiores. São os dez nomes, atributos ou poderes de Deus, e formam um organismo palpante a que se chama 'o rosto místico de Deus' ou o 'corpo do universo'. Assenta nos três pilares da misericórdia (direita), da severidade (esquerda) e do equilíbrio central. O pilar central forma a espinha dorsal através da qual o orvalho divino flui para o ventre.[...]"

[ROOB, 1997, p.310]

¹¹² Em Entrevista, junho 2001, ZKM, Karlsruhe

A viagem proposta por Jeffrey Shaw tem como ponto de partida o centro do diagrama da Árvore de Sefiroth, em torno do qual vêm-se cilindros posicionados em função do significado de cada lugar dentro da Árvore da Vida. A interação se inicia quando o usuário sobe na plataforma e é virtualmente posicionado no centro do diagrama da Árvore da Vida. A partir de então, ele vai navegando entre os cilindros [fig.4.33, 4.34] e escolhe um dos onze para penetrar em suas paredes translúcidas, onde se projetam imagens panorâmicas de diversos lugares - Austrália, Japão, Bali, França, Alemanha, entre outros -, descobrindo uma paisagem que se sobrepõe ao cilindro da tela. Volta-se à paisagem geral quando

fig.4.32 Instalação,
Plataforma e tela de
de projeção

fig.4.33,4.34,
paisagem de cir-
culos.

4.35, 4.36 dentro
dos círculos.

se atravessa novamente a parede virtual translúcida da paisagem contida no cilindro. Assim, onze paisagens fechadas, cilíndricas, contam histórias que podem ser exploradas dentro da paisagem geral [fig.4 35. 4.36], vista como o 'corpo do universo'. Sua exploração demanda uma confrontação intensa, e é necessário tempo para se entender a complexidade nela embutida, como bem explica Anne-Marie Duguet: **"Ainda que suas arquiteturas virtuais possam ser atravessadas sem dificuldade, elas oferecem outro tipo de resistência. São mundos codificados, santuários iniciatórios, sítios esotéricos. Uma dada peça não se presta ao entendimento imediato, interpretações potenciais nunca podem ser exaustivas. Ao invés de simplesmente tomar emprestado ao dia-dia procedimentos, arranjos e modelos hierárquicos, as estruturas simbólicas de Shaw fornecem ao mesmo tempo entendimento e mistério para os caminhos que atravessam o espaço não sinalizado da Virtualidade."**¹¹³ A instalação transcende a pintura, o livro, a peça musical ou a arquitetura, por ser, na verdade, um conjunto de várias pinturas, livros e sons, compondo uma arquitetura para um espaço mental a ser apreciado e explorado com disposição e tempo.

¹¹³While his virtual architectures can be traversed without difficulty, they do offer another kind of resistance. They are coded worlds, initiatory sanctums, esoteric sites. A given piece is not one to instant understanding, potential interpretations can never be exhausted. Instead of simply borrowing everyday hierarchic procedures, arrangements, and models, Shaw's symbolic structures provide both meaning and mystery to pathways through the unsignposted space of virtuality." [DUGUET, 1997, p.53]

A Árvore da Vida, diagrama espacial de memorização

Cada uma dessas paisagens virtuais é relacionada aos onze lugares da árvore, com seus significados específicos, como explica Shaw na entrevista em que fala sobre o processo de identificação entre imagens e lugares, dentro do diagrama da Árvore de Sefiroth.¹¹⁴ O posicionamento de cada panorama conecta a identidade visual de seu cenário a um lugar simbólico correspondente. Sobre a importância de os usuários poderem identificar o diagrama, Shaw sublinha que são os usuários que deveriam identificar a Árvore da Vida, relacionando-a com uma lógica interna e universalmente compreendida. **"O que 'segura' o conjunto"**, diz Shaw, **"é um tipo de estrutura esotérica e cosmológica, e a Árvore da Vida é um dos aspectos dessa totalidade do sistema. [...] Como se houvesse um sistema de chakras em nosso corpo ou uma coisa equivalente para a Árvore da Vida, que descreve o mundo como um todo. É um sistema que representa tudo, de maneira que se pode olhar a Árvore da Vida de um ponto, numa espécie de divisão entre masculino/feminino. Como se todo o lado esquerdo fosse o lado feminino e o lado direito fosse o lado masculino. Pode ser olhado de forma hierárquica, Deus no alto e o mundo concreto na base. É uma estrutura de análise, e bastante elegante. Uma das melhores. Tem componentes suficientes com complexidade suficiente para fazer dela uma ferramenta útil para descrição. Ela pareceu-me suficientemente útil para constituir o plano de base para esses panoramas."**¹¹⁵ O diagrama é usado para organizar uma paisagem arquitetônica, que representaria o corpo do mundo, do qual pode ser retirado um certo entendimento, universal e individual ao mesmo tempo, dependendo da própria compreensão e dedicação do usuário a querer explorá-lo. O conjunto de onze cilindros que representa o diagrama poderia ser comparado aos loci descritos no texto *Ad C. Herennium libri IV*, cheios de imagens que, por sua vez, são preenchidas com coisas e palavras. Aqui, as imagens foram criadas pelo artista, o cria-

¹¹⁴ Entrevista em Junho 2001, ZKM, Karlsruhe.

¹¹⁵What holds it all together is a somewhat esoteric and cosmological structure and the tree of life is one aspect in this totality of system.[...] Like there is a sort of sistem of sjakrah's in the body or it's something of an equivalent for the tree of life that describes the whole world. It's a system of everything, so you can look at the tree of life from one point in a sort of male/female division. Like the whole left side is the female side and the right side is the male side. You can look at it hierarchically, God's head at the top and the real world at the bottom. It's a structure of analysis and it's a fairly elegant one. One of the good ones. It has enough components with enough complexity to make it a usefull tool for description. I found it usefull enough to think that it could also constitute the groundplan for these panoramas." Em <http://www.v2.nl/projects/delocations/jefftxt.html>

dor de histórias, e por ele preenchidas com coisas e palavras, que podem ser lidas de diversas maneiras, não-linearmente.

A instalação poderia ser comparada ao teatro shakespeariano, com seus diversos palcos. O Globe Theatre também foi concebido a partir do diagrama da Árvore da Vida, só que, nele, o espectador torna-se um com o ator, transitando na fronteira entre o exterior e o interior da peça. A instalação organiza-se a partir de representações que encontram-se entre as mais antigas do mundo, onde um sistema de 'lugares de memória' é relacionado a imagens mnemônicas que teriam o poder de múltiplas associações. Dessa forma, essa instalação reinventaria um tipo de teatro mental, no sentido maior descrito pelo poeta francês Antonin Artaud, quando questionado sobre a eficiência intelectual de Arte. Artaud esperava que ele expressasse “**objetivamente, verdades secretas.**”[Artaud, 1964, p.105]

Árvore da Vida, diagrama universal

Ensina-nos o *Ad Herennium*, que “a estruturação dos loci é o mais importante, porque o mesmo conjunto pode ser reaproveitado para memorizarem-se outros conteúdos.” Isso quer dizer que uma boa estrutura espacial pode ser reaproveitada várias vezes, o que é particularmente interessante quando usada em associação com tecnologias de novas mídias, de alto custo e desenvolvimento demorado, que poderiam por sua vez serem reaproveitadas. Jeffrey Shaw usa atualmente pela terceira vez sua estruturação feita sobre a Árvore da Vida, preenchendo-a com outras imagens e conteúdos, sem, no entanto, modificar sua tecnologia básica, o hardware ou o software. Da segunda vez, criou onze imagens panorâmicas em homenagem à região da Ruhr, Alemanha, mostrando onze lugares

fig.4.37, 4.38
Cabala – Sistemas Alternativos.

emblemáticos através de colagens de cenas concretas e artificiais. No terceiro uso da instalação, em novembro 2001, em Melbourne, Austrália, os onze cilindros representavam onze praças ou lugares de Melbourne, situados em bairros de imigrantes que compõem, em fim de contas, a sociedade australiana multiétnica e multicultural. Nas paisagens de cada lugar inseriu-se uma pessoa conhecida de cada grupo étnico, pendurada pelos pés, de cabeça para baixo, contando uma piada típica. A sobreposição de uma instalação espacial concreta organizada sobre o diagrama de um modelo universal, onde conteúdos são trocados, respeitando-se, contudo, o significado de cada lugar, pode equivaler à sobreposição dos mundos concreto e virtual, ou de porções deles, onde a arquitetura do concreto será universalmente compreensível e onde o virtual é flexível e substituível. Place, a user's manual é uma primeira experimentação de realidade mesclada [mixed reality], que nos faz vislumbrar o potencial que teria o resgate desses modelos de memorização e estruturação relacionados às novas mídias.

4.4 Considerações

Usar um modelo de memorização que abranja múltiplos aspectos da Vida e que poderia, teoricamente, estruturar qualquer coisa e atividade [fig.4.38, 4.39, 4.40, 4.41]¹¹⁶, corresponde às tendências atuais em Arquitetura, que cria espaços cada vez mais flexíveis e híbridos, como nas Ciências da Computação, onde são desenvolvidas ferramentas para o design de páginas da Internet e linguagens - como XML e XSL - que permitem um reaproveitamento da estrutura contextual, preenchendo-a com outros conteúdos. No entanto, modelos de memorização vão além da mera funcionalidade prática. Essas estruturas mentais auxiliam-nos ativamente e reforçam nossa capacidade de memorização daquilo que estamos explorando. Fundamental, portanto, para transformar informação

¹¹⁶ A árvore de vida é usada até mesmo para diagramar os aspectos diversos da construção de um carro.

fig.4.39 Métodos Cabalísticos: a ação [corpo e construção].

fig.4.40 Árvore da Vida, relacionada com o corpo humano e com a casa.

em conhecimento.

Observa-se o uso de modelos de memorização não apenas na seara artística que se serve de novas mídias, mas também em explorações comerciais como, por exemplo, da produtora de novas mídias Art+Com, de Berlim, que criou para a BMW uma interface de realidade virtual usada na Feira Mundial de Hanovre, em 2000. Outra produtora comercial, a Z.-A.Net, do arquiteto Maurice Benayoun, de Paris, explora esses modelos em seus trabalhos comerciais de multimídia e de webdesign. O que essas empresas têm em comum é um perfil amplamente multidisciplinar dentro da sua estrutura empresarial, que inclui programadores, arquitetos, designers, cineastas, semioticistas, sociólogos e filósofos, e que permite, assim, uma confrontação mais completa com a questão de que espaço deve ser construído. O uso de modelos de memorização em aplicações de tecnologia de realidade virtual pode ser comparado à construção da Arquitetura no mundo concreto. Nem toda obra construída pode ser entendida como Arquitetura, assim como nem toda aplicação de tecnologia de realidade virtual pode ser chamada de Realidade Virtual. Em um espaço construído para a mente, passível de ser considerado Arquitetura, sobrepõem-se diversos modos de concepção espacial, enriquecidos e complementados por um melhor entendimento sobre os modos de usar o espaço, pelo estudo do funcionamento da nossa mente, tanto de um ponto de vista científico, quanto baseado na recuperação de estruturas espaciais que se referem a modelos de memorização e arquétipos usados desde sempre.

Conclusões Capítulo 5 Espaço

modo de fazer

„The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter. A chair displayed in such a room would be good enough to sit in. Handcuffs displayed in such a room would be confining, and a bullet displayed in such a room would be fatal. With appropriate programming such a display could literally be the Wonderland into which Alice walked.” [Sutherland, 1965, p.508]

Gilles Deleuze escreveu que “se, em pesquisa, o tempo tem grande importância, é porque toda verdade é verdade do tempo. Mas toda pesquisa é, primeiramente, pesquisa da verdade.” [DELEUZE, 1986, p.115] Nas Ciências de Computação, a busca da verdade pode tirar o fôlego de muito pesquisador. Durante os quatro anos em que nos dedicamos ativamente à pesquisa disciplinar e interdisciplinar em ciências de computação, e, particularmente, à questão da construção de interfaces, pudemos observar um enorme desenvolvimento no que se refere à realidade virtual, mas também o surgimento de novas sub-áreas, como ubiquitous computing, wearable computing, affective computing, de termos como context awareness e automação residencial, a substituição de certas linguagens e protocolos por outros, além do lançamento e a crescente banalização, no dia-a-dia, do uso de dispositivos computacionais diversos. A definição da expressão context awareness, por Abowd, como “qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de uma entidade, seja uma pessoa, um lugar ou um objetivo físico ou computacional.” [ABOWD, 1999], perpassa atualmente todas as áreas envolvidas no design de interfaces usuário-computador. Ela envolve a questão da apresentação de informações e serviços para os usuários, a execução automática de serviços, e a sinalização do contexto para a informação, para sua posterior recuperação [ABOWD, 1999]. A importância atual da consciência do contexto justificaria a introdução de modelos de memorização, permitindo assim a estruturação espacial para memorizarmos os conteúdos.

Entre pesquisadores, usuários e profissionais de Computação, fala-se também muito atualmente sobre a necessidade de integração entre os diversos dispositivos e meios computacionais, visando, justamente, a exploração da realidade como um todo, uma realidade chamada por Fleischmann e Strauss de mixed reality. Realidade mesclada, nossa tradução, é uma metáfora que pode ser pensada, segundo Strauss, “em um sentido relativamente técnico como a combinação de espaços concretos e virtuais” ou, citando Axel Wirths, a “fronteira flutuante entre espaço físico e mídia.”¹¹⁷ Esse último capítulo, **Espaço [virtual], modo de fazer**, propõe uma maneira de conceber o espaço virtual organizada em torno de seis perguntas: **o quê?, onde? quando?, por quê?, quem? e como?**, para, enfim, cobrir todos os aspectos do que constitui um método arquitetônico de espaços para a mente.

5.1 O quê? Espaço [virtual] ou espaço de memorização, construído a partir de uma combinação de modos de pensar e modos de usar

Vi-se que a construção do espaço virtual assemelha-se, no seu **modo de fazer**, à construção do espaço concreto, pois trata-se, em última instância, de uma arquitetura do virtual, que inclui igualmente domínio de parâmetros e tecnologias diversos, além do conhecimento de diferentes maneiras de pensar o espaço. A questão agora é como

combinar os âmbitos concreto e virtual, ao querer-se flutuar entre de uma maneira dinâmica, ligada a espaços mentais, e, ao mesmo tempo, sua integração a um espaço concreto. As duas instalações mostradas no capítulo 4.3, por mais pertinentes que sejam, do ponto de vista conceitual, são, no entanto, física e financeiramente inviáveis como possíveis meios de acesso para a construção de espaços de memorização individuais. Característica da imensa maioria das atuais experimentações com realidade virtual, essas dificuldades, ligadas, principalmente, a questões tecnológicas e de infraestrutura, parecem caminhar para uma solução a prazo mais ou menos breve, visto que iniciativas como a diminuição de dispositivos computacionais em tamanho e em custo, e a progressiva sofisticação da integração entre os diferentes níveis computacionais de um sistema para outro tem ocupado lugar central nas pesquisas da área.

Espaços em realidades mescladas deveriam em princípio obedecer aos mesmos modos de fazer, para que tais flutuações possam ocorrer. Utilizando-se de linguagens idênticas, com códigos semelhantes, essa transição entre os dois âmbitos talvez se torne mais fluida. Isso não quer dizer que aspectos de uma instância devam ser, necessariamente, levados para a outra, mas que será útil identificar-se pontos em comum, como o uso de modelos de memorização, legíveis nas duas instâncias. É bom, inclusive, não esquecermos que a arquitetura de espaços concretos tem ultimamente ido, com frequência, beber nas fontes conceituais da virtualidade, dispondo-se a abordar questões como flexibilidade de configurações, possibilidades de sobreposição de funções e compatibilidades entre materiais, justificando esses conceitos como reação aos novos modos de vida, às transformações da estrutura familiar e do perfil demográfico da população, que são, em boa parte, resultados da entrada das novas mídias na vida quotidiana. O espaço virtual, por sua vez, é nutrido pelos modos de fazer da arquitetura concreta, usando os diversos modos de pensar e a metodologia multidisciplinar própria do campo disciplinar arquitetônico, capazes de integrar os múltiplos aspectos da construção espacial. Não por acaso, artistas como Jeffrey Shaw, Monika Fleischmann e Wolfgang Strauss tem uma formação e uma abordagem arquitetônica ao projetarem suas instalações.

O que será então essa construção de uma espacialidade mental? Que tipo de interface seria a mais adequada? Mais uma vez referenciando-se à metodologia arquitetônica que capacita o designer a projetar e construir o que é concreto, do mobiliário ao território, o modo de fazer deve poder ser aplicável a qualquer tipo de espacialidade mental, passando pela interface da internet, de ubiquitous computing, à própria Realidade Virtual. Não se limitando a uma tecnologia ou a um ambiente específicos, tal modo de fazer permite uma sobreposição de modos de pensar e modos de usar aplicável, em princípio, a todo tipo de interface usuário-computador que trata de espacialidade para memorização. Além de um método multidisciplinar que sobreponha diversos modos de pensar o es-

paço, a proposta conceitual da construção no âmbito virtual - ou de um framework, para usarmos termos computacionais - deverá incluir a integração projetual de estruturas de memorização, sejam elas modelos, arquétipos ou diagramas. Pede uma necessária revisão de **modos de fazer** interfaces usuário-computador baseados muitas vezes em **metodos** predominantemente funcionais e estéticas, herança de uma cultura utilitarista, predominante nos âmbitos computacionais e arquitetônicos.

5.2 Onde? À procura de infra-estrutura!

No ambiente concreto, o sítio define muitos dos parâmetros de um projeto arquitetônico. Já no virtual, a pergunta **onde?** aplicada à construção de espaços para a mente é de difícil resposta, justamente por não estarmos lidando com uma locação finita. Nesse contexto, a pergunta **onde?** perde seu sentido de locação, para referir-se à infra-estrutura. A infra-estrutura para o desenvolvimento de espaços da mente não pode seccionar-se em campos disciplinares que a estudam por partes, de forma fragmentada, sem nunca entendê-la como um todo indissociável, como é hoje o caso, em centros de pesquisa das ciências de computação, ou em escolas de arte e de arquitetura. A resposta ao **onde?** precisa incluir um esforço de colaboração entre outros campos disciplinares para cobrir os diversos aspectos arquitetônicos virtuais. Mostra-se esse esforço no exemplo de *Aegis*, resultado de um trabalho colaborativo de diversas instituições e empresas, ou através do trabalho de certos centros de pesquisa, como o Fraunhofer Institut, em Sankt Augustin, Alemanha, Pesquisadores como Monika Fleischmann e Wolfgang Strauss, e seu grupo de pesquisa MARS são exceções. É, no entanto, o Zentrum fuer Kunst und Medien, de Karlsruhe, Alemanha, o que talvez mais se aproxime da infra-estrutura necessária, constituindo um centro de arte e mídia que integra ciências humanas e exatas, reunindo artistas e cientistas de excelência. Sua estrutura oferece, por um lado, todas as possibilidades técnicas de desenvolvimento e de uso de novas mídias, e, por outro, uma biblioteca abrangente das áreas de Humanidades e de Ciências Exatas, permitindo, ainda, a interação com o usuário final através de seus espaços de exposições. O ZKM não é, porém, um centro de formação sistemática, mas um alojamento para pesquisadores e artistas que, por um tempo determinado, aí desenvolvem seus projetos específicos e prestam assistência. Tanto no âmbito acadêmico como no âmbito comercial, infra-estruturas amplamente interdisciplinares simplesmente inexistem, o que pressupõe que, enquanto sua banalização não se efetua, faz-se necessária uma maior colaboração entre os diversos centros de pesquisa disciplinares e o mercado, necessária para assegurar qualidade arquitetônica virtual. O que se vê é uma crescente integração da área das ciências de computação a outras áreas, de forma transdisciplinar, como está sendo feito, por exemplo, no Departamento de Arquitetura da Technischen Hochschule, de Zurich, Suíça, onde

tem-se priorizado o ensino de design de interfaces usuário-computador e a compreensão da estrutura, do funcionamento e dos impactos das novas mídias, em lugar do mero ensino de ferramentas e de software.

5.3 Quando?

A construção de ambientes virtuais baseados em modelos de memorização já existe, ainda que pouco explorada. Jeffrey Shaw cita quatro artistas que trabalhariam hoje nessa direção, além dele próprio: Monika Fleischmann e Wolfgang Strauss, do grupo MARS, Maurice Benayoun, da empresa Z-A Net, e Joachim Sauter, da empresa Art+Com. Tudo indica, no entanto, que esse reduzido grupo vai ampliar-se uma vez entendido o grande poder de estruturação mental espacial que esses modelos permitem, quando da construção de espaços virtuais. Não estando ligados ao desenvolvimento de uma tecnologia específica de novas mídias, esses modelos poderiam ser integrados imediatamente ao desenvolvimento de qualquer interface usuário-computador que trate de memorização. Por outro lado, o reconhecimento do ambiente virtual como parte da nossa mente poderá levar a uma revisão do desenvolvimento de tecnologias de novas mídias para otimizar as interfaces entre as áreas humanas e científicas. Mais uma vez, a integração e o diálogo entre as diversas áreas envolvidas na construção de ambientes virtuais mostra-se incontornável.

5.4 Porque? Estruturas de memorização ‘pelo rigor da atividade do nosso intelecto’.

O filósofo Vilém Flusser escreveu que “a nossa imaginação, embora limitada por paredes, [...] é muito elástica e capaz de muita coisa surpreendente. Pode ultrapassar em muito as grades daquilo que chamamos de ‘realidade’, e estabelecer, além, uma multidão de mundos. Esses mundos imaginários serão tão ou mais consistentes do que o mundo da ‘realidade’, desde que a nossa imaginação criadora de mundos seja informada pelo rigor da atividade do nosso intelecto.” [FLUSSER, 1998, p.29] É justamente o rigor em relação ao conteúdo e à forma como esse conteúdo é apresentado, que tem, ultimamente, estado em questão. Como entender e enfrentar imagens e palavras cada vez mais diversificadas, sob riscos de manipulação, sem assegurar-se que sua compreensão e memorização se façam de forma rigorosa, enquanto atividade de nosso intelecto? A recuperação de estruturas de memorização, diagramas ou arquétipos para auxiliar na organização de nossa atividade intelectual será uma forma de impor rigor, estruturando e apoiando diretamente nosso pensamento, nossa escala de valores e nosso comportamento. Descobrir e investigar esses modelos ou arquétipos não significa, segundo Flusser, “render-se a eles, mas, muito pelo contrário, trazê-los à tona do intelecto. Assim intelectualizado, o homem não terá sido aniquilado, nem libertado do seu peso, mas teremos ampliado o território do seu intelecto”.

to, e, com isso, o território da atividade mais característica - e, por quê não dizer, mais nobre - do homem.” [FLUSSER, 1998, p.34] Indo além, o uso desses modelos e arquétipos como elementos de organização da atividade intelectual podem ser vistos como um modo globalizador, já que eles existem, com variações, em muitas culturas e são compreendidos universalmente.

Ao contrário, criar espacialidades virtuais sem o objetivo do aumento do território do intelecto, seria o mesmo que criar uma imaginação imperfeitamente rigorosa, de certa forma descartável, que acrescentaria pouco ao seu usuário. Isso talvez explique certas críticas que se fazem ao uso da Internet, como a feita, por exemplo, por Virilio, que fala em uma crescente inércia dos usuários frente ao bombardeamento desordenado de informações. [VIRILIO, 1995] Não é à toa que se fala tanto atualmente na importância da criação de conteúdo no meio da hipermídia para justificar o uso de interfaces de comunicação. Claro que é preciso conteúdo para viabilizar-se o uso de qualquer mídia, mas o uso de uma mídia apenas se assegura através de sua compatibilidade com o funcionamento da mente humana.

5.5 Quem?

Os conceptores de interfaces usuário-computador são, hoje, Cientistas de Computação, com certeza, ou pelo menos uma parte deles, mas também web designers, muitas vezes provenientes das Artes Gráficas ou da Publicidade, artistas plásticos, ainda que seu trabalho consista mais em experimentações artísticas do que em produtos utilitários, escritores, que vêem as interfaces como desenvolvimento de uma linguagem, e, sim!, arquitetos. A essas formações mais, digamos, tradicionais, vêm acrescentar-se outras, menos conhecidas, como os chamados *information architects* – cuja formação universitária pode não ser em Arquitetura mas, por exemplo, em Jornalismo –, responsáveis pelo planejamento da estrutura de *sites* na Internet, priorizando a facilidade de navegação através da hierarquização das informações em função do interesse do usuário.¹¹⁸

Basta, no entanto, um rápido olhar para que se perceba que nenhuma destas formações atende à totalidade dos requisitos necessários.

Capaz de conhecer em profundidade áreas tão distintas quanto as acima mencionadas, ou apto a coordenar equipes multidisciplinares, no seio das quais transitaria com desenvoltura ao relacionar-se com profissionais de diferentes horizontes, é isto que, em princípio, espera-se, hoje, do designer de interfaces. Este papel tem sido definido aos poucos, empiricamente, impulsionado justamente pela sua inexistência. É fácil perceber que, na crescentemente especializada sociedade de massas, este profissional simplesmente não existe, assim como não existe curso de formação cujo formando apresente este perfil.

Senão, vejamos: o cientista da computação domina as variáveis técnicas do problema, mas sua abordagem de tudo que se relaciona com o *Human* – o H de HCI – revela-se bastante superficial. O web designer é, antes de tudo, um auto-didata, proveniente de diversas áreas – inclusive Ciências da Computação –, que usa os produtos disponíveis no mercado na concepção *sítes* para Internet, e não necessariamente de novas interfaces. O artista revela-se um usuário – e não um *conceptor* – do meio computacional. Ele explora suas possibilidades em função de intenções artísticas que podem incluir, é verdade, conhecimentos profundos sobre o ser humano. O escritor utiliza conceitos da escrita hipertextual, mas costuma reduzir a problemática da interface a uma questão de narrativa, que ela certamente contém, mas excede. O arquiteto que se dedica à construção de interfaces tem, em geral, como preocupação central, critérios utilitários esteticamente trabalhados, advindos possivelmente da ênfase dada aos aspectos funcionais e plásticos em sua formação. Finalmente, o *Information Architect* aproxima-se muito do arquiteto convencional, à parte o fato de ter, eventualmente, recebido uma resumida formação específica em Computação.

Para o preenchimento desta lacuna, duas possibilidades tem sido recorrentemente aventadas:

Formar equipes multidisciplinares de trabalho. Trata-se de uma resposta simples e direta. Se tantos diferentes profissionais são necessários, nada melhor do que reuni-los em um mesmo grupo de trabalho, cujo produto seria forçosamente resultado de um esforço multidisciplinar. Esta colaboração, no entanto, nem sempre é fácil como possa parecer. Em uma área tão nova quanto imprecisa, cada profissional parece chegar ao grupo acreditando ser ele o verdadeiro designer, ou, pelo menos, o melhor capacitado para assumir a coordenação da equipe. Ocorre que uma enorme indefinição cerca o próprio conceito de HCI, ora vista como uma tecnologia da Computação, ora como um espaço, ora como uma atitude, preocupando-se, em geral, com a produtividade e a segurança na indústria e no comércio.

Rever a formação dos atuais designers. Uma segunda possibilidade, mais trabalhosa e de implementação bem mais longa, seria a revisão séria e meticulosa da formação dos atuais designers, no sentido de incluir-se em cada uma delas o necessário suporte metodológico para o gerenciamento de diversas disciplinas ou de diversos profissionais. A necessidade de se considerar diferentes aportes parece estar clara para todos: o que não se discute, nem se ensina, é a forma de se relacionar com eles. Apenas por esta razão, já seria difícil encontrar, entre os atuais formandos, um bom coordenador para as equipes imaginadas no item anterior.

Um necessário novo designer

A questão dos conteúdos acima descrita refere-se à primeira parte dos requisitos apresentados anteriormente - “Capaz de conhecer em profundidade áreas tão distintas quanto as acima mencionadas...” - para o perfil desse novo designer. Ficaria, no entanto, faltando preencher a segunda parte: “...apto a coordenar equipes multidisciplinares, no seio das quais transitaria com desenvoltura ao relacionar-se com profissionais de diferentes horizontes”. Para entendermos melhor esta questão, será necessário lembrar que a especialização profissional é um advento de nossa era, filho legítimo do processo industrial de produção em série, potencializado nos dois últimos séculos.

Em outras palavras, já que a formação especializada confiou conteúdos cada vez mais específicos a profissionais distintos, que teriam papéis precisos no processo de seriação, se quisermos, hoje, reunir esses conhecimentos teremos que reunir as pessoas que os detêm. Curiosamente, a profissão do arquiteto acabou por ampliar seu campo de ação na Era Industrial, abrangendo, como dissemos, desde o design de pequenos objetos ao planejamento de grandes territórios, o que veio pressupor uma formação cada vez mais plural, que inclui conhecimentos históricos, técnicos, humanistas, estéticos, funcionais, mas que também o obrigará a permanecer continuamente atualizado no que diz respeito a conceitos emergentes e meios de comunicação e de representação de idéias.

Visto por este ângulo, o arquiteto é um dos poucos profissionais contemporâneos cuja formação exige-lhe um conhecimento multidisciplinar, e cuja prática profissional atribui-lhe, com frequência, a coordenação de profissionais de origens diversas, com o objetivo de produzir um resultado uno. Isto pode significar que, entre os atuais designers de interfaces, ele talvez fosse o mais apto atualmente a coordenar o processo, por razões principalmente metodológicas, e não estéticas como se costuma afirmar. Por suas atribuições de construtor de espaços concretos, o arquiteto parece à vontade nas discussões sobre a criação de espaços virtuais. Cabe, no entanto, esperar que ele se capacite para enfrentar as alterações por que tem passado o mundo no qual ele é chamado a intervir. Sob pena de a construção do virtual se fazer sem a sua participação.

5.6 Como?

Antes de mais nada, seria preciso seguir as seguintes recomendações de Wolfgang Strauss [STRAUSS apus ENGELI, 2001]: livrar-se de luvas de dados, capacetes e outros obstáculos físicos que se interpõem entre os usuários e a experiência de comunicação. No lugar deles, devem ser priorizadas tecnologias não-intrusivas, que permitam aos

usuários interagir com sistemas de informação através de seus sentidos naturais. Um dos aspectos importantes e muitas vezes esquecido da área de computação ubíqua, por exemplo, apontado por Hiroshi Ishii [ISHII apus ENGELI, 2001], pesquisador do MIT, é o seu objetivo de integrar sistemas computacionais às atividades do dia-dia. Minimizar a presença do computador e das tecnologias na percepção humana permitiria que o foco se fechasse diretamente na experiência do usuário ao interagir com o sistema de informação, o que desenharia a experiência da interação a partir da perspectiva humana e não da tecnológica.

Com relação à tendência de focalização na qualidade da experiência do usuário com o sistema de informação, em detrimento de sua experiência com a otimização da eficiência ou da funcionalidade de tal sistema, a noção de um caráter da interface baseado em qualidade de experiência pode mostrar-se como uma metáfora útil, já que trata de aspectos como a poética da interface, inserindo-lhe valores estéticos e emocionais, e estruturas de memorização. Maddy Janse¹⁹ argumenta que para construir experiências de qualidade, as ferramentas tecnológicas de criação de novas experiências precisam de um intercâmbio multidisciplinar para se tornar maduras. Isso inclui, por exemplo, novos formatos computacionais, como o MPEG-4, para se adequar às novas experiências que as pessoas gostariam de criar.

¹⁹ Coordenadora do projeto NextTV project. [ENGELI, 2001]

Parece, porém, pouco realista esperar que muitas pessoas adotarão um perfil transdisciplinar para realizar essas experiências de qualidade, ainda que ele seja muito bem-vindo. Se esse raciocínio está correto, é preciso pensar no arranjo institucional e no apoio estratégico que deverá ser oferecido, nessa nova área interdisciplinar. E o que seria essa nova área? Hiroshi Ishii, por sua vez, prefere não vê-la como uma coisa nova, mas como uma proposta de habitar as franjas das disciplinas conhecidas. A combinação das diversas disciplinas, em diferentes formas e extensões, permite várias abordagens projetuais. O nosso trabalho, por exemplo, combina arquitetura, design de interfaces e realidade virtual, o que nos leva a uma reflexão sobre diversos modos de pensar e o uso de modelos de memorização.

Mais uma vez, a apresentação de conteúdo junto a meios digitais não deveria se limitar a aspectos estéticos e funcionais, mas basear-se em modelos que facilitem a memorização individual. No âmbito virtual, essa memorização será diferente daquela baseada em textos, predominante nos últimos três séculos. Para ser explorada e aproveitada de forma plena, é preciso que se organize um processo de aprendizagem dentro do ambiente virtual que inclua os usuários finais. O filósofo Pierre Lévy aponta as modificações na área da Educação com a chegada das novas mídias [LEVY,2000]. O papel do educador está se modificando, deixando de ser aquele que transmite conhecimentos, para tornar-

se aquele que coordena os processos de conhecimento. Percebe-se hoje também que alunos e estudantes realizam seus trabalhos com pouca ou nenhuma interação com os professores. Isso leva a alguns perguntas sobre como o papel da educação está sendo transformado, quem atualmente está ensinando, ou se a relação tradicionalmente forte entre cultura e educação está se enfraquecendo. A organização e a estratégia de aprendizagem em que se baseiam os processos de conhecimento poderiam incluir o ensino de modelos de memorização. Quem aprendesse assim, possivelmente alcançaria o rigor intelectual do qual falava Flusser.

Algumas estratégias simples

É preciso apoio institucional para trabalhos transdisciplinares. Concebidas, em sua imensa maioria, de acordo com o modelo europeu das cátedras, cuja estanqueidade disciplinar permanece intacta até hoje, mesmo após as sucessivas reformas e revisões do modelo, as universidades atuais parecem ter dificuldade em trabalhar bem com a aplicação da transdisciplinaridade. O mesmo pode-se, infelizmente, dizer das agências de fomento à pesquisa, habituadas a tratar demandas de financiamento através de uma classificação por campos de conhecimentos que só contribui para a fragmentação do pensamento técnico-científico. Se, por um lado, é verdade que as instituições deveriam colaborar mais, por outro, devem ser encontradas, construídas e financiadas alternativas para que universidades e agências possam alojar essa nova área.

Há ainda o problema da falta de entendimento do que outras disciplinas estão escrevendo sobre a mesma área. Tanto em congressos quanto nas próprias agências de fomento, projetos e artigos interdisciplinares são lidos e avaliados por pesquisadores ou profissionais de outras áreas. É o caso do cast01 [ENGELI, 2001], em que cientistas avaliam artigos escritos por designers, ou artistas lêem artigos escritos por engenheiros. Para enfrentar esse problema, é preciso um esforço no sentido de construir discursos capazes de serem entendidos fora do próprio campo disciplinar. Ao mesmo tempo, é necessário encorajar os estudantes a escrever e a pensar sobre disciplinas a fins, no sentido de desenvolver-lhes uma compreensão histórico-cultural da mídia e da interatividade. Além disso, devem ser focalizados objetivos de longo prazo, como, por exemplo, os modelos de memorização usados na construção de ambientes virtuais, que não se alteram tão rapidamente quanto as novas tecnologias.

5.7 Após *The Matrix*

Depois do jogo
É antes do jogo.

[S. Herberger, 2000]

O filme *The Matrix*, dirigido pelos irmãos Wachowski e lançado em 1999, propunha uma interface entre o espaço concreto e o espaço virtual coletivo em forma de um *plug* implementado no cérebro dos usuários do sistema. Acionada por estímulos externos, e imperceptível para seus usuários, essa interface os tele-transportava através de um espaço virtual pré-definido, simulacro do espaço concreto, permitindo, ainda, que os diversos navegadores nele se reencontrassem. Ampliando as questões elencadas pelos Wachowski, propomos, a seguir, uma breve reflexão sobre a suposta criação de um espaço mental não pré-definido, mas concebido individualmente, acessível, talvez, no futuro, por dispositivos semelhantes ao *plug* usado no filme.

Imagina-se a construção de um **espaço [virtual]** capaz de permitir e de estimular a memorização de coisas [imagens, fatos, sons] e palavras. Ao invés de apresentar uma configuração espacial pré-determinada, o espaço será concebido por quem o ocupa, seguindo os princípios da mnemotécnica, através da organização de componentes e elementos arquitetônicos e computacionais. Novos conteúdos podem ser aí posicionados, bastando para isso que seu usuário-conceptor acrescente novos elementos que ampliem ou criem novas espacialidades. A quantidade de conteúdos, como ditam as regras da mnemotécnica, deve respeitar nossas capacidades mentais de absorção e processamento, e o seu posicionamento espacial deve enfatizar uma clara diferenciação entre espaços, para evitar que se confundam conteúdos. No que se refere à escolha dos materiais, está-se falando de um leque bem amplo de possibilidades, já que a principal regra a obedecer é que se garanta a flexibilidade do espaço e a compatibilidade e integração entre os diversos elementos e aspectos arquitetônicos e computacionais. A imperceptibilidade da interface usuário-computador torna-se secundária: ela é, sim, importante para diminuir possíveis estranhamentos e dificuldades de interação, mas insuficiente quando se considera que, na criação desse espaço mental, segundo modelos de memorização, a prioridade são a individualidade e as diferenças culturais. O contexto a ser criado é, assim, de responsabilidade individual, assim como a escolha do conteúdo e a forma de sua estocagem. O caráter individual do processo de memorização, ligado à criação de espacialidades em realidades virtuais e mistas fica, assim, assegurado.

A partir dessa tese, o prosseguimento dessa pesquisa depende, com certeza, na continuidade da integração entre as diversas disciplinas envolvidas na construção de espacialidades virtuais baseados em modelos de estruturação mentais. Diversos traba-

lhos de pesquisa estão sendo iniciados em torno da proposta de construção e revisão de interfaces usuário-computador a partir do método proposto. Em sentido inverso, mas na mesma direção, situam-se pesquisas que têm como ponto focal o espaço concreto, relacionando-o a conceitos advindos da virtualidade, como os realizados pelo grupo de pesquisa Nomads.usp, que trabalha sobre a relação entre habitação e novas mídias, e está atualmente planejando a construção de um espaço que inclui aspectos e conceitos de realidade virtual. Seria interessante explorar, em tal ambiente, nossa proposta de sobreposição de modos de pensar e modelos de mnemotécnica.

bibliografia

- ABOWD, G.D., DEY, A.K., **Towards a better understanding of context and context-awareness**. GVU Technical Report GITGVU-99-22, College of Computing, Georgia Institute of Technology.
- ALBER, A. F., **Interactive computer system**, Hardbound: Plenum, 1993.
- ARARIBÓIA, G., **Inteligência Artificial: um enfoque prático**, Rio de Janeiro: LTC, 1989.
- ARTAUD, A., **Le théâtre et son double**, Paris: Gallimard, 1964.
- ARISTOTELES, **The Poetics, em Rhetoric and Poetics of Aristotle**, New York: Modern Library, 1954.
- ASCHER, F., **On ne peut plus penser l'espace public sans se poser la question des nouvelles technologies**, In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000.
- BARDINI, T., **Bridging the gulf: From Hypertext to Cyberspace**, Dep. de Communication, Université de Montréal, JCMC 3 (2), Sept. 1997.
- BARRASS S., ECCLES, H., GOEBEL, M., UNNUETZER, P., **1998-1999 Virtual Environments: Activity Report**, GMD, 2000.
- BARRETT, E., **Contextual media: Multimedia and Interpretation**, Cambridge: The MIT Press, 1997.
- BATES, D., **Architecture after Geometry**, London: Architectural Design, 1997.
- BAUDRILLARD, J. **Simulacres et simulations**, Paris: Galilée, 1981.
- BECKMANN, J., **The Virtual Dimension: architecture, representation and crash culture**, Princeton: Architectural Press, 1998.
- BELL, J., **3D Studio Max R2.5, f/x and design**, Albany, NY: Coriolis, 1998.
- BENEDIKT, M., **Cyberspace**, Cambridge: The MIT Press, 1991.
- BENFORD, S. et al., **Supporting Cooperative Work in Virtual Environments**, The Computer Journal, v.37, n.º.8.
- BENJAMIN, A., **Reiser + Umemoto: recent projects**, Chichester, West Sussex: Academy Editions, c1998
- BENJAMIN, W., **L'oeuvre d'art à l'époque de sa reproduction mécanisée**, Paris: Gallimard, 1991.
- BERGSON, H., **Matière et Mémoire**, 1896.
- BERK, E., DEVLIN, J., Eds., **Hypertext/Hypermedia Handbook**, London: Intertext/McGrawHill, 1991.
- BERTOL, D., **Designing Digital Space, an architect's guide to Virtual Reality**, New York : Wiley, 1997.
- BIANCHI, P., **Aesthetik des Reisens**, Colônia: Kunstforum N.º. 135, Fevereiro a Maio 1997.
- BIGGERSTAFF, T.J., **System Software Tools**, Englewood Cliffs : Prentice / Hall International , 1986.
- BIOCCA, F., MARK, L., **Communication in the Age of Virtual Reality**, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc, 1995.
- BOLTER, J.D., **Writing Space, the Computer, Hypertext and the History of Writing**, New Jersey: L. Erlbaum Ass., 1991.

BLAU, B. et al., **Networked Virtual Environments**, Cambridge: Massachussets, Proceedings of the 1992 Symposium on Interactive 3D graphics, April 1992.

BRETON, Ph., **L'intelligence Collective: Pour Une Anthropologie Du Cyberspace**, in Le monde diplomatique, fev.1995.

BROECKMANN, A., BROUWER, J., LOOTSMA, B., MULDER, A., SPUYBROEK, L., **The Art of the Accident: Art+Architetur+Media Technology**, Rotterdam: NAI Publishers/V2_Organisatie, 1998.

BROWN, D., **ZenLux, Architecture and Electronics**, New York: SITES/Lumen Books, 1996.

BURDEA, G., COIFFET, P., **Virtual reality technology**, New York: Wiley&Sons, 1994.

CARLSSON, C. HAGSAND, **O DIVE - a multi-user virtual reality system**, Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium, pp.394-400, Sept.1981

CARROL, L., **Through the looking glass**, New York: Exeter Books, 1865.

CRABTREE, A., ROUNCEFIELD, M., Hughes, J., **Common Methodology, Relatorio de Pesquisa**, Inglaterra: Lancaster University, 2000.

COATES, G., **Program from invisible site – a virtual show. A multimedia performance work**, San Francisco: George Coates Performance Works, CA, 1992.

COOLEY, M., **Human Centered Systems: An urgent problem for System Designers**, Revista AI&Society, VOL. 1, 1987, p. 37-46.

COULONES, G., **Distributed Systems**, New York: Addison-Wesley, 1994.

COY, W., **Das neue Bild der Welt, Wissenschaft und Aesthetik**, Colônia: Kunstforum, N°. 124, Novembro, Dezembro 1993.

DAVID, C., **Les Clefs de la mémoire**, In: Revista Le Nouvel Observateur, 17-23 Maio 2001, p.15.

_____, **Cultivez vos neurones**, In: Revista Le Nouvel Observateur, 17-23 Maio 2001. P.26.

_____, **Les Oulipiens d'aujourd'hui**, In: Revista Magazine Littéraire 398, Maio de 2001. p.32.

DAVIDSON, C., (ed), **Anybody**, Cambridge: MIT Press, 1998.

DAVIDSON, C., (ed), **Anyhow**, Cambridge: MIT Press, 1998.

DELEUZE, G., **Proust et les signes**, Paris: Presses Universitaires de France, 1986.

DERTOUZOS, M., **What Will Be : How the New World of Information Will Change Our Lives**, San Francisco: Harper, 1997.

DERY, M., **Escape Velocity, Cyberculture at the end of the Century**, New York: Grove Press, 1996.

DREYFUS, H. L., **What Computers still can't do?**, Cambridge: MIT Press, 1992.

DRUCKREY, T., (ed.), **Electronic Culture: Technology and Visual Representation**, New York: Aperture, 1996.

DRUCKREY, T., **Von der Phänomologie der Wahrnehmung zur Neurophänomologie der Rezeption**, Alemanha: Kunstforum, Bd. 133, Feb.-Apr.1996.

DUGUET, A. M., KLOTZ, H., WEIBEL, P., **Jeffrey Shaw - a user's manual**, Karlsruhe: ZKM, 1997.

DURLACH, N. I., MAVOR, A., **Virtual Reality: Scientific and Technological Challenges**, Washington: National Academic Press, 1995.

EDITIONS DU PATRIMOINE, **Virtuel Réel**, Paris: Les cahiers de la recherche architecturales et urbaine, N°. 7, 2001.

ELLIS, S., **Nature and origins of virtual environments: A bibliographic essay**, Computer Systems in Engineering, 2(4), 1991.

ENGELBART, D.C., **Special considerations of the individual as a user, generator, and retriever of information**, American Documentation, 12(2), 1961.

ENGELI, M., **Digital Stories: The Poetics of Communication**, Basel: Birkhaeuser, 2000.

_____. **Bits and Spaces: Architecture and computing for Physical, Virtual, Hybrid Realms: 33 Projects by Architecture and CAAD**, ETH Zurich, Basel: Birkhaeuser, 2001.

ENGELI, M., SENGERS, Ph., **Review Of Cast01 // Living In Mixed Realities & cast01**, Bonn: Fraunhofer Institut, 23 de setembro 2001.

FARIA, G.B.; SANTOS, JR, J.B.; GOULARTE, R.; MOREIRA, E.S. **Uso de Perfis em Aplicações Interativas Conscientes de Contexto**. Simpósio Brasileiro de Hipermedia e Multimidia (SBMIDIA), August 2001.

FAULKNER, C. H., **The essence of Human-Computer Interaction**, London, Prentice Hall, 1998.

FILLION, O., **Cybermonde: embarquement immédiat**. In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000, p.15.

_____. **Metapolis: Des agitateurs à Barcelone**, In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000, p.18.

_____. **Drôle d'endroit: pour une rencontre**, In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000, p.19.

_____. **Gregoire et Petetin: Une première aux Courtilières**, In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000, p.21.

_____. **Annette Weitraub: raconte l'architecture**, In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000, p.22.

_____. **Maurice Benayoun: virtual reality architect**, In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000, p.23.

_____. **Chris Romero: Installations hybrides**, In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000. p.24.

_____. **Gruppo A 12: Les mots de la city**, In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000. p.24.

_____. **Nigel Coates: Inventeur de la ville hypermedia**, In: Revista D'Architecture 104, Setembro de 2000, p. 24.

FLANEGAN, D., **Java Script, the definitive Guide**, Cambridge: O'Reilly, 1998.

FLUSSER, V., **Ficções Filosóficas**, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

FLUSSER, V., **Ins Universum der Technischen Bilder**, Frankfurt: Fischer Verlag, 1990.

FLUSSER, V., **Kommunikologie**, Frankfurt: Fischer, 1998.

FOLEY, J. D., VANDAM, A., **Fundamentals of Interactive Computer Graphics**, New York: Addison-Wesley, 1990 (2.a Edição).

FRANKEL, J. B., **Ferenczi's trauma theory**, The American Journal of Psychoanalysis, vol. 58, nº. 7, 1998.

GARDENFORS, P., **Conceptual Spaces: The Geometry of Thought**, Cambridge: The MIT Press, 2000.

GIBSON, W., **Neuromancer**, New York: Ace Books, 1984.

GIBSON, W., **Count Zero**, New York: Ace Books, 1986.

GINSBERG, M., **Essentials of Artificial Intelligence**. San Mateo, Calif. : Morgan Kaufmann Publishers, 1993.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Cyberstar'97: Wettbewerb fuer interaktive Konzepte und Visionen**, Março 1997.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Murmuring fields – na extended performance and framework for virtual stages**, Setembro 1997.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Liquid views: Die virtuelle Quelle des Narziss**, Setembro 1997.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Die Responsive Workbench – Interaktiver Multi-Media Arbeitsplatz**, Março 1998.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **FLUVIS – Interactive visualization or three dimensional fluid dynamics**, Março 1998.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Avango: The virtual Environment Framework**, Janeiro 2000.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **CyberStage Productions**, Janeiro 2000.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Interactive Engineering in Virtual Environments**, Janeiro 2000.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Immersive Telepresence**, Janeiro 2000.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Display Systems for Virtual Environments**, Janeiro 2000.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Cubic Mouse**, Janeiro 2000.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **IMK – Institute for Media Communication: your key to the world of new media**, Agosto 2000.

GMD (German National Research Center for Information Technology), **Invited Artistsat Mars-Explorations Media lab**, Setembro 2000.

GOLDBERG, K., **The Robot in the Garden: telerobotics and Telepistemology in the age of the Internet**, Cambridge: The MIT Press, 2000.

GOODBRAND, A., SENG693 – **Trends in Software Engineering**, 1997, <http://www.cpsc.ucalgary.ca/~alang/SENG693/major.html> .

GRANGER, G., et al., **Quelle philosophie pour le XXIe siècle? L'Organon du nouveau siècle**, Paris: Gallimard/ Centre Pompidou, 2001.

GRAU, O., **The history of telepresença**, São Paulo: seminário Invenção, ITAU, set. 1999.

- GRAU, O., **Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart**, Berlin: Reimer, 2000.
- GREENBAUM, P., **The Lawnmower man**, Film and video, 9 (3), 1992.
- HEARN, D., BAKER, P., **Computer Graphics**, London: Prentice-Hall, 1994.
- HEIM, M., **The metaphysics of virtual reality**, New York: Oxford University Press, 1993.
- HEIM, M., **Virtual Realism**, New York: Oxford University Press, 1998.
- HILLIS, K., **Digital Sensations**, Minneapolis: The University of Minnesota Press, 1999.
- HODGES, A., **Who invented the computer, Alan Turing's claim**, <http://ftp.arl.mil/~mike/comphist/>.
- HOFFMANN-AXTHELM, D., **Zwischen Erinnern und Vergessen**, Colônia: Kunstforum N°. 128, Dezembro 1994.
- HOLTZMAN, S.T., **Digital Mantras, the languages of abstract and virtual worlds**, Cambridge: MIT-Press, 1995.
- HOLTZMAN, S., **Digital Mosaics: The Aesthetics of Cyberspace**, New York: Simon & Schuster, 1997.
- JOHNSON, S., **Interface Culture: How new technology transforms the way we create and communicate**, New York: Basic Books, 1997.
- KALAWSKY, R. S., **The Science of Virtual Reality and Virtual Environments**, New York: Addison-Wesley, 1993.
- KEMP, W., **Zur Bildererzaehlung seit Giotto**, Muenchen: Beck, 1996.
- KITAGAWARA, A., **Kitagawara**, Tokyo: JA8, 1992-4.
- KOSKO, B., **Fuzzy Thinking**, New York: Flamingo, Inglaterra, 1994.
- KROCKER, A. M., **Digital delirium**, New York: St Martin's Press, 1997.
- KRUEGER, M., **Artificial reality**, New York: Addison-Wesley, 1991.
- KUNSTFORUM 124, **Das Neue Bild der Welt: Wissenschaft und Aethetik: Chaos, Gehirn, Systemforschung, Robotik, Kuenstliche Intelligenz, Virtuelle Realitaet**, Outubro/Dezembro 1993.
- _____ 128, **Zwischen Erinnern und Vergessen: Transitorische Turbulenzen II**, Outubro/Dezembro 1994.
- _____ 136, **Aesthetik des Reisens: Ankommen Hiersein Weggehen**, Fevereiro/ Maio 1997.
- LERUP, L., **After the city**, Cambridge: The MIT Press, 2000.
- LAUREL, B., **Computer as Theater**, New York: Addison-Wesley, 1991.
- LAUREL, B., **The Art of Human-Computer Interface Design**, New York: Addison-Wesley, 1990.
- LEMONNIER M., **Comment font donc les surdoués?** In: Revista Le Nouvel Observateur, 17-23 Maio 2001.
- LEVY, P., **Qu'est-ce que le virtuel?**, Paris: La Decouverte, 1995.
- LEVY, P., BONONNO, R., **Collective Intelligence : Mankind's Emerging World in Cyberspace**, Hardbound: Plenum, 1997.

LEVY, P., **Becoming Virtual, reality in the digital age**, New York: Plenum Trade, 1998.

LEVY, P., **As formas do saber: Educação**, São Paulo: Franmi, Vídeo, 2000.

LUNENFELD, P., **Digital Dialectic: New Essay on New Media**, Cambridge: The MIT Press, 1999.

MACAULEY, L., **Human-Computer Interaction for Software Designers**, London: Thomson Computer Press, 1995.

MAEDA, J., **Design by Numbers**, Cambridge: MIT Press, 1999.

MANOURY, C., **L'informatique face à la logique du vivant**, In: Jornal Le Monde Interactif, Quarta-feira, dia 25 de Abril de 2001.

MCLUHAN, E., **Essential McLuhan**, New York: Basic Books, 1995.

MCLUHAN, M., FIORE, Q., **The medium is the message, an inventory of effects**, San Francisco: Hard Wired, 1967.

MERLAU-PONTY, M., **Fenomenologia da Percepção**, São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MILLER, S., **Civilizing Cyberspace: Policy, Power, and the Information Superhighway**, New York: Addison Wesley, 1997.

MITCHELL, W., **City of Bits**, USA. http://www-mitpress.mit.edu/City_of_Bits/

MOREIRA, E.D.S., NUNES, M.D.G.V., PIMENTEL, M.D.G.C., - **Design Issues for a Distributed Hypermedia-based Tutoring System (HyDTS)**, Proceedings of the International Conference on Computer Application in Industry, (IASTED'95), Cairo, Egypt, December/95.

MOREIRA, E.D.S., REAMI, E.R., PISSOLI, M., - **Live Video for Distributed Multimedia/Hypermedia Applications: Directly Connecting Video Sources to TCP/IP Networks**, Proceedings of the 18th Annual International Conference MIPRO' 95 on Multimedia/Hypermedia Systems, Croacia, maio, 1995.

MOREIRA, E.D.S., ENCINAS, W.S., RAMOS, A.B., **Bringing Wireless Video into Networked Multimedia Systems**, International Journal Display, vol. 17, nº.3, Londres: Elsevier Science, 1997.

MOSER, M., MACLEOD, D., **Immersed in Technology, Art and Virtual Environments**, Massachusetts: MIT Press, 1996.

Multimedia to Virtual Reality, New York: Phaidon/Chronicle Books, 1994.

MUMFORD, E., **Designing Human Systems for New Technology: The Ethics Method**, Manchester: Manchester Business School Press, 1983.

MYERS, B.A., M.B. ROSSON, **Survey On User Interface Programming**. Proceedings Of The Conference On Human Factors In Computing Systems, 1992. 195-202.

NEGROPONTE, N., **Being digital**, New York: Vintage, 1995.

NIELSEN, J., **Hypertext and Hipermedia**, Boston: Academic Press, c1990

PARENTE, A., **A última versão da realidade** In **A sociologia no Horizonte do século XXI**, São Paulo: Bontempo, 1997.

PESCE, M., VRML, **Flying through the Web**, Indianapolis, IN : New Riders Pub., 1996.

- PICARD, R., **Affective Computing**, Cambridge: The MIT Press, 1997.
- PICON-LEFÈBRE, V., **Hyperrealisme et fiction**, Technique et architecture, fev.1993.
- PIMENTEL, K., TEIXEIRA, K., **Virtual reality,through the new looking glass**, New York: McGraw-Hill, 1994.
- PREECE, J., **Human-Computer Interaction**, New York: Addison-Wesley, 1994.
- PRESSMAN, R.S., **Software Engineering, a Practitioner's Approach**, London: Mc Graw Hill, 1992.
- PRESSMANN, R.S., **Engenharia de Software**, São Paulo: Makron Books, 1995.
- QUÉAU, P., **Virtuelle Vision**, Colônia: Kunstforum n°. 133, Feb.-Apr.1996.
- RHEINGOLD, H., **Virtual Reality**, New York, Summit Books, 1991.
- RIVOIRE, A., **Dessine-moi un cyberspace**, Journal Libération, cahier multimedia, dia 24.4.97.
- RÖTZER, F., **Der virtuelle Körper, Die Zukunft des Körpers II**, Kunstforum, Bd. 133, Köln,1996.
- ROOB, A., **Alquimia & Misticismo**, Colônia: Taschen, 1997.
- RUSSELL S.J., **Artificial Intelligence: A Modern Approach**, Upper Saddle River: Prentice Hall, 1995.
- SANTOS JR., J. B. DOS; GOULARTE, R.; FARIA, G. B.; MOREIRA, E. S.,**Modelling of user interaction in context-aware interactive television application on distributed environments**. Proceedings of 1st Workshop on Personalization in Future TV held in conjunction with he 8th International Conference on User Modelling. Sonthofen, Germany, July 2001.
- SHNEIDERMAN, B., **Designing the User Interface, Strategies for Effective Human-Computer Interaction**, New York: Addison-Wesley, 1992.
- SOMMERVILLE, I., **Software Engineering**. 3rd edition, New York: Addison-Wesley, 1989.
- SPILLER, N., **Digital Dreams: Architecture and the new alchemic**, New York: Whitney Library of Design, 1998.
- SUTCLIFFE, A., **Human-Computer Interface Design**, New York: Springer, 1989.
- STEELS, L., **Die Zukunft der Intelligenz**, Alemanha, Kunstforum, Bd. 133, Feb.-Apr.1996.
- STONE, H.S., (ed.), **Introduction to Computer Architecture**, Science Research Associates, USA, 1975.
- TANNENBAUM, A., **Operating System, Design and Implementation**, Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1987.
- TANNENBAUM, A., **Computer Networks**, Upper Saddle River: Prentice Hall, 1989.
- TANNENBAUM, A., **Distributed Operating Systems**, Upper Saddle River: Prentice Hall,
- TANNENBAUM, A., **Modern Operating Sytems**, Upper Saddle River: Prentice Hall, 1992.
- TANNENBAUM, A., **Structured Computer Organization**, Upper Saddle River: Prentice Hall, 1990.
- THIMBLEY, H., **User Interface Design**, New York: ACM Press, 1990.
- TITTEL, E., **Building VrmI Worlds**, London: Osborne McGraw-Hill, 1996.
- TOFFY, M., [ed.], **Hypersurface Architecture**, Revista Architectural Design,1998.

- TRINDADE, J., **Realidade Virtual, Conceitos e Aplicações**, II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual, Marília, nov.1999.
- TSCHUMI, B., **Architecture and Disjunction**, Massachusetts: MIT Press, 1994.
- TUFTE, E.R., **Envisioning Information**, Cheshire: Graphics Press, 1990.
- VELAG, C., **Hardware Software Artware: Confluence of Art and Technology/ Art Practice at the ZKM Institute for Visual Media 1992-1997**. Ostfildern: Herausgeber/ Editor, 1997.
- VIRILIO, P., **Geschwindigkeit und Information**, Alarm im Cyberspace, TAZ; contrapress media GmbH, n°. 4694, 11.08.1995.
- WANG, Q., **User Interface Usability Design and Evaluation Methods**, Department of Computer Science, University of Calgary, 1993.
- WATT, A., **Fundamentals of Three Dimensional Computer Graphics**, New York: Addison-Wesley, 1990.
- WEINBERG, N., Comment les neurones modèlent les ordinateurs. In: Jornal Le Monde Interactif, Quarta-feira, dia 9 de Maio de 2001. p.7.
- WEISHAR, P., **Digital Space, Designing Virtual Environments**, New York: Mc Graw Hill, 1998.
- WEISS, A., **Virtual Reality : A Door to Cyberspace**, New York: Twenty First Century Books, 1996.
- WINOGRAD, T., **Environments for designing**. Communications of the ACM -38, (6), 1995.
- WINOGRAD, T., FLORES, F., **Understanding Computers and Cognition**, New York: Addison-Wesley, 1990.
- WHITTLE, D., **Cyberspace : The Human Dimension**, Washington: W H Freeman & Co, 1997.
- WHORF, B.L., **Language, Thought and Reality**, 1927.
- WOOD, L.E., **User Interface design: Bridging the Gap from User requirements to design**, Boca Raton, Florida: CRC Press, 1998.
- YATES, F., **Gedaechtnis und Erinnerung, Mnemonik von Aristoteles bis Shakespeare**, Berlin: Akademie Verlag, 1966
- YATES, F., **Giordano Bruno e a tradição hermética**, São Paulo: Cultrix, 1991
- ZELLNER, P., **Hybrid Space, New forms in Digital Architecture**, New York: Rizzoli, 1999

artigos online

- ACM SIGCHI, **Human-Computer Interaction**, <http://www.acm.org/sigchi/cdg/cdg2.html> .
- ASYMPTOTE, <http://www.asymptote-architecture.com/studio.htm> .
- BIOCCA, F., NOWAK, C. H., **Five Long-Term Trends in Information technology**, artigo Internet, 1999.
- BUSH, V., **As we may think**, em Multimedia Pioneers - N1.0, <http://www.coe.ufl.edu/Courses/EdTech/Vault/Pioneers/mpn1/multimedia%20N1.html> .
- CAREY, R., BELL, G., **The Annotated VRML97 Reference Manual, 1997**, construct - <http://www.construct.net/proj.cgi>

Ctheory: extended -Body: Interview with Stelarc - [http:// www.ctheory.com/a29-extended_body.html](http://www.ctheory.com/a29-extended_body.html)

ENCARNAÇÃO, J.L., SPIERLING, U., **Digital Storytelling–Die naechste API_Generationen fuer Multimedia-Anwendung**, Darmstadt: Frauenhofer Institut,1998, http://www.zgdv.de/distel/save_neu.html.

_____ **Definition: Digital Storytelling**, Darmstadt: Frauenhofer Institut,1998, http://www.zgdv.de/distel/definition_neu.html.

FLEISCHMANN, M., <http://imk.gmd.de/people/fleischmann.mhtml>

ISIS – Information Signal Images ViSion. In: Catalago. update>>www.isis.enst.fr.

KNOWBOTTECH RESEARCH, <http://www.khm.de/people/krcf/>.

LAUREL, B., **The Art of Human-Computer Interface Design** <http://www.stemnet.nf.ca/~elmurphy/emurphy/laurel.html>.

LAUREL, B., **Mono Interview** by Jas.Morgan, http://www.eff.org/pub/Net_culture/Misc/brenda_laurel_mondo.interview.

LAUREL, B., **Placeholder**, <http://www.interval.com/projects/placeholder/index.html>.

MATRIX, <http://whatisthematrix.warnerbros.com/>

NOVAK, M., **TransArchitecture: Transmitting the Spaces of Consciousness**, Dutch Electronic Art Festival, Interfacing Realities, 1995., <http://www.asa-art.com/virtus/bionov.htm>

NOVAK, M., <http://www.asa-art.com/virtus/bionov.htm>.

NOVAC, M., www.centrifuge.org/marcos

QUÉAU, P.H., **Le Virtuel, vertus et verites**, <http://www.ina.fr/Livre/index.html>.

PETETIN, C., GREGOIRE, P.H., www.secondtimezone.com

RACHID, H., <http://www.arch.columbia.edu/Projects/Studio/Fall97/Rashid/intro.html>

RHEINGOLD, H., **Tools for thought: The People and Ideas of the Next Computer Revolution**, New York: Simon&Schuster, 1985, www.well.com/user/hlr/texts/tft12.html.

KIRNER, C., **Sistemas de Realidade Virtual**, tutrv.htm - <http://dc.ufscar.br>

Sillicon Graphics - <http://www.sgi.com>

STRAUSS, W., <http://imk.gmd.de/>

Tools for the Art of tomorrow. In: Catalago. update>>www.arena.kth.se.

Tutorial VRML 1.0 - <http://www.dc.ufscar.br/~avvic/vrml/tutorias/vrml10>

vrml - <http://www.sdsc.edu/~nadeau/>

TURKSMA, A., ACHTEN, H., **Architectural Strategies for Cyberspace**, http://www.tue.nl/bwk/gom/lunch1/lunch1_e.html.

VIRILIO, P., **Virtual reality as a place of action**, www.ubikam.com/home.htm.

ZIELINSKI, S., **Seven Items on the Net**, <http://www.Ctheory>, 1995.

ZUSE, K., **computers** In http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/en/index.html.

iconografia

163

	pagina
00 FREHER, D.A., O Peregrino, Paradoxa Emblemata , Manuscrito, século XVIII In ROOB, A., O Museu Hermético – Alquimia e Misticismo, Lisboa: Taschen, 1997, p. 699.	III
P1 — Die Zukunft des Koerpers I , Colônia: Kunstforum, 1992, cap.	XI
P2 ANGELOPOULOS, T., Le pas suspendu de la cigogne , Foto und Standbild, 35mm, Farbe. Fotos: Courtesy Film, Coop, Zürich.	XII
1991, In Idem, p. 102.	
P3 RIHS, C., Globus , Ventilator, 1989 In Idem, p. 73.	XII
P4 Retrovision , Idem, p. 89.	XIII
P5 COLO, P., Superman 51 . Alle Fotos: Courtesy the Cultural Space, New York. Idem, p. 225.	XIV
P6 LICHTSTEINER, R., Reisen außerhalb, nº. 3, 1982/1996, Fotografie auf Barytpapier, 60x50cm. Courtesy der Künstler und Galerie Anita Neugebauer, Basel. In — Ästhetik des Reisens , Colônia: Kunstforum, 1997, p.241.	XIV
I1 SEDNAOUI, S., Tricky: Pré-millennium Tension , 1996, CD, Island Records. Blue Source Sleeve Photography, Polygram Switzerland, Zürich. In Idem, p. 60.	001
I2 HORSHAM, M., et al., Tomato In —, Architecture after Geometry, Londres: Architectural Design, 1997, p.48.	002
I3 HORSHAM, M., et al., Tomato . In —, Idem, p.49.	003
I4 ARAKAWA, S., GINS, M., Interaction House , 1997 In —, Hypersurface Architecture, Londres: Architectural Design, 1998, p.25.	004
I5 SALAT, S. Aleph I , Palais National de la Culture, Sofia, 1989 In Idem, p.13.	005
I6 ITO, T., Noh Theatre , model, 1987. In Idem, p.13.	007
1.1 STELARC, The Third Hand , Tokyo, Japan. Foto: S. Hunter. In — Die Zukunft des Koerpers II , Colônia: Kunstforum, 1996, p. 72.	011
1.2 ACM SIGCHI, Ch. 2:Human-Computer Interaction , http://www.acm.org/sigchi/cdg/cdg2.html .	013
1.3 Diagramas realizados próprios	016
1.4 Idem, Ibidim.	017
1.5 MOSER, M, MACLEOD, D, Immersed in Technology, Art and Virtual Environments , Cambridge: MIT Press, 1996, Plate 12.	018
1.6 ZUSE, K., Computers ,Internet: http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/en/index.html .	019
1.7 Internet: www.nara.gov/nhprc/annotation/aug96/eniac.html .	019
1.8 Internet: ag.arizona.edu/classes/rnr271/history/eniac.html .	019
1.9 Sketchpad 1, Internet: www.cc.gatech.edu/~jimmyd/hci-personality.html .	020
1.10 Sketchpad 2, Internet: www.pbs.org/wgbh/nova/specialfx2/humans.html .	020
1.11 Lisa, computador Internet: www.tropicalmac.com.br/ttempo01.html	021
1.12 Mesa de trabalho, Internet: www.alartech.net/index2.html	022
1.13 Interface computacional de mesa de trabalho, Internet: http://guymcarthur.com/resources/reviews/ .	022
1.14 Esquema de Hipertexto, Internet: http://www.um.es/gtiweb/fjmm/sarisite/tema3.html .	029
1.15 Crimi, A., Memex , LIFE Magazine 19(11), 1945, S. 123.	031

	pagina
1.16 Foto na Exposição da Galeria Shift, Berlim.	032
1.17 The Matrix, Filme, Internet.	033
1.18 The Matrix, Filme, Internet.	033
1.19 BARDINI, T., Bridging the gulf: From Hypertext to Cyberspace , Dep.de Communi- cation, Université de Montréal, JCMC 3 (2), Sept. 1997.	034
1.20 Idem Ibidim.	034
1.21 Idem Ibidim.	035
1.22 Tapete multimedia, Prémio de Design 2001 Internet: http://www.dizajn.net/producti/ producti.php3?num_fiche=667	036
2.1 Internet.	039
2.2 BIOCCA, F., MARK,L., Communication in the Age of Virtual Reality , New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc, 1995, p. 16	040
2.3 GRAU, O., Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart, Visuelle Strategien , Berlim: Reimer, 2001, p.37.	042
2.4 GRAU, O., Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart, Visuelle Strategien , Idem, p.39.	042
2.5 GRAU, O., Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart, Visuelle Strategien , Idem, p.62.	043
2.6 GRAU, O., Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart, Visuelle Strategien , I dem, Ibidem	044
2.7 GRAU, O., Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart, Visuelle Strategien , Idem, p.94.	044
2.8 GRAU, O., Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart, Visuelle Strategien , Idem, p.106.	044
2.9 GRAU, O., Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart, Visuelle Strategien , Idem, p.108.	045
2.10 GRAU,O., The history of telepresença , SP, seminário Invenção, ITAU, set.1999.	050
2.11 —, Cubic Mouse , Darmstadt: German National Research Center for Information Technology, janeiro 2000, www: http://imk.gmd.de/docs/ww/ve/projects.mhtml .	052
2.12 —, Virtual Reality , Darmstadt: German National Research Center for Information Technology, janeiro 2000, www: http://imk.gmd.de/docs/ww/ve/projects.mhtml .	052
2.13 —, Topics , Darmstadt: Computer Graphik, nº. 12, março 2000, p. 7.	052
2.14 —, Topics , Darmstadt: Computer Graphik, nº. 12, março 2000, p. 17.	053
2.15 —, Topics , Darmstadt: Computer Graphik, nº. 12, março 2000, p. 16.	054
2.16 GÖBEL, M.; UNNÜTZER, P.; ECCLES, H.; BARRASS, S., Virtual Environments Activity Report , Relatório, Saint Augustin: GMD – Forschungszentrum Informationstechnik Gmbh, 1998 – 1999, appendix 1, 472.	055
2.17 —, Dysplay Systems for Virtual Environments , Darmstadt: German National Research Center for Information Tecnology, janeiro 2000, www: http://imk.gmd.de/docs/ww/ve/projects.mhtml..	055
2.18 GRAU, O., Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart, Visuelle Strategien ,	056

	pagina
Berlin: Reimer, 2001, p. 127.	
2.19 www.howstuffworks.com/ augmented-reality.htm .	057
2.20 Idem, Ibidem.	057
2.21 BIOCCA, F., MARK,L., Communication in the Age of Virtual Reality ,op.cit, p.65.	058
2.22 GRAU, O., Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart, Visuelle Strategien , Berlin: Reimer, 2001, p. 116.	059
2.23 http://www.theo.tu-cottbus.de/wolke/x-positionen/wagner/wagner.html	060
2.24 Internet.	061
2.25 — , Die Zukunft des Koerpers I , Colonia: Kunstforum, 1996, p. 79.	063
2.26 Internet: ranier.hq.nasa.gov/telerobotics_page/ photos.html .	065
2.27 BIOCCA, F., MARK,L., Communication in the Age of Virtual Reality ,op.cit, p.95.	066
2.28 BIOCCA, F., MARK,L., Communication in the Age of Virtual Reality ,op.cit, p.114.	070
2.29 Internet: http://www.asymptote.net/3DTFV.htm	073
2.30 DUGUET, A.M.; KLOTZ, H.; WEIBEL, P., Jeffrey Shaw – A user’s manual –From Expanded Cinema to Virtual reality , Alemanha: ZKM, 1997, p. 126.	074
2.31 Idem, Ibidem.	074
2.32 Idem, p. 129.	075
2.33 Idem, p. 129.	075
2.34 Idem, p. 129.	076
2.35 Idem, p. 129.	076
3.1 BENAYOUNE, M., Collective retinal memory , Paris: AD, n°. 104, setembro 2000.	079
3.2 HAUSMANN, R. (1886-1971), Tatlin Zuhause, 1920, In — , Ästhetik des Reisens , Colônia: Kunstforum, 1997, p.67.95	083
3.3 Internet: http://www.cyberus.ca/~icscis/perspective%20(exp%E9rience%201).jpg	085
3.4 Internet: http://witcombe.sbc.edu/modernism/images/mondrian-compositionA.jpg	086
3.5 ZELLNER, P., Hybrid Space – New forms in digital architecture , Nova York: Rizzoli, 1999, p. 73.	088
3.6 ZELLNER, P., Idem, p. 131.	089
3.7 ZELLNER, P., Idem, p. 133.	090
3.8 ZELLNER, P., Idem Ibidem.	090
3.9 PETETIN, C., GREGOIRE, PH., Second-Time-Zone , Paris: AD, n°.104, setembro 2000.	092
3.10 PETETIN, C., GREGOIRE, PH., Second-Time-Zone , Paris: AD, n°.104, setembro 2000.	093
3.11 ZELLNER, P., Hybrid Space – New forms in digital architecture , Nova York: Rizzoli, 1999, p. 67.	096
3.12 Idem, Ibidem.	097
3.13 Idem, Ibidem.	098
4.1 FLEISCHMANN, M., STRAUSS, W., Home of the brain In — , Die Zukunft des Koerpers I , Colonia: Kunstforum, 1996, p. 138.	102
4.2 Idem, p.188.	102
4.3 — , Die Zukunft des Koerpers I , Colonia: Kunstforum, 1994, p. 187.	102
4.4 Idem, p.184.	103
4.5 Idem, Ibidem.	104
	pagina

	pagina
4.6	Idem, p.185. 104
4.7	Idem, p.186. 105
4.8	Idem, Ibidem. 105
4.9	Idem, p.187. 106
4.10	YATES, F. A., Gedächtnis und Erinnern – MnemoriK vom Aristoteles bis Shakespeare , Londres: Akademie Verlag, 1966, p.361. 107
4.11	Idem, Ibidem. 109
4.12	Idem, Ibidem. 109
4.13	Idem, p. 367 110
4.14	Internet: http://www.christusrex.org/www1/giotto/mary.html 112
4.15	Internet: http://www.christusrex.org/www1/giotto/peruzzi.html 113
4.16	YATES, F. A., Gedächtnis und Erinnern – MnemoriK vom Aristoteles bis Shakespeare , op.cit., p. 381. 114
4.17	Idem, Ibidem. 115
4.18	http://www.budgetbritain.com/images/places_london5_216x143.jpg 115
4.19	— , Die Zukunft des Koerpers I , Colonia: Kunstforum, 1996, p. 171. 117
4.20	Idem, Ibidem. 117
4.21	ROOB, A., O Museu Hermético – Alquimia e Misticismo , Lisboa: Taschen, 1997, p. 699. 117
4.22	GRAU, O., op.cit., p. 145. 118
4.23	Idem, Tafel VII. 118
4.24	Idem,, p. 144. 120
4.25	Idem, p. 158 120
4.26	ROOB, A., op.cit, p. 336. 122
4.27	Idem, p. 337. 122
4.28	Idem, p. 340. 122
4.29	GRAU, O., op.cit., p. 146. 123
4.30	Idem, Tafel XVII. 124
4.31	ROOB, A., op.cit, p. 37. 124
4.32	DUGUET, A.M.; KLOTZ, H.; WEIBEL, P., Jeffrey Shaw – A user's manual –From Expanded Cinema to Virtual Reality , Alemanha: ZKM, 1997, p. 142, 143. 126
4.33	Idem, p.144-145. 126
4.34	Idem, Ibidem. 126
4.35	Idem, Ibidem. 126
4.36	Idem, Ibidem. 126
4.37	HAVELI, Z. B. S., A Cabala – Mitos, Deuses, Mistérios , Madri: Del Prado, 1979, p. 72. 128
4.38	Idem, p. 72. 128
4.39	Idem, Ibidem. 129
4.40	Idem p. 81. 129
4.41	— , Ästhetik des Reisens , Colonia: Kunstforum, 1997, p.65. 131

referências bibliográficas

- ABOWD, G.D., DEY, A.K. ,**Towards a better understanding of context and context-awareness** . GVV Technical Report GITGVU-99-22, College of Computing, Georgia Institute of Technology.
- ARISTOTLE, **The Poetics**. *In Rhetoric and Poetics of Aristotle*, New York, Modern Library, 1954.
- ARTAUD, A., **Le théâtre et son double**, Paris: Gallimard, 1964.
- BAECKER, BUXTER, 1987, *In ACM SIGCHI, Ch. 2: Human-Computer Interaction*, <http://www.acm.org/sigchi/cdg/cdg2.html>
- BARDINI, T., **Bridging the gulf: From Hypertext to Cyberspace**, Dep. de Communication, Université de Montréal, JCMC 3 (2), Sept. 1997.
- BAUDRILLARD, J. **Simulacres et simulations**, Paris: Galilée, 1981.
- BECKMANN, J. ,**The Virtual Dimension, Architecture, Representation, and Crash Culture**, New York: Ed. Princeton Architectural Press, 1998.
- BENFORD, S. et al., **Supporting Cooperative Work in Virtual Environments**, The Computer Journal, v.37, n°8.
- BERGSON, H., **Matière et Mémoire**, 1896.
- BIANCHI, P. **Aesthetik des Reisens**, Colônia: Kunstforum No. 135, Fevereiro a Maio 1997, p. 130.
- BIANCHI, P., **Zwischen Erinnern und Vergessen**, Colônia: KUNSTFORUM No. 128, Dezembro 1994.
- BIOCCA, F., MARK, L., **Communication in the Age of Virtual Reality**, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc, 1995.
- BIOCCA, F., NOWAK, Ch. **Five long-term trends in information technology**. Artigo Internet, 1999.
- BOLTER, J. D., **Writing Space, the Computer, Hypertext and the History of Writing**. New Jersey, L. Erlbaum Ass., 1991.
- CARROL, L., **Through the looking glass**, New York: Exeter Books, 1865.
- COATES, G., **Program from invisible site – a virtual show**. A multimedia performance work, **San Francisco: George Coates Performance Works, CA, 1992**.
- COY, W. **Das neue Bild der Welt, Wissenschaft und Aesthetik**, Colônia: Kunstforum, No. 124, Novembro, Dezembro 1993.
- CRABTREE, A. ROUNCEFIELD, M, HUGHES, J., **Common Methodology**, Lancaster: Lancaster University, 2000.
- DELEUZE, G., **Proust et les signes**, Paris: Presses Universitaires de France, 1986, p.115.
- DUGUET, A.M., KLOTZ, H., WEIBEL, P., **Jeffrey Shaw - a user's manual**, Karlsruhe: ZKM, 1997.
- EDITIONS DU PATRIMOINE, **Virtuel Réel**, Paris: Les cahiers de la recherche architecturales et urbaine, N° 7, 2001.
- ELLIS, S., **Nature and origins of virtual environments: A bibliographic essay**. Computer Systems in Engineering, 2(4), 1991.
- ENCARNAÇÃO, J.L., SPIERLING, U., **Digital Storytelling–Die naechste API_Generationen**

fuer Multimedia-Anwendung, Darmstadt: Frauenhofer Institut,1998, http://www.zgdv.de/distel/save_neu.html.

____ **Definition: Digital Storytelling**, Darmstadt: Frauenhofer Institut,1998.

ENGELBART, D. C.,**Special considerations of the individual as a user, generator, and retriever of information**. American Documentation, 12(2), 1961.

ENGELI, M., SENGERS, Ph., **Review Of Cast01 // Living In Mixed Realities & cast01**, Bonn: Frauenhofer Institut, 23 de setembro 2001., <http://netzspannung.org/cast01/>.

FLUSSER, V., **Ficções Filosóficas**, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

FRANKEL, J. B., **Ferenczi's trauma theory**, The American Journal of Psychoanalysis, vol. 58, no 7, 1998.

FAULKNER, Ch., **The essence of Human-Computer Interaction**, London, Prentice Hall, 1998, p. 35.

GOODBRAND, A. D., **The Human-Computer Interface**, SENG693 - *Trends in Software Engineering*. The University of Calgary, 1999.

GRANGER, G., et al., **Quelle philosophie pour le XXIe siècle? L'Organon du nouveau siècle**, Paris: Gallimard/ Centre Pompidou, 2001.

GRAU, O., **The history of telepresence**, São Paulo: Seminário Invenção, ITAÚ, set.1999.

GRAU,O.,**Virtuelle Kunst in Geschichte und Gegenwart**, Berlim: Reimer, 2000.

GREENBAUM, P. **The Lawnmower man**. Film and video, 9 (3),1992.

HEIM, M. **The metaphysics of virtual reality**. New York, Oxford University Press, 1993.

KEMP, W., **Zur Bildererzaehlung seit Giotto**, Muenchen: Beck,1996.

KRUEGER, M. W. **Artificial Reality**. MA: Addison-Wesley (2nd ed), 1991.

LAUREL B. **The Art of Human-Computer Interface Design**. New York: Addison-Wesley, 1990.

LAUREL, B.,**Computer as a Theatre**, New York: Addison Wesley, 1991.

LEE, J. **Synthetic Pleasures**, Narrative voice-over de filme, Motion Picture, 83 min. 1996.

LEVY, P.**Qu'est-ce que le virtuel?**, Paris: La Decouverte, 1995.

LÉVY P. **Becoming Virtual**, New York, Plenum Trade, 1998.

LEVY, P., **As formas do saber: Educação**, São Paulo: Franmi, Vídeo, 2000.

LIBESKIND, D., **The space of encounter**, Berlin: Universe, 2001.

MACAULAY, L. **Human-Computer Interaction for Software Designers**, London, Thomson Computer Press, 1995.

MCLUHAN, E., **Essential McLuhan**, New York: Basic Books, 1995. p. 382.

MCLUHAN, M., FIORI, Q., **The medium is the massage, an inventory of effects**, San Francisco: Hard Wired,1967.

MERLAU-PONTY, M., **Fenomenologia da Percepção**, São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MUMFORD, E., **Designing Human Systems for New Technology: The Ethics Method**.

Manchester: Manchester Business School Press, 1983. In [http://www.geocities.com/](http://www.geocities.com/SiliconValley/Hills/5776/references.html)

[SiliconValley/Hills/5776/references.html](http://www.geocities.com/SiliconValley/Hills/5776/references.html)

- MYERS, B.A., M.B. ROSSON, **Survey On User Interface Programming**. Proceedings Of The Conference On Human Factors In Computing Systems, 1992.
- NEGROPONTE, N. , **Being digital**. New York: Vintage, 1995.
- NOUVEL, J., **Exposição especial**, São Paulo: FAAP, 1997.
- NOVAK, M., **TransArchitecture: Transmitting the Spaces of Consciousness**, Dutch Electronic Art Festival, Interfacing Realities, 1995.
- PARENTE, A. A última versão da realidade *In A sociologia no Horizonte do século XXI*, São Paulo: Bontempo, 1997.
- PIMENTEL, K., TEIXEIRA, K., **Virtual reality,through the new looking glass**, New York, Ed. McGraw-Hill, 1994.
- QUÉAU, P., **Virtuelle Vision**, Colônia: Kunstforum nº. 133, Feb.-Apr.1996.
- RHEINGOLD, H., **Virtual Reality**, New York, Summit Books, 1991.
- ROOB, A, **Alquimia & Misticismo**, Colonia: Taschen, 1997.
- STONE, A. R., **Würde sich der wirkliche Körper bitte erheben**. *In Die Zukunft des Körpers II*. Colônia: Kunstforum, Bd. 133.,1996.
- TSCHUMI, B. **Architecture and Disjunction**. Massachusetts: MIT Press, 1994.
- SHNEIDERMAN, B., **Designing the User Interface, Strategies for Effective Human-Computer Interaction**, New York, Addison-Wesley, 1992. *In* <http://www.geocities.com/SiliconValley/Hills/5776/references.html>
- SOMMERVILLE, I.,**Software Engineering. 3rd edition**. Wokingham: Addison-Wesley Publishing Company, 1989.
- SUTHERLAND, I., **The ultimate display**. *In* Proceedings of the IFIPS Congress, Amsterdam, 1965.
- STEVENS, W., **Collected Poems of Wallace Stevens**, New York: Knopf, 1999
- VIDLER, A., **The Architectural Uncanny**, Cambridge:MIT Press,1999.
- VIRILIO, P., **Geschwindigkeit und Information, Alarm im Cyberspace**, TAZ; contrapress media GmbH, No. 4694, 11.08.1995.
- VIRILIO, P., **Imagina**, conferencia Paris, 1999.
- VIRILIO, P. , **Virtual reality as a place of action**, entrevista com Jean-Paul Fargier, www.ubikam.com/home.htm, 2000.
- WINOGRAD, T., **Environments for designing**. Communications of the ACM, (June 1995), 38, (6), 1995, 65-74.
- WHORF, B. L., **Language, Thought and Reality**, 1927.
- YATES, F., **Gedaechtnis und Erinnerung, Mnemonik von Aristoteles bis Shakespeare**, Berlin: Akademie Verlag, 1966.
- YATES, F., **Giordano Bruno e a tradição hermética**, São Paulo: Cultrix, 1991.
- ZELLNER, P., **Hybrid Space, New forms in Digital Architecture**, New York: Rizzoli, 1999.