



**Universidade de São Paulo
Escola de Comunicações e Artes
Departamento de Artes Plásticas**

Título da Dissertação: “ **Entre *Membrane* e *Schnittstelle*** ”

Dissertação de mestrado apresentada junto ao Departamento de Artes Plásticas da Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre em Artes”, na área de concentração em “Artes Plásticas”.

Mestrando: Sandro Canavezzi de Abreu
Orientador: Professor Doutor Artur Matuck.



São Paulo, 2000

**Universidade de São Paulo
Escola de Comunicações e Artes
Departamento de Artes Plásticas**

Título da Dissertação: **“Entre *Membrane* e *Schnittstelle*”**

Dissertação de mestrado apresentada junto ao Departamento de Artes Plásticas da Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre em Artes”, na área de concentração em “Artes Plásticas”.

Mestrando: Sandro Canavezzi de Abreu
Orientador: Professor Doutor Artur Matuck.

Dissertação defendida em 5 de Janeiro de 2001.

Banca Examinadora:

Presidente : 

Examinador I : 

Examinador II : 

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Doutor Artur Matuck pela orientação dada e à ECA pelos recursos humanos e materiais oferecidos.

Agradeço à CAPES pelo suporte oferecido através da bolsa de estudos que me foi concedida, sem o qual esse trabalho não se realizaria.

Agradeço aos meus amigos que, de alguma forma, colaboraram para o desenvolvimento das idéias aqui contidas. Dentre eles, aqueles que consigo me lembrar no momento, são: Fábio, Lilu, Ton, Trovão, João, Facin, Rodrigo, Zé, Gabriela, Tuca, Ari, Reinaldo, Fabi, Christian, Andreas, Anja, Yvonne, Alex, Ulrike, Inke, Cedi e Bixo.

Finalmente, agradeço imensamente à Renata que, com seu carinho e companheirismo, insentivou-me nos momentos difíceis, compartilhando comigo toda a sua alegria e entusiasmo.

A todos eles, e principalmente aos meus pais e à minha família, dedico esse trabalho.

Sumário

1	Resumo	4
2	Abstract	5
3	Introdução	7
4	Interface e Interação	11
4.1	<i>Membrane e Schnittstelle</i>	12
5	Arte e Ciência	20
5.1	Virtual e Ciberespaço	23
5.2	Natureza dos Objetos e Princípios Matemáticos:	27
5.3	Método Científico na Física: A Observação	30
5.3.1	Era Mecânica	30
5.3.1.1	Kant	31
5.3.1.2	Divisão Pragmatista/Realista	31
5.4	Objetividade Renascentista	33
5.4.1	Hipertrofia visual	36
5.4.2	Realidade Virtual	37
5.4.3	Matemática e Literatura	40
5.4.4	Hicertexto	44
5.5	Física Moderna	46
5.5.1	Mecânica Quântica	47
5.5.2	Realidades Quânticas	49
5.5.2.1	Realidade Quântica 1	50
5.5.2.2	Realidade Quântica 2	51
5.5.2.3	Realidade Quântica 3	52
5.5.2.4	Realidade Quântica 4	53
5.5.2.5	Realidade Quântica 5	54
5.5.2.6	Realidade Quântica 6	56
5.5.2.7	Realidade Quântica 7	58
5.5.2.8	Realidade Quântica 8	59
5.5.3	O Teorema da Interconectibilidade de Bell	63
5.5.4	Fatos Quânticos	65
5.5.5	Efeito Cinderela	66

5.6	A Imaginação e a Interação Pós-Renascimento.....	68
5.6.1	Cézanne	68
5.6.2	Manet.....	68
5.6.3	Magritte.....	69
5.6.4	Duchamp	69
5.6.5	Dimensionalização	69
6	Ciências Cognitivas.....	71
6.1	Máquinas de Calcular e Autômatos Mecânicos	72
6.2	Lógica Booleana.....	74
6.3	Principia Mathematica.....	74
6.4	A Teoria da Informação (surge o "bit").....	75
6.5	Máquina de Turing	76
6.6	Von Neumann	78
6.7	Cibernética.....	78
6.8	O Modelo Baseado em Redes de Neurônios.....	80
6.8.1	Como Funcionam os Sinais Nervosos?	80
6.8.2	Modelos Computadorizados.....	81
6.9	Inteligência Artificial	32
6.9.1	I.A. Forte X I.A. Fraco / Generalistas X Especialistas	85
6.10	Interação Homem Computador	86
6.10.1	Usabilidade.....	88
6.10.2	Aplicabilidade	89
6.10.3	Comunicabilidade	90
6.11	Bases Teóricas da IHC	92
6.11.1	A Engenharia Cognitiva.....	92
6.11.2	A Engenharia Semiótica.....	94
6.11.3	Engenharia Semiótica X Engenharia Cognitiva.....	95
6.12	Co-autoria e Produção Colaborativa.....	96

7	Consciência.....	97
7.1	Mente Algorítmica	98
7.2	Teorema de Gödel	100
7.2.1	A Máquina das Verdades Universais	102
8	Estudo de Casos.....	108
8.1	Peças do Jogo?!.....	109
8.1.1	Fator Interdependência:	110
8.1.2	Fator Bell:	110
8.1.3	Fator Sincronia:	111
8.1.4	Fator Imprevisibilidade:	111
8.1.5	Fator Gödel:.....	112
8.1.6	Fator Multiplicidade:	112
8.1.7	Fator Onca:	113
8.1.8	Fator Sinestésico:.....	113
8.1.9	Fator Cinderela:.....	113
8.1.10	Fator Usabilidade:	113
8.1.11	Fator Aplicabilidade:	114
8.1.12	Fator Comunicabilidade:	114
8.2	Sítios de Pesquisa e Respectivas Obras Experimentadas.....	115
8.2.1	No ZKM:	115
8.2.2	No V2. Org.:.....	116
8.2.3	No INM:	116
8.2.4	Casos	117
8.2.4.1	10-tendencies (tendencies) São Paulo (K. Research).....	117
8.2.4.2	Molecular Informatics (Seiko Mikami)	124
8.2.4.3	Interactive Plant Growing (Christa Sommerer).....	125
8.2.4.4	Legible City (Jeffrey Shaw)	129
8.2.4.5	Systems Maintenance (Perry Roperman)	129
8.2.4.6	Computer Crash (Jodi)	130
8.2.4.7	Dialogue with Knowbots South (K. Research).....	134
8.2.4.8	Theater Museum VR (Agnes Hegedus)	138
8.2.4.9	Tafel (Frank Fietzek).....	140
8.2.4.10	Happy Doomsday! (Cálin Dan).....	140
8.2.4.11	Portrait n. 1 (Luc Courchesne).....	141
8.2.4.12	Digital Body Automata (Jill Scott).....	145
8.2.4.13	World, Membrane & The Dismembered Body (S. Mikami).....	145
8.2.4.14	Nuzzle Affair (Masaki Fujiata)	146
9	Conclusão.....	149
10	Bibliografia.....	152

1 Resumo

Essa dissertação é um trabalho que busca uma reflexão sobre a interatividade entre homem e computador. Para compreender esse fenômeno, é realizado um estudo multidisciplinar sobre os seus conceitos estruturais, situando a idéia de interatividade na Arte e na Física. Esse exercício transdisciplinar visa ampliar nosso imaginário sobre as relações contidas entre observador, meio de observação e observado, entre autor, obra e leitor (fruidor ou usuário), analisando a possibilidade de interferência mútua num contexto compartilhado.

Nesse processo, é analisado a utilização de paradigmas mecanicistas para a confecção de *interfaces*, indicando a metáfora e a perspectiva como seus principais representantes. Esses recursos, a princípio, serviriam para ressaltar a similaridade entre o mundo do homem e o mundo do computador. Como contraponto à essa postura, é indicado na Física e na Arte situações onde a ambigüidade e o espaço heterogêneo são predominantes. Esse contraponto serviria como referência para se exercitar respostas sobre as seguintes perguntas: Como o mundo matemático e binário do computador, enquanto sistema maquinal, pode gerar situações onde o homem se flagra crendo estar em um "lugar" (Realidade Virtual) e falando com "pessoas" (avatars ou inteligências artificiais)? Como esta sensação estaria levando o homem à uma alienação em relação ao mundo do computador, limitando uma participação mais criativa e até uma maior apropriação do meio?

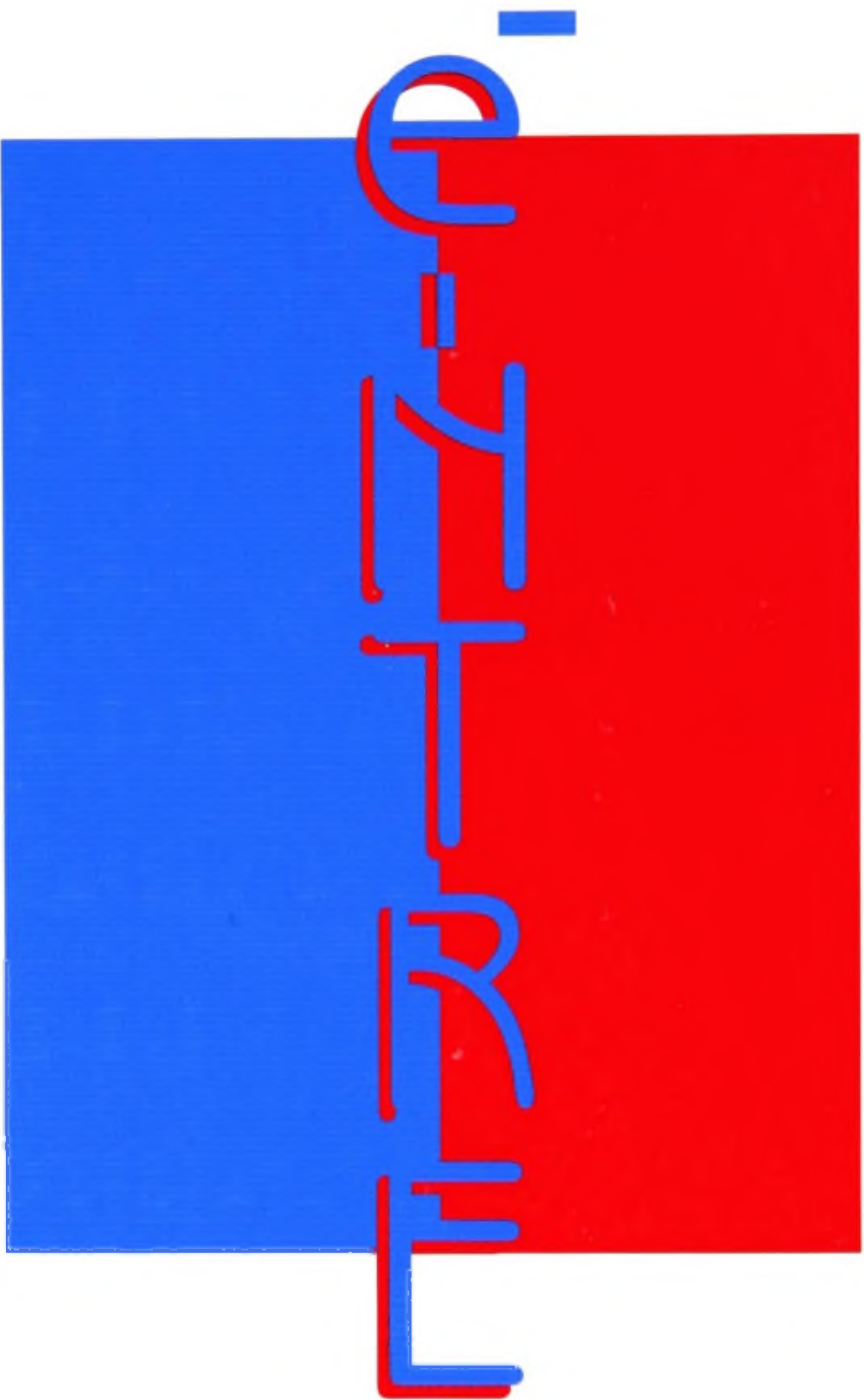
Nessa atmosfera conflitante nasce a idéia de *membrane* e *Schnittstelle*. Esses termos foram utilizados como recurso para se definir melhor a contraposição entre as *interfaces* que buscam uma interação amigável e aquelas que buscam levar o usuário à uma maior reflexão e questionamento sobre o meio computacional.

2 Abstract

That dissertation is a work that looks for a reflection about the interactivity between man and computer. To understand this phenomenon, I have done a multidisciplinary study about its structural concepts, placing the interactivity idea on Arts and Physics. This transdisciplinary exercise intends to enlarge our imaginary about the relationships between observer, mean of observation and observed, between author, art-work and reader (or user), analysing the possibility of mutual interference on a shared context.

In this process is analysed the utilisation of mechanics paradigms for building interfaces, indicating the metaphor and the perspective as its main representatives elements. Those elements, in a initial moment, would help to establish the similarity between the man's world and the world of the computer. As an opposition to the this posture, it is indicated in Physics and in Art situations where the ambiguity and the heterogeneous space are predominant. That opposition would help us as a reference for answering the following question: How the mathematical and binary world of the computer, as a mechanical system, can generate situations where the man believes to be in a "place" (Virtual Reality) and talking to "people" (avatars or artificial intelligences)? How could this sensation take a person to an alienation about the world of the computer, making a creative participation and a larger appropriation of the digital mean more difficult to happen?

In this struggling atmosphere the concept about *membrane* and *Schnittstelle* was born. Those terms were used to define the opposition between the interfaces which look for a friendly interaction and those which intend to stimulate the user to a higher reflection about the computer.



3 Introdução

Entendendo que os momentos da prática de pesquisa acontecem num percurso não linear onde ocorrem oscilações entre aspectos teóricos e empíricos, entre o todo e a parte (o objeto da pesquisa), entre os momentos de compreensão e explicação, articulados por um processo de aproximações sucessivas contidas num movimento dialético de teses, antíteses e sínteses, apresento nessa dissertação a versão mais atualizada do conjunto de conhecimentos adquiridos que compõem o meu entendimento sobre os assuntos que competem para a criação e avaliação de “objetos” artísticos e interativos na Era Digital.

Com a crescente generalização do computador em rede (por sua maleabilidade, capacidade de transformação e adaptação) permeando as atividades humanas e se integrando assim cada vez mais aos sistemas sociais, políticos e econômicos, possibilita-se uma comunicação geral de dados de forma direta, simultânea e instantânea entre indivíduos separados geograficamente. Essa descentralização dos meios de comunicação aponta para diferenças culturais na interpretação do que percebemos e processamos mentalmente, acelerando-se a transformação da maneira como passamos a nos relacionar e nos organizar socialmente (na medida em que se redefinem, entre outras coisas, o formato das instituições¹).

A cultura europeia, assim como sua contraparte americana, estão num estado de transição. A noção de identidade local, regional e nacional, estão sendo comprimidas e redefinidas pela dinamização do tempo e do espaço através de uma imaterialização diminuidora dos entraves físicos, isto é, uma liquidação de territórios e a contração do tempo na instantaneidade das trocas. Acentua-se um processo de choque de duas instâncias: a cidade e a telecomunicação. Por exemplo: a cidade, cuja função básica é fundir tempo com espaço, foi desenvolvida para facilitar as

¹ Os limites do território de atuação dessas últimas também passam a sofrer uma indefinição no instante em que começam a migrar para um espaço virtual das redes informatizadas, caracteristicamente compressoras das dimensões espaço-temporais.

comunicações pela redução das limitações de espaço, superando as limitações de tempo; já as telecomunicações, cuja função é a de conquistar o espaço com o tempo foi desenvolvida para facilitar as comunicações pela redução das limitações de tempo para superar as restrições de espaço.

Hoje existe uma tendência do fluxo de informação não se dar mais do centro para uma periferia silenciosa, apresentando uma passagem de comunicação em massa para comunicação intra-massa. Há, portanto, uma reversão de fluxo não alcançada por outros meios como livros, TVs e rádios. Como consequência destas transformações encontra-se a renovação da percepção dos usuários das novas tecnologias de informação em relação às noções de temporalidade, espacialidade, materialidade, e conseqüentemente, uma renovação da própria percepção do usuário em relação a si mesmo.

O que proponho, portanto, é uma atenção ao suporte onde se realizam as trocas e transformações citadas acima. Para tanto, vou focalizar na maneira como está se configurando a comunicação direta entre o homem e o computador, tentando abarcar algumas das suas implicações conceituais. Cabe ressaltar que "antes" da interação entre o homem e o computador existe, a rigor, uma série de crenças, valores e conceitos intrínsecos na própria materialização do computador. Esses elementos constitutivos estão estreitamente relacionados com uma visão mecânica de mundo que disseca o pensamento humano, dividindo-o em partes e traduzindo-o em abstrações matemáticas. Esse processo de transmutação do pensamento vai até as últimas consequências ao chegar às partículas elementares do pensamento (sim, ou e não) que por sua vez se materializam em circuitos que determinam a passagem ou não de sinais elétricos. Esse percurso dialético entre a matéria e a abstração gera o que conhecemos hoje por computador.

Ao meu ver, toda comunicação realizada nesse meio (computador) deve acontecer sob a perspectiva desse percurso. Isso traz uma responsabilidade ética e questionamento sobre coerência estética daqueles que criam tais interações, no tanto que eles tornam claro para o usuário do computador a sua postura frente aos valores contidos no meio. A modelação desse sistema é, portanto, ideológica e subjetiva, conotando o que o *designer* pensa ou acha que seja a interação, o usuário final e seu respectivo contexto (o mundo que contém este usuário).

Averiguarei, então, como *designers* encaram a modelação, a formalização e a representação do usuário (seu corpo e sua mente) e de seu espaço circundante, na confecção de interfaces. Indicarei como suas visões de mundo (geralmente ainda atreladas com conceitos do Universo Mecânico/Renascentista) poderiam ser revitalizadas, atualizando-as em relação à novos paradigmas encontrados na ciência (principalmente na Mecânica Quântica). Esses paradigmas (referentes à interferência do observador em relação ao observado e a conseqüente interação entre eles) poderiam ser traduzidos para o universo digital de maneira a rever as relações entre autor-

obra-usuário no processo da criação e da interação, partindo do pressuposto que existe uma interdependência entre as instâncias apresentadas. Num primeiro momento, esse novo referencial ampliará nosso imaginário e depois servirá como parâmetro para a avaliação das interfaces aqui apresentadas.

Acredito, no entanto, que não seja suficiente colocarmos novos paradigmas para a interatividade (obra x autor / observado x observador) sem questionarmos a maneira como as qualidades do meio determinam a possibilidade de interação. Para tanto, tendo em mãos a convergência de dados do corpo teórico e do corpo empírico e calcado na idéia que a tecnologia não é uma entidade independente e sim apenas um ponto de vista que acentua o aspecto material e artificial dos fenômenos humanos, buscarei entender como essas criações tecnológicas estão influenciando e determinando a formação de um conhecimento coletivo dinâmico. Na medida em que a tecnologia consegue assimilar essas transformações (do usuário e da sua noção de mundo), aumenta-se a possibilidade da interferência do indivíduo em um “banco de dados coletivo e interativo” (propiciado, ainda que precariamente, por uma rede física mundial, cuja manifestação tangível conhecemos por “Internet”). Pretendo ainda analisar como essa interferência do usuário pode se dar num nível de co-autoria (tomando o cuidado em distinguir co-autoria de produção colaborativa via meios computacionais), entendendo que a questão implícita nesses processos (Quando se interage estamos apenas escolhendo uma opção previamente estabelecida ou estamos gerando novas opções?) ficará mais clara no momento em que apontarei, na Mecânica Quântica, a transformação do *status* do observador frente ao fenômeno, não apenas interferindo mais até viabilizando a existência deste último, criando-o talvez (essa discussão será anteriormente fundamentada no capítulo “Virtual e Ciberespaço”, onde distinguirei “virtual” de “potencial” e atualização de realização).

Apresentarei também argumentos contrários àqueles que afirmam ser possível uma modelação total da realidade em termos matemáticos (incluindo a mente humana), questionando-os através do Teorema de Gödel (na Matemática) e das Realidades Quânticas (na Física). Esse questionamento se faz necessário num momento onde se espalha pelo mundo afora a possibilidade de criarmos entidades artificiais com capacidades ditas mentalmente humanas. Essas entidades se manifestariam como mediadoras da comunicação do homem com a “máquina” computadorizada servil, intermediando toda e qualquer interativa. A interação seria, então, um fenômeno híbrido formado pelas decisões entre o natural (homem) e artificial (computador). Resta saber o caráter da geração de opções (a serem tomadas pelo homem) propiciadas pelo computador, opções essas que poderiam dar ao homem a ilusão da liberdade de escolha durante o processo criativo.

Ainda como parte relevante dos recursos tecnológicos para a realização dessas interfaces, abordarei a Inteligência Artificial (I.A.), a Realidade Virtual (R.V.) e o Hipertexto. Situaré a I.A.

dentro das Ciências Cognitivas, relatando os valores mecanicistas presentes na sua concepção e na concepção do que se conhece hoje como R.V. e Hipertexto.

Apresentarei alternativas, atualmente produzidas, em relação aos recursos citados acima que nos despertariam do vetor torrencial homogeneizante (de interesses comerciais e ideológicos) da produção generalizada de interfaces que se apropriam da R.V. e I.A. e do Hipertexto sem um questionamento mais profundo sobre o potencial das qualidades metalinguísticas do meio.

Esse despertar, no entanto, pode se transformar em decepção se buscarmos nele a satisfação dos desejos por nós carregados de uma sociedade imediatista e produtiva. Por outro lado, futuramente em nossas rotinas, talvez possamos estar correndo o delicioso risco de, ao aproximar-nos de um evento híbrido (produtor de relações extremamente complexas e paradoxais) que é o embate do vivo e do impossível com o virtual² e possível, conseguirmos visualizar uma fugaz apresentação do impossível se expressando através do desencadear contínuo de um processo interativo e complementar às capacidades humanas (e não uma mera cópia mal acabada da mente humana), onde Primeridades³ seriam sucessivamente interrompidas antes de se tomarem Terceridades⁴ em nossas mentes, compondo paradoxos insolúveis. Alteraríamos, então nossa percepção de mundo ao sensibilizar-nos de seus aspectos abstratos (continuidades, simultaneidades e indefinições, etc.) geralmente imperceptíveis em outras ocasiões, onde se predomina nossa visão hipertrofiada (em detrimento de uma percepção audiotáctil).

Finalmente, realizarei um estudo de casos que serão analisados segundo à duas idéias opostas, embora complementares, sobre a interação homem x computador (*membrane* e *Schnittstelle*) que tentarei delinear no texto que se segue. Dessa maneira espero colaborar na elaboração de alguns conceitos emergentes (relativos às novas noções de tempo, espaço e individualidade) na cultura ciberespacial, clareando critérios para se pensar e produzir interatividade.

² Ver item "Virtual e Ciberespaço", no capítulo "Arte e Ciência".

³ "É a experiência, predomina a idéia do novo; é a qualidade tal como é. Olhar sem mediação racional, isto é, ver sem cognições prévias. É o presente, na ruptura do passado com o futuro". Em: PEIRCE, Charles S., "Semiótica", Ed. Perspectiva, S.P.;1977.

⁴ "É o pensamento, é quando a mente analisa o fenômeno, generalizando." Em: PEIRCE-1977.

4 Interface e Interação

O termo **interface** é aplicado normalmente àquilo que interliga dois sistemas. Tradicionalmente, considera-se que uma interface homem-computador é a parte de um artefato que permite a um usuário controlar e avaliar o funcionamento deste artefato através de dispositivos sensíveis às suas ações e capazes de estimular sua percepção. No processo de interação entre usuário e um sistema computadorizado, a interface é o combinado de *software* e *hardware* necessário para viabilizar os processos de comunicação e uso entre o usuário e o computador. Os componentes de *hardware* compreendem os dispositivos com os quais os usuários realizam as atividades motoras e perceptivas. O *software* da interface é a parte do sistema que implementa os processos computacionais necessários para controle dos dispositivos de *hardware*, através da geração e apresentação dos diversos símbolos e mensagens que representam as informações do sistema. Esses dispositivos, por sua vez, são responsáveis pela captação e interpretação dos comandos dos usuários (*inputs*).

A interface entre usuários e sistemas computacionais diferencia-se das interfaces de máquinas convencionais por exigir dos usuários um maior esforço cognitivo em atividades de interpretação e expressão das informações que o sistema processa⁵. Vou utilizar inicialmente o conceito de interface elaborado por Moran que diz que “a interface de usuário deve ser entendida como sendo a parte de um sistema computacional com a qual uma pessoa entra em contato física, perceptiva e **conceitualmente**”⁶. Esta definição de Moran caracteriza uma perspectiva para a interface de usuário como tendo um componente físico, que o usuário percebe e manipula, e outro

⁵ Norman, D. (1986) Cognitive Engineering. In D. Norman & S. Draper (eds.) User Centered System Design. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum, pp.31-51.

⁶ Moran, T. (1981) “The Command Language Grammars: a representation for the user interface of interactive computer systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, 15, 1-50.

conceitual, que o usuário interpreta, processa e raciocina. Moran e outros denominam este componente de **modelo conceitual do usuário**.

Vemos, pois, que a interface é tanto um *meio* para a interação usuário-sistema, quanto uma *ferramenta* que oferece os instrumentos para este processo comunicativo. Desta forma a interface é um *sistema de comunicação*.

Nesse ponto, como recurso analítico, vou promover uma divisão do termo interface (mais geral) em dois termos mais específicos que me ajudarão a diferenciar duas posturas divergentes que caracterizam o trato da criação dos meios de interação (sistemas de comunicação) do “homem com o computador”: a primeira seria a idéia de *membrane* e a outra de *Schnittstelle*. Elas, a princípio, designariam a mesma classe de eventos: a dinâmica da interação entre dois “sistemas” diferentes (no caso o homem e o computador) no instante da comunicação. A divergência estaria nas **conotações** opostas (isto é, os conceitos utilizados pelos *designers*) que cada um carrega em relação à qualidade do envolvimento propiciada pelo tipo de conexão do usuário com o computador, dos usuários entre si e conseqüentemente entre o *designer* e o(s) usuário(s).

4.1 *Membrane e Schnittstelle*

Usualmente, a idéia de *membrane* conota uma vontade de união entre dois mundos que a princípio se encontram separados mas que buscam conectar-se para se comunicarem. Para tanto essa **membrana permeável**, enquanto elemento de transição e tradução, ocupa-se por ressaltar similaridades entre o usuário e o computador, marcando um aspecto não conflitante do contato entre coisas na verdade fundamentalmente diferentes, proporcionando uma comunicação amigável entre elas (o que implica numa maior usabilidade no caso dos computadores).

Já a idéia de *Schnittstelle* (tradução do termo “interface” para a língua alemã), através da abordagem desenvolvida por Siegfried Zielinski⁷, nos atenta para o aspecto da separação, das diferenças e limitações intrínsecas de cada sistema (homem – máquina) que se confrontam no **campo de tensão** onde se procura realizar a comunicação.

De qualquer maneira, ambos os casos acabam funcionando como determinantes do formato da relação. O que difere é o grau de conhecimento ou alienação, de um mundo para com o outro. O conhecimento ou alienação do homem em relação ao computador é mais fácil de se entender, pois sabemos que existe vários níveis de usuários, mais ou menos alfabetizados informaticamente e que portanto têm capacidades diferenciadas para gerar seu **modelo conceitual**. Já o conhecimento ou alienação do “computador” em relação ao homem exige que façamos algumas observações a

respeito. São elas: Como vimos ao descrever *hardware* e *software*, o computador é conformado para assimilar e processar comandos vindos de um sistema exterior a ele. Esse sistema é o próprio usuário que, em algum momento da conformação do sistema de comunicação (interface), também é entendido e modelado como um sistema. Esse “sistema” vai reagir aos estímulos do computador e interagir com ele.

No caso da *membrane*, quando o usuário confecciona seu modelo conceitual, gera-se uma ilusão da totalidade da comunicação (um sistema é “igual” ao outro). Para tanto realiza-se uma redução do real e do atual (enfim, o que é tangível – ver “Virtual e Ciberespaço” no cap. “Arte e Ciência”) através da planificação do próprio usuário e seu mundo, igualando-o à realidade do computador. Esta realidade, por sua vez, foi concebida frente aos moldes provenientes de uma concepção mecanicista, pós-palavra-impressa, que traduzem o tangível como partes que se combinam para formar o todo, de forma homogênea (ver capítulo “Método Científico na Física: A Observação”). A produção dessa realidade mecânica possui como recurso criativo básico a utilização de metáforas. Com isso consegue-se uma maior objetivação da realidade última, proporcionando um aprofundamento coletivo no desconhecido. No entanto esse aprofundamento corre o risco de acontecer muito mais devido ao achatamento do desconhecido (transformando-o numa superfície/simulacro) do que pela profundidade do mergulho. Assim como toda analogia, a metáfora substitui o objeto por uma representação mais familiar. Esse procedimento, até certo ponto, facilita uma primeira aproximação mas pode dificultar o entendimento de qualidades próprias do objeto que o diferenciam da metáfora escolhida. Muitas vezes até tomamos totalmente a metáfora pelo objeto, atribuindo a este qualidades que pertencem apenas à metáfora.

O que distingue *membrane* de *Schnittstelle*, no entanto, não está no fato de se eleger a metáfora como artifício. A diferença entre eles está na qualidade e duração de um pacto ficcional⁸ que é realizado entre o autor da metáfora e o usuário. Um pacto que pressupõe um envolvimento e uma vivência do usuário, que se projeta, entrando no universo do autor. Esse contrato diz respeito à ficção, assumida pelo usuário, que está contida na metáfora e que não deve ser esquecida durante a interação. Quando este esquecimento acontece, a metáfora é tomada como sendo o próprio objeto, perdendo sua mais importante potencialidade: a de preparar um contexto onde, num determinado momento, após se construir as similaridades entre os dois sistemas comunicantes, explicita-se a ambigüidade da comparação que dissolve o pacto (Essa dissolução do pacto é semelhante a reversão do elemento “nevermore” do poema “the Raven”, de Edgar Allan Poe, artifício este abordado no seu ensaio “Filosofia da Composição”⁹). Nesse instante estabelece-se um paradoxo que ira apontar tanto para a semelhança como para a diferença ao mesmo tempo. Aliás:

⁷ Reitor fundador da Escola Superior de Media Art em Colônia, Alemanha.

⁸ Em: ECO, Umberto. *Seis Passeios Pelos Bosques da Ficção*, Ed. Cia. das Letras, S.P., 1994.

⁹ POE, E.A., “Philosophy of Composition”, *Graham's Magazine*, 1846.

a diferença só se sustenta e se estabelece devido à construção anterior da semelhança, por oposição. Assim, ela é relativa e simultânea ao seu oposto. A construção de um paradoxo nesses moldes, isto é, transcendendo a comparação, pode ser entendido, metaforicamente, como um deslizar sobre a membrana até se encontrar a dobra do Anel de Moebius (ver figura) que coloca o usuário “dentro” do universo do computador ao mesmo tempo em que o mantém “fora”. Desliza-se assim por dentro e por fora da membrana em direção ao sistema em oposição, “percorrendo” o campo de tensão entre os dois universos (computacional e humano).



Essa membrana, antes de se encontrar a dobra, apresentava-se como um espelho que ministrava a troca de informações sob a ilusão da semelhança. Agora, insinua-se uma continuidade entre o que é “dentro e fora” ou entre o que é “similar e distinto”. Essa ambigüidade seria a qualidade do campo de tensão entre os dois sistemas. Assim podemos concluir que a diferença entre um sistema *membrane* em relação a um sistema *Schnittstelle* está no tempo de permanência de uma ficção que se utiliza de uma membrana permeável, com propriedades reflexivas, como algo que reveste uma caixa preta e que negocia o que entra e o que sai desta. Durante essa ficção, cria-se a ilusão de que o que sai é o reflexo do usuário e o que entra é o próprio usuário. Propomos, portanto, que entendamos essa entrada (o atravessar da membrana) como ilusória e ficcional, sendo o que realmente acontece, nesse caso *membrane*, é um deslizar permanente somente sobre o lado de fora da caixa preta. Já no caso *Schnittstelle*, constrói-se uma membrana impermeável em forma de um Anel de Moebius, extremamente lisa que, de tão lisa, propicia uma reflexão do que está do lado de “fora” (o lado do usuário), além de promover um deslizar vertiginoso em direção à dobra. Quando o usuário atinge o lado de “dentro” ao deslizar pela dobra (sem portanto “atravessar” a membrana), o que encontra refletido não é mais o lado de “fora” mas sim o lado de “dentro”. Como sabemos que o referencial “dentro e fora” não funciona para um Anel (ou Fita) de Moebius, estabelece-se que no instante da dobra, rompe-se o pacto ficcional da comparação metafórica, estabelecendo um paradoxo que justapõe referenciais de dentro/fora e de similar/distinto.

O que ao meu ver torna-se explícito com o advento da **Realidade Virtual** é a insistência generalizada da utilização do conceito de *membrane*, criando a ilusão de imersão total nessa caixa preta (ver cap. "Realidade Virtual"), entrando-se no universo computacional. Assim, não se rompe o pacto ficcional e sim desliza-se na superfície do espelho acreditando-se estar mergulhando profundamente rumo ao âmago do sistema computacional. Para um usuário menos atento, a realidade ali apresentada corresponde metaforicamente à aparência do seu mundo externo, pois reproduz as qualidades tendenciosamente eleitas como sendo genuinamente do que é *vivo*¹⁰. Citando Ariindo Machado:

"Trata-se verdadeiramente do delírio do realismo intelectual, uma aposta no sentido de descrever da maneira mais exata e rigorosa a aparência visível de mundo, inclusive nos seus aspectos mais resistentes à formalização".¹¹

Essa realidade é figurativa na forma (insistindo-se veemente num olhar perspectivo) e "comporta-se" como viva (pois possui reações coerentes e consistentes em relação ao que se esperaria que o mundo físico real tivesse), simulando inteiramente o que percebemos do real. Dessa maneira, como já disse, ao imergirmos na Realidade Virtual, deslizamos desavisadamente nas imagens sem profundidade produzidas por esse **espelho** hiper-real da natureza (a discussão sobre esse "realismo intelectual" será melhor fundamentada nos capítulos "Objetividade Renascentista" e "Física Moderna").

O mesmo fenômeno de verossimilhança acontece na simulação da mente humana via algoritmos na **Inteligência Artificial**: também passamos a ver o computador como um espelho da nossa mente, na medida que nos convencemos, via análise operacional, de que ele apresenta características similares a certos processos mentais. Assim, reconhecemo-nos nele, tornando-o nosso semelhante. Nesses casos a ilusão é tão severa que dificilmente temos condições de romper o pacto por conta própria.

No caso *Schnittstelle*, somos conduzidos ao rompimento, ao despertar, e quando olhamos para o espelho após o rompimento do pacto ficcional, justapomos o que está dentro e o que está fora, criando uma tensão entre aquilo que se reflete na membrana lisa e impermeável e aquilo que nos contém: justapõe-se o real/vivo com o potencial/algorítmico, enfim, o mundo do homem com o mundo do computador. Instaura-se uma indefinição calcada na ambigüidade que aflige aquele que busca interagir: como podem universos tão distintos (natural-vivo/artificial-algorítmico) se justaporem tão intensamente, mesmo depois de rompido o pacto que eliminava essa semelhança?

¹⁰ Vivo como expressão dinâmica e sutil do real: o desconhecido, o inexprimível, o impronunciável, o impossível. Por Siegfried Zielinski em: ORGANISATIE, V2: "Interfacing Realities"; Ed. Uitgeverij De Baile and Idea Books; Rotterdam, 1997.

Quero dizer assim que, mesmo depois de rompido o pacto, oferecemos resistência à constatação da continuidade do mundo natural e artificial que, em última instância, é o que está se confrontando. É estranho e desconfortável para nossa mente que haja uma continuidade entre as qualidades do que é vivo e as qualidades do que é artificial, depois destas terem sido mostradas como distintas. Isso talvez se explique pelo fato da nossa percepção apresentar-se visualmente hipertrofiada¹², tendo por consequência uma dificuldade em lidar com ambigüidades.

Segundo Mc Luhan¹³, a hipertrofia visual atual pode ser explicada pela disseminação da palavra impressa, que criou e generalizou para o ser humano um mundo de movimento e isolamento visual, com o fortalecimento do ponto de vista e seu olhar perspectivo, que relativiza as partes entre si de maneira sucessiva (ver cap. "Objetividade Renascentista"). O valor implícito nas nossas ações dá importância à **separação** de funções, na análise e relativização dos elementos componentes e no isolamento do instante ou momento (essa discussão sobre Mundo Mecânico será desenvolvida no cap. "Método Científico na Física: A Observação"), que usa como artifício a eliminação de ambigüidades através de relações analógicas entre as partes, em sistemas lineares.

Não estamos familiarizados com sistemas que se apresentam ambíguos e que relacionam simultaneamente pluralidades aparentemente opostas. No entanto, com o advento de certas teorias, principalmente no campo da Física¹⁴ (Teoria da Relatividade, Princípio da Incerteza na Mecânica Quântica, por exemplo) e matemática (com Gauss, Bolyal, Lobachevsky e Reimann o espaço passa a ser *n-dimensional, topológico*¹⁵), novas relações de espaço/tempo passam a ser concebidas através de paradoxos, ambigüidades e incertezas, muitas vezes provenientes de construções metafóricas que em determinado momento se desconstruem.

Sabemos que o espaço, a partir de Kant¹⁶, migra da categoria objetiva para um categoria subjetiva, tendo relação não mais com a materialidade, fisicalidade exterior e valor empírico, mas sim com o que imaginamos que percebemos. Sabemos também que a procura pela menor partícula pela Mecânica Quântica eventualmente levou à uma conclusão importante: não é a partícula que é essencial mas a interação entre a partícula e o observador, pois este determina o resultado das pesquisas num nível quântico (ou atômico) de fenômenos. Observador e observado são interdependentes, interagindo constantemente e explicitando uma continuidade entre eles (ver cap. "Física Moderna"): A relação entre os dois sistemas distintos (observador e observado) estaria calcado na indeterminação e imprevisibilidade das atividades de suas partes.

¹¹ MACHADO, Arlindo; "Máquina e Imaginário", Edusp, SP, 1993

¹² ver cap. Hipertrofismo Visual

¹³ McLUHAN, Marshall; "A Galáxia de Gutenberg", Edusp; São Paulo, 1967.

¹⁴ Em: CAPRA, Fritjof; "Tao da Física"; Ed. Nova Fronteira, RJ, 1984.

¹⁵ Em: HENDERSON, L.D; "The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art" Princeton University Press, New Jersey, 1980

¹⁶ Em: KANT, Immanuel, "Critique of Practical Reason", Library of Liberal Arts ed, Londres, 1788.

No caso da rede digital, temos de um lado um mundo descontínuo, oscilante entre caos e ordem, com espaço heterogêneo e tempo plenamente irreversível, com indefinições e incertezas quanto a parâmetros espaciais e temporais (Princípio da Incerteza, de Heisenberg), e do outro lado um sistema maquinal de espaço homogêneo (cartesiano), hermético e preestabelecido. Como nos fala Paul Virilio :

"O espaço accidental, heterogêneo, onde as partes, as frações se tornam de novo essenciais, suplanta o espaço substancial e homogêneo. As dimensões espaciais nas cidades imateriais nada mais são do que mensagens fragmentárias. Dimensões que provocam confusas fronteiras em nosso modo de vivenciar o mundo. Já não a partir de geometrias lineares, mas de outra matemática baseada agora em matrizes numéricas que se impõem a partir das incertezas, da simultaneidade, da velocidade e da mutabilidade".¹⁷

Podemos perceber, então, uma gradual preocupação com a possibilidade de interação e continuidade entre as partes, a ponto do sistema se tornar incompleto e inoperante quando fragmentado.

Essa influência mútua também estaria presente nos mecanismos de interatividade. O que, no entanto, diferenciaria *Schnittstelle* de *membrane* (enquanto tais mecanismos) seria uma busca pelo conhecimento dessa continuidade durante a comunicação, integrando as partes sem planificá-las, através de uma justaposição transparente que mostra a dualidade complementar e não uma sobreposição opaca que apaga e submete um dos sistemas envolvidos.

Essa complementaridade, no entanto, não é absoluta e completa. Com o termo *Schnittstelle*, ao marcar principalmente o caráter de justaposição da distinção entre dois universos, gera-se ainda um sentimento de incompletude durante o ato da comunicação. Talvez aí se instale o paradoxo.

"As partes se apresentam tendo em vista o respeito aos aspectos que lhes são incompreensíveis."¹⁸

Do ponto de vista humano, gera-se uma sensação de solidão incomunicável e esta é sua única certeza. Essa incompletude, por sua vez, alimenta a espiral que ascende se deslocando para cima ao tangenciar cada um de seus pontos. Esse deslocamento desviante tangencia cada ponto da espiral. Assim, não se fecha o círculo (ou como talvez preferiria Pierce: o triângulo) que determinaria o sentido ou o significado no interpretante.

¹⁷ VIRILIO, Paul; Espaço Crítico; Ed.34; RJ, 1993.

¹⁸ Por S. Zielinski in ORGANISATIE, V2: "Interfacing Realities"; Ed. Uitgeverij De Baile and Idea Books; Rotterdam, 1997.

Com esse círculo que nunca se fecha, nesse sentimento de incompletude, pode-se buscar interagir desperto para as diferenças. Num sistema interativo, mais rica será a interação se ela conseguir assinar (para depois romper) sucessivamente o pacto ficcional. Para tanto é necessário criar sistemas que sejam imprevisíveis, promovendo interações que tendem à destruir, através da desestabilização contínua do sistema midiático, o senso de previsibilidade do agente/usuário em relação ao que se espera do efeito por ele detonado. Essa capacidade de mudar sua forma de acordo com os *inputs* do usuário leva o sistema computacional a se diferenciar de um objeto contemplativo: embora um objeto contemplativo possa desencadear uma ressignificação contínua no observador, a rigor o observador não altera o que é tangível e manifesto no objeto. Já numa interação computacional, essa transformação pode e mais intensamente deverá acontecer se o sistema proporcionar uma imprevisibilidade constante. Se um efeito passa a ser repetitivo, tendo seu mecanismo vulgarizado pela superexposição, enfraquece-se e desacelera-se a espiral ressignificante.

Para a criação de sistemas dessa natureza, passando-se de usuário à autor, este precisa se aprofundar no universo da máquina, entender sua engenhosidade, suas regras de funcionamento, desmistificando o espelho, revertendo-o, olhando o que está **entre** as superfícies (que a rigor no Anel de Moebius é a mesma superfície), observando a matéria opaca do nitrato de prata algorítmico que atua como suporte de todo o “reflexo” interno e simultaneamente externo. Só assim, ao compreender a lógica do que se justapõe ao real, o usuário poderá interferir finalmente nesse reflexo, reforjando-o. Não precisará mais ser conduzido até o despertar induzido. Poderá exercer uma interação criativa pela subversão do meio. Essa subversão, no entanto, só se dá de maneira construtiva: não há subversão em um meio computacional que não seja apropriativa, isto é, que domine suas regras intrínsecas, pois afinal estamos no universo da Terceiridade (nível das leis). Se isso acontecer, de espectador (ou no máximo um ator com seu papel pré-definido) passa-se a co-autor.

Em termos coletivos, passa-se para a categoria de co-autor das regras, do campo, das partes de um jogo que, em última instância, nada mais é do que o embate infinito do conhecimento com o desconhecido (ver cap. “Co-autoria e trabalho Colaborativo”). A partir desse conhecimento, o usuário está tecnicamente instrumentalizado à criar novas interações que se apropriem desse espiral jogo metafórico-paradoxal. No entanto, só isso não garante uma efetividade do sistema em gerar paradoxos. Isso ainda depende do grau de engenhosidade e sensibilidade do criador em se apropriar poeticamente desse sistema para gerar uma área cinza/transparente, conduzindo o futuro usuário até ela. Essa condução do usuário dependerá, em outras palavras, do talento do *designer* em gerar modelos conceituais no usuário que estejam em concordância com a ficção por ele proposta, gerando a dobra:

“A dobra é a continuidade do avesso e do direito, a arte de instaurar essa continuidade, de tal maneira que o sentido na superfície se distribui dos dois lados ao mesmo tempo.”¹⁹

Essa dobra, área cinza, como já disse e volto a ressaltar, é uma região tensa de justaposição de ambigüidades e opostos extremos que, através de um jogo sensual de transparências, leva ao nível sensível do usuário/participante os novos paradigmas espaço-temporais que por sua vez expressam a condição de incompletude humana na Terra.

Cabe averiguar, nesse nosso atual estágio transitivo, como esses eventos informacionais, ao expandirem-se da categoria plana essencialmente visual (textos, janelas de imagens, etc) para a categoria tridimensional e sinestésica, podem mudar a condição hipertrofiada da visão na nossa cultura pós-palavra-impressa proporcionando, talvez, um reequilíbrio dos sentidos, recuperando as qualidades audiotácteis das culturas orais. Esse fator perceptivo estruturaria a nova ordenação do juízo que teremos sobre a simultaneidade das dimensões tempo/espaço heterogêneos que, por sua vez, alimentam um conhecimento coletivo. Esse juízo, no entanto, depende de como estão sendo forjados os novos meios, definindo quais os valores intrínsecos que eles carregam consigo.

O que proponho, é que nos atentemos para as descobertas recentes do mundo da física onde o espaço homogêneo e o tempo linear e sucessível dão lugar à uma realidade fundamentada em simultaneidade, imprevisibilidade e heterogeneidade espacial. Para tanto, inicialmente vamos entender como se processa a relação e a influência mútua entre Arte e Ciência, no que diz respeito à uma organização de mundo no modo visual sucessivo e modo audiotáctil simultâneo, passando do conceito de observação como contemplação isolada para a idéia de continuidade entre observador-observado e interdependência mútua.

¹⁹ DELEUZE, Gilles; *Lógica do Sentido*; Ed. Perspectiva; São Paulo, 1976.

5 Arte e Ciência

A dissertação se desenvolveu até aqui buscando um aprofundamento da caracterização de duas posturas antagônicas e complementares no entendimento do que seria o fenômeno de interação entre o homem e a máquina computadorizada: *membrane* (construção de sistemas amigáveis e intuitivos) e *Schnittstelle* (criação de zonas de tensão entre homem e o computador). A diferenciação entre as duas formas estaria na qualidade e duração do pacto ficcional que levaria à uma ilusão de entrada no mundo do computador (no caso *membrane*) ou a um despertar dessa ilusão para as relações ambíguas presentes na interação (no caso *Schnittstelle*). Esse aprofundamento segue agora através da investigação e caracterização de concepções sobre interatividade na Ciência (analisando os diversos entendimentos do que seja a “observação” de um fenômeno) e na Arte (passando da contemplação da obra entendida como representação objetiva para a **interferência** do fruidor no objeto artístico). A abordagem que se segue tratará, portanto, do par observador/observado e criador/criatura nos âmbitos da Ciência e da Arte, analisando a continuidade e interdependência entre eles. Antes porém, penso que será necessário a formulação de uma questão que antecede a idéia de interação: O Mundo é, enquanto latência, uma entidade potencial (e portanto passível de uma modelação matemática discretizadora, calcada na descontinuidade de seus elementos) ou está em concordância com a idéia de virtual (não-determinístico dentro de uma unidade contínua). Essa investigação é necessária quando busca-se analisar a convergência entre Arte e Ciência, tendo como consequência, no nosso caso, a previsibilidade ou não dos efeitos proporcionado por algoritmos que conformam “Realidades Virtuais” e “Inteligências Artificiais”. Com esse filtro em mente, discorrerei posteriormente sobre a abordagem das Ciências Cognitivas em relação a mente humana e a sua decisão de adotar o computador como paradigma principal.

É nesse contexto colocado que nossos hábitos de percepção, de concepção e de criação se encontram em processo de intensificada alteração (e conseqüentemente os modos de aprendizagem e ação). Essa utilização gera diferentes códigos operatórios que agem de forma retroativa nas manifestações artísticas e científicas (cada vez mais interativas em um contexto compartilhado). Arte e Ciência, devido ao alto grau de comunicabilidade encontrado atualmente, se tornam mais visíveis entre si. Como conseqüência, a Arte vem assimilado paradigmas científicos e estes vêm sofrendo influência de novas concepções artísticas (no entanto, muitas vezes essa apropriação mútua é realizada de maneira superficial, sem maiores questionamentos, gerando "impropriedades intelectuais"²⁰).

Nessa convergência entre Arte e Ciência, mas ainda no campo das artes, é necessário repensar os conceitos de autoria, consumo e fruição estética. Nessa "arte tecnológica", não se trata mais de uma simples relação com as imagens, ou com a máquina, mas da relação do homem com toda uma rede de informação e tecnologia: o objeto artístico, seu consumidor, seu produtor virtual estão reunidos no mesmo "lugar". Se analisarmos de maneira menos atenta, com a transformação das tecnologias de interatividade, as divisões entre aquele que faz e aquele que consome arte, entre autor e leitor, artista e observador parecem obliteradas pois as redes aparentam conter duplamente as pessoas enquanto indivíduos e enquanto co-autores num sistema participativo com certos graus de liberdade de escolha.

"Todos são a um só tempo emissores, receptores e mensagens: há uma hibridação inapreensível dos agentes e das funções: incerteza, imponderabilidade, acaso absoluto nas redes. O observador passa à participante, graças ao caráter sinérgico das interações sinestésicas."²¹

No entanto, a interface onde essas relações acontecem não são neutras e sim construídas para configurar a interação. O que vou tentar ressaltar inicialmente nesse trabalho são certos pressupostos, seguido de suas conotações e implicações, que essas interações ditas inapreensivelmente híbridas se fundamentam. Todas elas dizendo respeito sempre ao que se entende por natureza e por mente humana e como isso se expressa em seus métodos de simulação desses objetos. Isto é: por trás de toda interação existe, por parte de quem cria, uma concepção de como é o ser humano que está interagindo e o espaço onde ele se situa ; e o ser humano, por sua vez, possui uma concepção do que é o computador (que pode ser desde uma impressão à até mesmo um alto conhecimento técnico do computador e sua programação). O que

²⁰ Em: SOKAL, Alan & BRICMONT, Jean - "Impostures Intellectuelles", in Textos para Discussão, apostila dos Estudos Avançados- USP, 1998

²¹ ADRIAN COLETTI, ALEX: "Book for Instable Midia; V2 Organisatie; Hertgenbosh, 1992.

se tem tentado de maneira generalizada é igualar esses dois universos, em busca de uma fusão (e não justaposição) mais amigável entre as partes. Formaliza-se o que chamamos de intuição para se alcançar uma interação mais “intuitiva”. Estrutura-se matematicamente a inteligência humana, partindo de pressupostos que apontam para uma idéia de determinismo universal, onde tudo (dos fenômenos naturais e artificiais aos pensamentos) preexiste potencialmente, isto é, já está conformado, só faltando realizar-se. Esse universo potencial (a realidade última, no caso) seria, segundo certos teóricos, regido por leis imutáveis e matemáticas.

Para maior compreensão dessa concepção situarei, a seguir, a matemática e o método científico (com seus pressupostos de modelação do real) em relação ao “virtual” e “potencial” abordadas por Pierre Lévy, através da exposição das principais idéias contidas no livro “O Que é Virtual”. Posteriormente, isso posto, iremos verificar as aproximações entre o ideal renascentista de tradução da natureza em termos matemáticos e o que hoje funciona como base de dados para a modelação das relações entre homem e computador, num processo contínuo de visualizações e atualizações. Também apresentarei, com exemplos na literatura, como a “análise combinatória”²² (enquanto sistema mecanicista) foi assimilada pela literatura, apontando semelhanças destes sistemas com os “hipertextos hierárquicos”²³ que encontramos atualmente.

²² Ver capítulo “Matemática e Literatura”

²³ Idem

5.1 Virtual e Ciberespaço

Pierre Lévy trata do virtual não como pertencente ao universo do falso (como complementar do real) ou exclusivamente ao mundo imaginário e inapreensível mas sim como algo inserido dentro da dinâmica do mundo comum, elemento pelo qual compartilhamos e conformamos uma realidade. Sua proposta é apresentar o virtual como movimento pelo qual se constituiu e continua a se criar a nossa espécie. Para tanto, promove uma distinção conceitual situando-o como parte de uma dialética de quatro pólos: real, possível, atual e virtual. Estes pólos são quatro maneiras de ser diferentes mas que, em cada fenômeno, quase sempre operam conjuntamente. Analiticamente, eles se orientam através de um par de coordenadas que identificam em cada um deles suas duas qualidades: de substância ou acontecimento (coordenada 1), latente ou manifesto (coordenada 2).

	Latente	Manifesto(tangível, coletivo)
Substância	Possível / Potencial	Real-- <u>ordem de seleção</u>
Acontecimento	Virtual	Atual-- <u>ordem de criação</u>

Podemos dizer, então, que o possível e o virtual são latentes, não-manifestos enquanto que o real e o atual são manifestos, isto é, se fazem presentes, tangíveis. Essas semelhanças, no entanto, escondem uma diferenciação calcada em um dualismo que ordena os quatro pólos em duas categorias relativas às suas condições de substância ou de acontecimento. Infere-se assim, que o possível e o real pertencem à categoria de substância e o virtual e o atual à categoria de acontecimento.

A passagem de um pólo ao outro caracteriza as quatro transformações principais: Realização, Potencialização, Atualização e Virtualização. Essas passagens, por sua vez, diferem-se quanto aos processos que as conformam e que podem ser: processo **seletivo** (ordem de seleção) e processo **criativo** (ordem de criação). Para esclarecer essas relações, vamos aos seguintes comentários:

1. Quanto ao possível (ou potencial) e sua qualidade de substância e latência e sua relação com o real:

"O possível já está todo constituído, mas permanece no limbo. O possível se realizará sem que nada mude em sua determinação nem em sua natureza. O possível é exatamente como o real: só lhe falta a existência. A realização do possível não é uma criação, pois uma criação implica também a produção inovadora de uma idéia ou de uma forma. O possível é estático, já constituído."(pg. 15)²⁴

Assim sendo, a realização seleciona entre possíveis previamente estabelecidos. Então materializa-o, preenchendo de matéria o que antes era apenas forma. A relação entre a forma e a matéria determinam a categoria de substância.

2. Quanto ao virtual e sua qualidade de acontecimento e latência e sua relação com o atual:

A virtualização implica em uma mutação da identidade de uma determinada entidade a partir do deslocamento do seu centro de gravidade em direção à uma problematização. Essa problematização é referente à um campo de questões que dizem respeito à essa entidade .

"O virtual é como um processo problemático, ou nó de **tendências** ou de forças que acompanha uma situação, um acontecimento, um objeto, ou uma entidade qualquer e que chama um processo de resolução: a atualização. Esse complexo problemático pertence à entidade considerada e constitui inclusive uma de suas dimensões maiores. " (pg. 16)²⁵

Como movimento contrário à atualização temos a virtualização. Esta parte de uma resposta dada pela atualização a um outro problema. A virtualização é um dos principais vetores da criação de realidades, oferecendo uma ampliação dos graus de liberdade.

"Criadora por excelência, a virtualização inventa questões, problemas, dispositivos geradores de atos, imagens de processos, máquinas de devir."(pg. 140)²⁶

A atualização também é criativa pois sempre inventa uma resposta à problemática, criando uma informação inteiramente nova. Sua forma é um acontecimento que não estava pré-determinado. Num processo de retroalimentação, reorganiza o campo problemático:

²⁴ LEVY, Pierre: "O que É Virtual: Ed.34, RJ,1992.

²⁵ Idem

²⁶ Idem

"Uma produção de qualidades novas, uma transformação de idéias, um verdadeiro devir que alimenta de volta o virtual. " (pg17)²⁷

Resumindo:

- O real subsiste ou resiste (coisas persistentes);
- O possível insiste (possui formas ocultas no interior, adormecidas);
- O virtual existe (sua essência está na saída: objetivação);
- O atual acontece (manifestação de um acontecimento) e sua operação é a ocorrência.

É importante ter em mente que estas divisões são frutos de procedimentos analíticos, cujas partes resultantes não podem ser concebidas separadamente:

"Toda situação viva faz funcionar uma espécie de motor ontológico a quatro tempos e portanto jamais deve ser guardada em bloco num dos quatro compartimentos." (pg142)²⁸

Assim, todas as transformações são necessárias e complementares umas as outras. O real assemelha-se ao possível, enquanto o atual responde ao virtual. Vê-se que os processos de potencialização e de realização só adquirem sentido pela dialética da atualização e da virtualização. Entendendo, portanto a virtualização como processo criativo, Pierre Lévy ressalta que esta não é um processo originado nos nossos tempos atuais, apontando-a inclusive como detonadora da própria conformação do homem :

"Três processos de virtualização fizeram emergir a espécie humana: o desenvolvimento das linguagens, a multiplicação das técnicas e a complexificação das instituições. (...) A partir da invenção da linguagem, nós, humanos, passamos a habitar um espaço virtual, o fluxo temporal tomado como um todo, que o imediato presente atualiza apenas parcialmente, fugazmente. Nós existimos." (pg. 71)

A partir daí os seres humanos foram capazes de desligar-se parcialmente da experiência onde estão inseridos para transportarem-se para outros espaços/tempos, desprendendo-se do aqui e agora. Com a memória, a imaginação, a religião e o conhecimento (virtualizantes) puderam se desfazer do sentido de presença, reinventando uma cultura nômade, tornando-se não-presentes, desterritorializados :

²⁷ LEVY, Pierre: "O que É Virtual: Ed.34, RJ,1992.

²⁸ Idem

"Uma espécie de desengate os separa do espaço físico ou geográfico ordinários e da temporalidade do relógio e do calendário. (...) Recortam o espaço-tempo clássico apenas aqui e ali, escapando a seus lugares comum "realistas": ubiquidade, simultaneidade, distribuição irradiada ou massivamente paralela." (pg. 21)²⁹

Com o advento da telemática acentua-se um nomadismo diferenciado, onde se salta de um sistema a outro dentro de uma rede. Seus caminhos, portanto, são pré-determinados, divergindo do antigo nomadismo que se caracterizava por linhas de errância e de migração dentro de uma extensão dada. Nossa interface com essa nova dimensão (universo da Terceiridade³⁰) é o computador. Este, no entanto não pode mais ser visto como um elemento isolado e sim como um componente incompleto, um terminal material de uma imensa rede processadora de dados:

"No limite, só há hoje um único computador, um único suporte para o texto, mas tornou-se impossível traçar seus limites, fixar seu contorno. É um computador cujo centro está em toda parte e a circunferência em nenhuma, um computador hipertextual, vivo, pululante, inacabado, virtual, um computador de Babel, o próprio Ciberespaço." (pg. 47)³¹

O componente etéreo dessa rede, complementar ao computador, é o que chamamos de Ciberespaço. Este se manifesta hipertextualmente através dos fluxos de informação de signos (que se comportam vetorialmente ocupando um lugar nesse mar de dados)

"No Ciberespaço, cada ponto é diretamente acessível a partir de qualquer outro. O Ciberespaço está mudando as noções de unidade, de identidade e de localização."(pg48)³²

Com isso conseguimos estabelecer uma unidade de tempo sem unidade de lugar através das interações em tempo real entre usuários separados geograficamente. Na mesma proporção realizamos uma continuidade de ação apesar de uma duração descontínua (como na comunicação por secretária eletrônica ou e-mail). Dessa maneira um evento sincrônico substitui a unidade de lugar e a interconexão à unidade de tempo (Essa qualidade atualmente é até expressa formalmente em termos físicos: ver cap. "Física Moderna"). Se analisarmos certos procedimentos informáticos como o armazenamento de dados, o processamento desses dados e sua exibição, teremos as seguintes relações: O armazenamento em memória digital é uma potencialização pois a partir dele

²⁹ LEVY, Pierre: "O que É Virtual", Ed.34, RJ,1992.

³⁰ PLAZA, Júlio: "Tradução Intersemiótica"; Ed. Perspectiva: SP, 1982.

³¹ LEVY, Pierre: "O que É Virtual", Ed.34, RJ,1992.

³² *ibidem*.

é oferecido uma **combinatória**, ainda que possa ser tendendo ao infinito, e jamais um campo problemático. A exibição desses dados, por sua vez é uma realização:

"Esse universo de possíveis pode ser imenso, ou fazer interferir procedimentos aleatórios mas ainda assim é inteiramente pré-contido, calculável. Deste modo, seguindo estritamente o vocabulário filosófico, não se deveria falar de imagens virtuais para qualificar as imagens digitais, mas de imagens possíveis sendo exibidas. O virtual só eclode com a entrada da subjetividade humana no circuito, quando num mesmo movimento surgem a indeterminação do sentido e a propensão do texto a significar, tensão que uma atualização, ou seja, uma interpretação, resolverá na leitura." (pg. 40)³³

Por exemplo: "Se a execução de um programa informático, puramente lógica, tem a ver com o par possível/real, a interação entre humanos e sistemas informáticos tem a ver com a dialética do virtual/atual."(pg. 17)³⁴

Podemos dizer, então, que nas tecnologias de informação computadorizadas só se configura uma virtualização quando existe uma interação dos processos executivos informáticos e os processos mentais numanos.

5.2 Natureza dos Objetos e Princípios Matemáticos:

Como matriz estrutural e abstrata dos fenômenos digitais, cabe agora indagarmos sobre a natureza desta. Como pretendo mostrar, não podemos nos esquivar dessa questão apenas concluindo que a matemática é "representação", pois, afinal, como linguagem, o que ela representa?

A partir dos conceitos de potencial e virtual expostos no item anterior, situaria inicialmente a matemática como pertencente ao universo da substância. Mesmo assim, algumas questões permanecem nebulosas. Por exemplo:

'São os objetos matemáticos uma abstração e uma purificação dos dados de nossa experiência sensível? Originam-se da percepção? Ou são realidades ideais, alcançadas exclusivamente pelas operações do pensamento puro? São inteiramente *a priori*? Existem em si e por si mesmos, de tal

³³ LÉVY, Pierre: "O que É Virtual: Ed.34. RJ.1992

³⁴ Idem

modo que nosso pensamento simplesmente os descobre? Ou são construções perfeitas alcançadas pelo pensamento humano?"³⁵

À essas questões acrescento as seguintes: Se a matemática for de ordem perceptiva, seria então a natureza estruturada matematicamente? Mas e se a matemática for de ordem imaginativa, seria então os nossos pensamentos estruturados matematicamente?

Como fruto da corrente filosófica que afirma que o mundo é matemático (inicialmente com Pitágoras: "*todas as coisas são números*"³⁶ e Platão, seguidos por Galileu, Descartes, Newton e Leibniz) temos o surgimento de toda uma cultura da simulação e modelação da realidade. Atualmente, podemos até vivenciar estas simulações dentro de ambientes imersivos virtuais (Realidade Virtual).

Já com Kant, em termos filosóficos, a matemática passa a ser pura invenção do espírito humano, uma construção imaginária rigorosa e perfeita que traduz o mundo das aparências (portanto o que percebemos) em termos rigorosamente formais. Por exemplo: o desenvolvimento da álgebra contemporânea e das chamadas geometrias não euclidianas ou geometrias imaginárias (fractal e topologia, por exemplo). Com isso a matemática alcançou grande liberdade teórica sem precedentes, justamente por ter abandonado a idéia de que a estrutura da realidade é matemática, não precisando mais dos fenômenos físicos como fonte criativa. O que pode-se especular a partir dessa idéia é a possibilidade do pensamento possuir inatamente a capacidade de organizar objetos matemáticos. Isso se daria pelo fato do pensamento ser estruturado matematicamente. Em concordância com este conceito citaria a Inteligência Artificial e todas as demais simulações da mente humana.

Por outro lado, essas novas teorias matemáticas de ordem imaginativa vêm ajudando na formalização de novas teorias das "Ciências da Natureza": Relatividade e Mecânica Quântica (física), Teoria das Valências (química), Teoria do DNA (biologia). Portanto, será que a matemática estrutura o mundo e os nossos processos mentais simultaneamente, a ponto dos objetos matemáticos imaginários terem sempre seu correspondente na natureza, apenas esperando serem notados? (ver item "Kant" no capítulo seguinte).

Caso isso acontecesse, a justaposição dos opostos no paradoxo encontrado numa interação *Schnittstelle* seria uma falácia pois não haveria oposição: tanto o natural/vivo como o artificial/algorítmico seriam gerados matematicamente. A sensação de incompletude, quando acontecesse, se daria por ignorância do homem em relação à essa verdade. Caso não acontecesse, se daria ao fato do pacto ficcional não ser propriamente um pacto relativo à uma

³⁵ CHAUI, Marilena; *Convite à Filosofia*; Editora Ática; São Paulo; 1998.

³⁶ CAPRA, Fritjof; *Tao da Física*; Ed. Nova Fronteira; Rio de Janeiro, 1984.

ficção e sim relativo à uma verdade, pois a simulação se igualaria à estrutura matemática do real. O rompimento do pacto seria, aí sim, um momento ilusório, pertencente ao imaginário e não à realidade que estrutura os fatos. É contra esse tipo de inversão (de pacto-ficção para pacto-verdade) que nos aprofundaremos no entendimento de como se processa o método científico e posteriormente, após ter demonstrado o percurso que fez com que as Ciências Cognitivas elegessem o computador como paradigma, apontarei no universo matemático como Gödel demonstrou ser impossível a matemática englobar todos os fatos matemáticos de maneira completa, isto é, sem conseguir fechar o “círculo”.

Para melhor entendermos e situarmos essa questão vamos analisar como se dá a metodologia científica no item seguinte.

5.3 Método Científico na Física: A Observação

Os físicos estão interessados em saber a partir de que tipo de objetos básicos (agindo uns sobre os outros mediante que tipos de forças básicas) o mundo foi formado.

A busca de uma objetivação do "modo de ser do universo" transcende os estreitos interesses dos físicos teóricos. Certo ou errado, o homem sempre procurou organizar as suas estruturas domésticas, sociais e políticas de acordo com a visão dominante da realidade física daquele momento. Inevitavelmente, a visão cósmica presente no imaginário e no senso comum atinge os menores detalhes materiais da vida cotidiana.

Na Antiguidade a observação dos fenômenos físicos teve início sob a forma de conhecimentos desordenadamente acumulados: a observação direta misturada a um repertório de viagens fantásticas, a bestiários e receitas alquímicas num museu popular de maravilhas inexplicadas e fatos similares dispostos ao acaso.

Posteriormente, no decorrer da Idade Média, quando todos viam o mundo como a criação pessoal de um ser divino, a sociedade refletia a hierarquia que se supunha existir no mundo celestial. A imagem do mundo, criada por Dante como uma série de esferas concêntricas - o céu, a maior; em seguida, a esfera cristalina dos planetas; mais abaixo, os "elementos" concêntricos da nossa Terra; e o conjunto sustentado pelos sete círculos do inferno - conferia a tudo e a todos um lugar próprio no esquema medieval das coisas, desde o direito divino dos reis até a obediência abjeta do mais inferior dos servos. A maioria das pessoas aceitava passivamente essa estrutura hierárquica porque ela representava o modo de ser do universo.

5.3.1 Era Mecânica

No século XVII, Galileu, Newton e outros filósofos da natureza descobriram que um enorme conjunto de fatos físicos podia ser abrangido por umas poucas fórmulas matemáticas. Com apenas três leis matemáticas, por exemplo, Newton conseguiu explicar todos os movimentos que ocorrem no céu e na terra.

Mas como podia a matemática, desenvolvida primordialmente para anotar as transações comerciais humanas, ter algo a ver com o modo de funcionamento do mundo não-humano?

5.3.1.1 Kant

No século XVIII, o filósofo alemão Immanuel Kant ficou profundamente impressionado com o método matemático de Newton e procurou explicar o êxito de sua aplicação, bem como entender as suas limitações. Kant iniciou sua análise dividindo o conhecimento em três partes: aparência, realidade e teoria. A aparência é o conteúdo de nossa experimentação sensorial direta dos fenômenos naturais. A realidade (Kant denominava-a "a coisa em si") é o que se oculta atrás de todos os fenômenos. A teoria é formada de conceitos humanos que tentam refletir tanto a aparência quanto a realidade. Kant acreditava que as aparências do mundo estavam profundamente condicionadas pela aparelhagem intelectual e sensorial humana. Outros seres indubitavelmente experimentam o mundo de modos radicalmente diferentes. Os fatos científicos - as aparências propriamente ditas - são tanto um produto da natureza humana do observador, quanto o de uma realidade subjacente. Vemos o mundo através de óculos protetores especificamente humanos. Kant era de opinião que a participação da natureza humana na criação das aparências explicava tanto a notável eficácia dos conceitos humanos para interpretar os fatos, quanto os limites naturais dessa mesma eficácia.

Segundo Kant, nossos conceitos parecem concordar com os fatos porque ambos possuem uma "origem" comum: a condição humana. Enquanto a natureza humana estiver entrelaçada com as aparências, os conceitos humanos serão eficazes para explicá-las. Podemos, assim, explicar somente aqueles aspectos do mundo que **lhe foram atribuídos por nós mesmos**: por isso a natureza da realidade profunda permanecerá para sempre inacessível. O homem está destinado a conhecer tão somente, seja diretamente ou através da conceituação, as aparências do mundo e, dentre estas, apenas aquelas que têm "origem" humana.

5.3.1.2 Divisão Pragmatista/Realista

A posição de Kant é um exemplo da face pessimista da pesquisa da realidade, que pode ser expressa da seguinte maneira: o equipamento sensorial e intelectual humano desenvolveu-se num contexto biológico voltado principalmente para a sobrevivência e reprodução da humanidade. As faculdades que esses animais inteligentes podem ter são inteiramente inadequadas para formar uma imagem da realidade em si, a qual pertence a uma outra ordem que transcende de maneira absoluta nossas preocupações triviais.

Por outro lado, os pesquisadores da realidade, de tendência otimista, argumentam que, sendo os seres humanos parte da natureza - portanto naturais até o âmago - nada os impede de sentir ou conceituar a realidade em si. Na verdade algumas de nossas experiências e/ou idéias podem já estar em contato com o próprio núcleo da realidade.

Além da distinção otimista/pessimista, outra diferença separa os pesquisadores da natureza da realidade: a divisão pragmatista/realista.

O pragmatista acredita somente nos fatos e na matemática e, em princípio, recusa qualquer especulação sobre a realidade profunda, sendo tais questões, no seu ponto de vista, destituídas de sentido. Somente por nossa conta e risco iremos além da fórmula matemática. Podemos encontrar um modelo ou metáfora que nos possa ajudar a entendê-la, mas não devemos contar com isso, e a eventualidade de não encontrarmos um tal modelo ou metáfora não indica, necessariamente, que haja erro em nosso raciocínio ou conhecimento. A construção de modelos ou metáforas para explicar as fórmulas matemáticas e os fenômenos que elas descrevem não constitui um passo na direção da realidade, mas, ao contrário, na direção oposta. É como fazer a gravura de um espírito.

O realista, por outro lado, acredita que uma boa teoria explica os fatos porque faz contato com a realidade que jaz atrás desses fatos. O principal objetivo da ciência, segundo os realistas, é ultrapassar tanto os fatos quanto a teoria e chegar à realidade subjacente. Como disse Einstein, o mais famoso de todos os realistas "É com a realidade que a física realmente lida."

O pragmatista trata sua teoria como se ela fosse um livro de receitas, útil para encomenda e manipulação dos fatos. O realista vê a teoria como um guia de viagens que mostra ao viajante os pontos culminantes da paisagem invisível que jaz logo abaixo dos fatos.

Quase todos os físicos são uma mistura complexa de pragmatistas e realistas, ao mesmo tempo otimistas e pessimistas quanto às suas chances de estabelecer um firme contato com a realidade profunda. Como muitos outros empreendimentos humanos, a prática da ciência requer um ponto de equilíbrio que se move constantemente entre dois extremos, uma sensibilidade voltada para o meio-termo.

5.4 Objetividade Renascentista

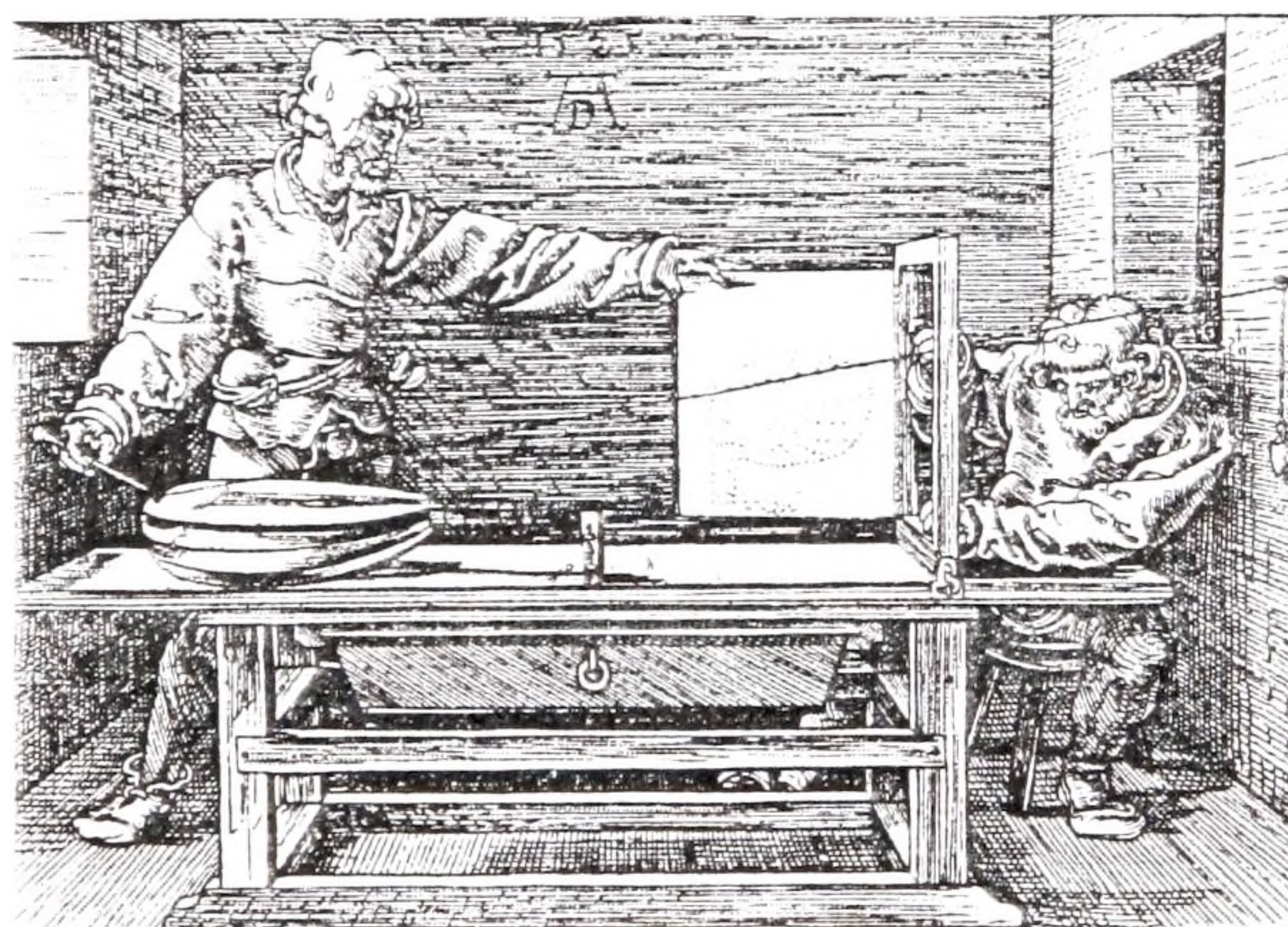
A revolução newtoniana fez cair o reinado das esferas de cristal, substituindo-o pela física da matéria comum, governada por leis matemáticas, e não por comando divino. Simultaneamente ao surgimento da física newtoniana, verificou-se a ascensão da democracia moderna, que dá ênfase a um "reinado das leis e não dos homens", e pressupõe uma igualdade teórica entre as peças da maquinaria social. Do mesmo modo, o mecanismo igualitário que Newton descobriu nos céus insinuou-se em todos os aspectos da vida ordinária gerando um mundo amplamente mecanicista. A antiga metáfora mecânica, "O mundo é um gigantesco relógio", reuniu numa só imagem os principais aspectos da física newtoniana, a saber: atomicidade, objetividade, determinismo, homogeneidade e sucessão linear. Nesse capítulo exporei como as artes plásticas foram influenciadas pelo ideal renascentista de objetividade, ressaltando a separação entre observador e obra, seu suporte e seus mecanismos de representação. São eles:

Tela

- uma porção de um plano extenso, infinito e homogêneo (abstração do contexto) Quantum Continuum: o espaço é homogêneo.
- Funciona como uma janela, um enquadramento de um instante.
- Implicações: sujeito (um ponto de vista) que contempla de um lado da janela e do outro um objeto/cena contemplado.
- Dentre os sentidos só se necessita da visão para compreender o que está sendo focado.
- Não há interação do sujeito com o objeto e com o contexto.
- Janela + ponto de vista + olhar contemplativo: tecnologia para simplificar e organizar a aquisição de conhecimento, que é normatizado através da projeção bidimensional do objeto/cena contemplado na janela (pintura).
- Não está sujeito à nenhuma fricção ou ruído do externo sendo então, um meio a priori, uma estrutura homogeneizante que permite a formalização do conhecimento: imagem matematicamente controlada (perspectiva), regida por conceitos de simetria e funcionalidade; há o empenho para uma imagem cientificamente verossímil, gerando o efeito de conhecimento.

Perspectiva

- Sistematizada por Batista Alberti (em *De Pictura*-1443)
- Baseado nas leis objetivas do espaço formulada pela geometria euclidiana: imagem "justa e fiel" da realidade visível.
- Implica um olhar específico, um estratagema: ver através e em linha reta ("o olhar não dobra esquinas"³⁷)
- Ilusão de profundidade: almeja representar com fidelidade um objeto/cena tridimensional em uma superfície bidimensional: "a perspectiva visa uma equação correta: pretende que a imagem se pareça com o objeto e o objeto com a imagem."³⁸
- Não é apenas uma variação da proporção das partes e sim uma relativização hierárquica delas num plano sucessivo.
- Efetivação do modelo de visualização que visa a reprodução da realidade em pinturas do gênero.
- Compatibilidade entre a representação e a visualidade: ambos enxergam o mundo bidimensionalmente.
- O homem através desses meios detinha o conhecimento supremo do mundo. Seu objetivo maior era modelar e ordenar a contemplação, dando objetividade e coerência (credibilidade e verossimilhança) ao trabalho de produção de imagens. Os artistas começam a renegar suas imagens interiores (fantasiosas, enganosas e desviantes) através de procedimentos de representação e máquinas. Ex: Tavolotta, de Brunelleschi.



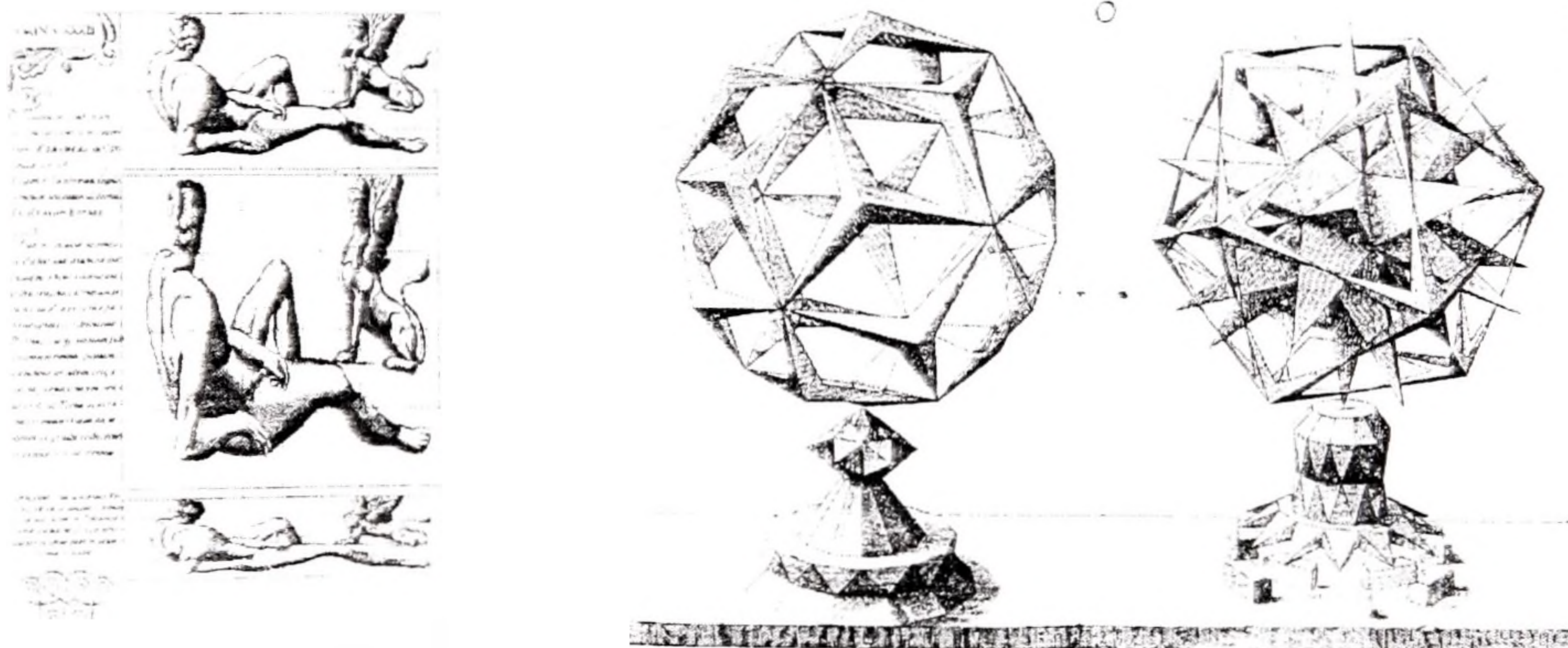
³⁷ GOMBRICH, E.H. "Arte e ilusão", Ed Martins Fontes, SP, 1995.

³⁸ idem.

- *Tavoletta*: visão ciclope, monocular (apóia-se um olho e tapa-se o outro + vidro translúcido). Proporciona a materialização da pirâmide visual: o ponto de referência era o vértice ou o centro visual da pirâmide, enquanto que o vidro corresponde à uma seção vertical da mesma tela.
- *Camara obscura*: a imagem se originava diretamente da própria realidade representada e não da imaginação do artista (objetividade inquestionável).
- Gerou-se, em contraparte disto, uma sublimação da natureza pela superfície destes meios pois eles é que representavam a realidade: esses meios se tomaram um mundo (do qual, a natureza passa a ser um referente a priori) à parte do mundo em que vivemos.
- Contraponto: Anamorfozes:

“Métodos engenhosos de encurtar, alongar e deformar a evolução dos raios visuais em direção ao ponto de fuga. Com isso podia-se dilatar um pequeno espaço à dimensões infinitas, ou que grandes distâncias fossem reduzidas à um ínfimo qualquer. Podia-se ainda invocar espaços curvos, irregulares e disformes através de uma deformação proposital dos raios visuais que transitam na pirâmide de Alberti. O efeito por ela produzido resulta francamente irrealista, e constituem uma contínua advertência dos elementos aberrantes e artificiais da perspectiva.”³⁹

- Com as anamorfozes estimula-se a imaginação em detrimento da observação, pois o artifício e atécnica passavam a servir não apenas para a reprodução do que se via, mas servia também para dar maior poder à criações “corretas” embora sem referencial físico.



³⁹ GOMBRICH, E.H. “Arte e Ilusão”, Ed Martins Fontes, SP, 1995.

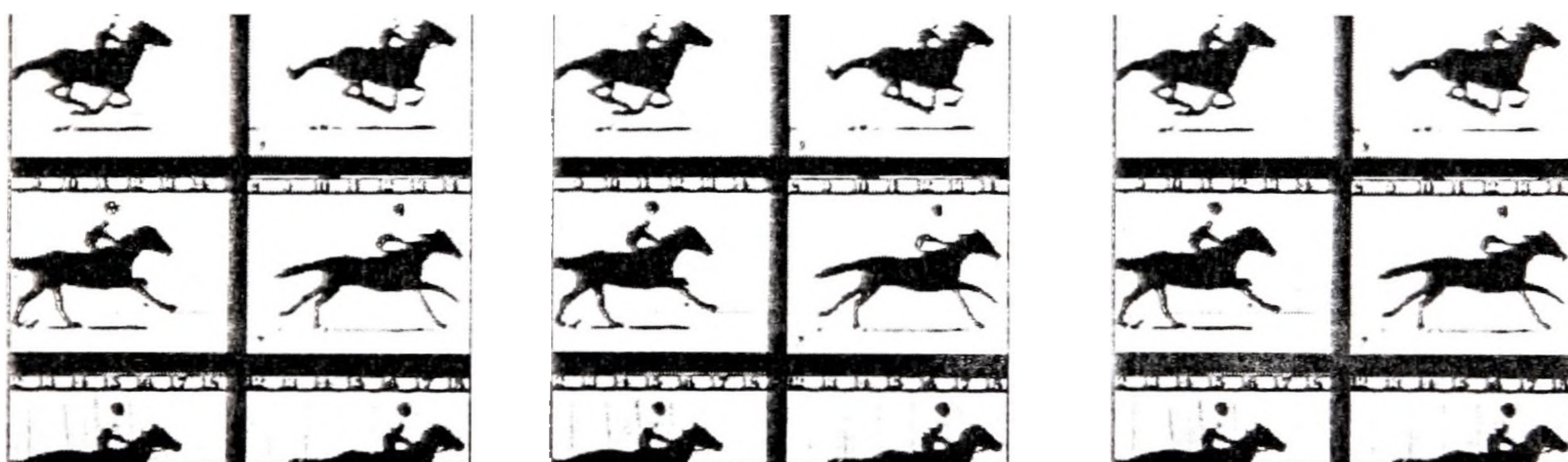
5.4.1 Hipertrofia visual

A conceitualização em andamento nessa dissertação, partiram da constatação do estado hipertrofiado do sentido da visão da nossa cultura. Esse processo de desequilíbrio dos sentidos é descrito por Marshall Mc Luhan a partir da definição da palavra impressa como índice e agente potencializador de uma coletivização de uma determinada visão de mundo, que vinha segmentando a realidade desde o Renascimento:

"Para se compreender o salto para o visual que iria ocorrer com a tecnologia de Gutemberg é necessário saber que tal salto não seria possível na era manuscrita, pois tal cultura retém as funções audiotácteis da sensibilidade humana num grau incompatível com a abstração visual ou a translação de todos os sentidos para a linguagem do espaço unificado, contínuo e pictórico. Esta visão estabelece recursos para compreendê-lo e organiza-lo: A palavra impressa existe em virtude da separação estática de funções e cria a mentalidade de resistência gradual e constante à toda concepção que não separe, departamentalize ou especialize".⁴⁰

Essa segmentação das ações e atribuições, traduzindo em termos visuais os aspectos energéticos e cinemáticos do real até então invisíveis, foi sistematicamente aplicado nas atividades humanas, provocando um surto das máquinas durante a Revolução Industrial. Com isso, as noções de tempo e espaço se alteraram:

"O tempo passa a ser compreendido como uma sucessão uniforme de instantâneos estáticos ou pontos de vistas fixos em ligação homogênea."⁴¹



⁴⁰ McLUHAN, Marshall: "A Galáxia de Gutenberg", Edusp, SP, 1967

⁴¹ Idem

Essa compreensão de tempo sucessivo que substitui o tempo simultâneo das culturas audiotácteis está conectada com uma idéia de espaço fisicamente conformado por partículas homogêneas (espaço físico newtoniano), onde geometricamente todos os pontos são iguais: espaço infinito, homogêneo (espaço geométrico euclidiano). Com a imagem computadorizada dos ambientes potenciais (Realidade Virtual), observa-se uma volta aos cânones renascentistas de coerência e objetividade, realizando hoje o sonho renascentista de uma imaginação puramente conceitual, onde a imagem seria encarada e praticada como uma instância de materialização do conceito. As imagens são, assim, ainda mais calculadas, coerentes e formalizadas do que a pintura no Renascimento.

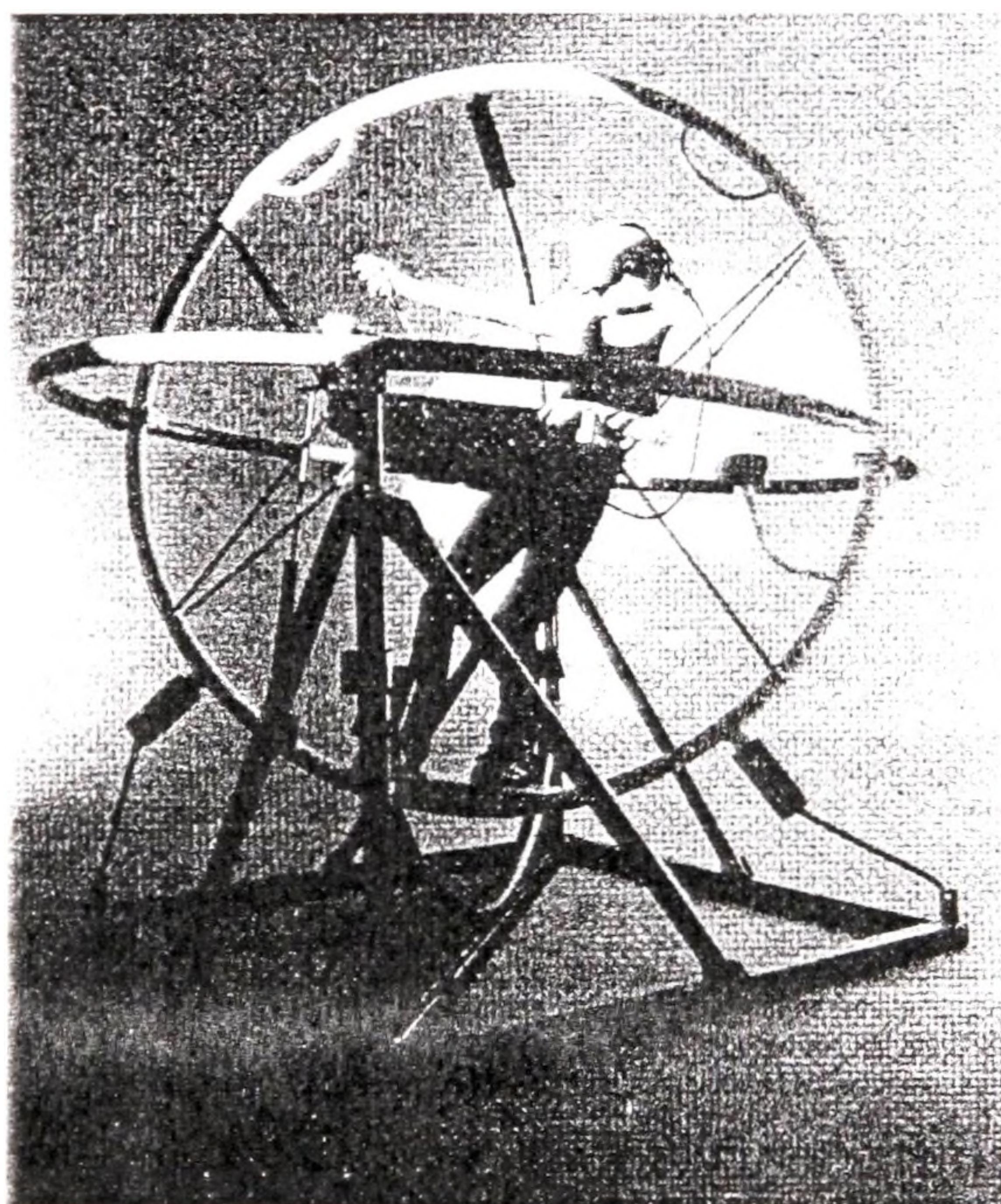
Pressupõe-se existir alguma relação intrínseca entre as formas da matemática e as estruturas do universo. Há também uma busca pela mimese, um certo realismo, que de alguma maneira dá continuidade ao princípio do realismo fotográfico, embora simulado, pois não possui vinculação direta (ou indicial) com a imagem representada. O realismo portanto, é conceitual, proveniente de modelos matemáticos e não de uma captação de elementos físicos (fotografia), nem de uma percepção mais intuitiva em relação à realidade. Nos reconcilia assim com o efeito ilusionista da figuração renascentista, pelo menos com o seu caráter construtivo e sua resoluta fusão de arte e ciência. No entanto, essas qualidades "realistas" são manifestações superficiais de uma realidade homogênea do computador e do programa, codificados por símbolos precisos e calculados de acordo com um plano. É um mundo de ações e reações previsíveis, e portanto reversíveis. É o lugar do possível tentando abarcar o impossível (o que é vivo) ao torná-lo semelhante. O resultado é um usuário que, ao se defrontar com a borda estática que o une com o mundo da máquina, se cre ativo, agente, sem notar que suas opções, ao contrário do que acontece no real, já estão estabelecidas e planificadas. O pacto ficcional se mantém e a ilusão da semelhança entre dois universos essencialmente distintos permanece. A ilusão, portanto, não é percebida como tal pois o possível se iguala ao impossível. O usuário se convence, assim, das qualidades "vivas" do computador e agora, sob essa perspectiva, o pacto passa a ser o pacto com a verdade. No caso *membrane*, quando o usuário se envolve com a Realidade Virtual ele está se envolvendo com algo que possui no seu âmago a mesma verdade que constitui a natureza. Quando o usuário se envolve com uma Inteligência Artificial a mesma relação acontece.

5.4.2 Realidade Virtual

Em relação às mediações que podemos encontrar no universo da informática, temos, sinteticamente, as seguintes formas de apresentação dos dados para o usuário: sistemas que se

utilizam basicamente de palavras e ícones; sistemas que trabalham palavras, imagens (vídeo, fotografia) e sons; sistemas que utilizam todas essas categorias em ambientes que simulam uma tridimensionalidade das imagens (forma dos corpos e do espaço); sistemas que, além de englobar os elementos já citados, simulam relações físicas com os objetos situados nesses ambientes, proporcionando que "toque-se" neles, "arrastando-os" ou alterando qualquer outra das suas propriedades (cor, escala, etc). Esse último sistema é o que normalmente chamam de Realidade Virtual (RV). Além desses produzidos já em escala industrial, temos protótipos cujo *hardware* e *software* são especialmente desenhados em concordância com partidos estéticos.

Para que um sistema de RV garanta toda a interação já descrita, é necessário um aparato especial de *hardwares* e *softwares*. Esses aparatos devem proporcionar um pacto ficcional via imersão total do usuário, isto é, "colocá-lo" de forma convincente dentro do ambiente potencial que, por sua vez, deve responder instantaneamente às suas ações. Para tanto utilizam-se do rastreamento eletrônico de "luvas", "capacetes" e até mesmo "trajes" cibernéticos. Esse rastreamento informa, para o sistema, a posição e a orientação do usuário, "transferindo-o" para o ambiente potencial.



Com essa tecnologia uma barreira foi rompida: não apenas estamos aptos à criar comunidades virtuais de domínios não-locais, transfísicos, públicos, como também estamos aptos a

exercitar um gesto ainda mais radical: a distribuição de espaço, distribuição de arquitetura. E assim transgredir, transcender, transcriar, transliterar (o prefixo *trans* significando: além, através, indicando mudança), traduzir, criando um passar contínuo da arquitetura física para a arquitetura energizada. No entanto:

"O novo espaço tem limites específicos, áreas de acesso, um ambiente pré-formado. Caminha-se por regiões de expansão finita e fechada; é impossível o desbravamento de novas áreas. É o espaço do confinamento, e o espaço da velocidade, com a máquina impondo suas regras e seu campo territorial. É o caminhar tecnocrático por ambientes depurados da Realidade Virtual."⁴²



⁴² VIRILIO, Paul; Espaço Crítico; Ed.34; RJ, 1997

5.4.3 Matemática e Literatura.

Nessa parte discorrerei sobre a assimilação da Análise Combinatória por obras literárias e assim ampliar o conhecimento sobre mecanismos das interações em sistemas discretos e de número finito de partes (sistemas fechados). Nesses sistemas está implícito a idéia da linguagem como entidade potencial, em constante processo de realização.

A análise combinatória, resumidamente, é um artifício de contagem que se caracteriza pelo rearranjo constante dos elementos de um grupo pré-estabelecido.

O mecanismo para se realizar novos arranjos com elementos de um texto literário acontece desde os jogos cabalísticos hebraicos de interpretação, como por exemplo os estudos do *Sefer Yetzirah*⁴³, ou *Livro da Criação* do hebreus. Já no século XIII temos os trabalhos de combinatória de Raymond Llull⁴⁴, que influenciariam posteriormente os pensamentos de Giordano Bruno e Gottfried Leibniz⁴⁵, por exemplo. Mais contemporaneamente temos os trabalhos de Mallarmé, cujas questões básicas serão discutidas abaixo, começando pela análise da sua obra "*Livre*".

O "Livre":

- sonho de Mallarmé: "dar forma a um livro integral um livro múltiplo que já contivesse potencialmente todos os livros possíveis: ou talvez uma máquina poética que fizesse proliferar poemas inumeráveis: ou ainda um gerador de textos impulsionado por um movimento próprio, no qual palavras e frases pudessem emergir, aglutinar-se, combinar-se em arranjos precisos, para depois desfazer-se, atomizar-se em busca de novas combinações."⁴⁶
- deveria ter forma móvel.
- engendraria leis que buscassem pelo orgânico.
- demandaria outro veículo material ou até mesmo a superação do próprio livro como suporte instrumental do poema.
- Para que o texto pudesse existir em contínua transformação, para que sua mecânica combinatória fosse colocada em movimento e ainda para que nenhuma relação se impusesse com definitiva, ele deveria ser estruturado como um objeto tridimensional, em que a coordenada de profundidade funcionaria como eixo de paradigma, estoque potencial de palavras ou frases que se poderiam permutar durante o ato de realização do poema.

⁴³ Em: DRUCKER, Mohanna: "The alphabetic Labyrinth. Ed Thames & Hudson, Londres, 1995

⁴⁴ Idem.

⁴⁵ Idem.

- O sonho mallarmiano implicava até mesmo na conquista da quarta dimensão, um tempo einsteiniano concebido como a duração do processo de leitura e referencialidade fundante do leitor.
- A página plana do livro impõe uma escritura bidimensional, achatada numa sucessão de linhas, portanto uma série sintagmática onde a enunciação se dá de forma irreversível.
- O “*Livre*” é um algoritmo combinatório.
- Para Mallarmé, o poema é uma operação e o leitor é um operador.
- Impessoal (isto é, sem autor), que se multiplica por movimento que lhe é próprio, que procura abolir o acaso por sua estrutura e delimitação e que cumpre “algo que é da essência da linguagem: o movimento puro das relações.”⁴⁷
- Recordemo-nos, entretanto, de que os elementos textuais que Mallarmé queria colocar em movimento em seu *Livre* já seriam unidades abertas e plurívocas antes mesmo que fossem permutadas.

“O *Livre* queria tornar-se um mundo em contínua fusão, que se renova continuamente aos olhos do leitor, mostrando aspectos sempre novos daquela poliedricidade do absoluto que tencionava, não diríamos expressar, mas substituir e realizar.(...) Se só uma passagem do livro tivesse um sentido definido, unívoco, inacessível às influências do contexto permutável, tal passagem teria bloqueado o mecanismo todo”⁴⁸.

- Foi esboçado por Mallarmé no “*Lance de Dados*” (1897), onde experimenta novos parâmetros para a gramática, a sintaxe, a disposição gráfica, o sentido e a própria razão de ser do poema.
- Artificio contido no “*Lance de Dados*”: diferentes tamanhos de caracteres: sugestão de profundidade

Outras referências de processos permutacionais em literatura:

- “*Litanias de la Vierge*”, de Jean Meschinot (1420-1491).
- “*41º Beijo de Amor*”, de Quirinus Kühnmann (1660).
- “*Vencido Esta de Amor*”, de Camões (1595).Obs: dificuldade física para executar as permutações.

⁴⁶ MACHADO, Arlindo: “*Máquina e Imaginário*”, Edusp, SP, 1993

⁴⁷ Idem.

⁴⁸ ECO, Umberto. “*Obra Aberta*”, SP: E.P. Perspectiva, 1971.

Ato de escrever como sendo um arranjo combinatório:

A obra textual, quando entendida como um arranjo combinatório, é o resultado de um percurso combinatório realizado pelo próprio autor.

"A cada volta do livro, um outro livro, possível ou mesmo provável, é rejeitado e reduzido à nada."⁴⁹

inaugura-se a idéia de literatura exponencial: só existe em estado de probabilidade ou potencialidade e que se realiza por ocasião de seu consumo, no ato da leitura. Incorpora o movimento e a permutação como elementos estruturais. Exemplos:

- "Cent Milliard de Poèmes", de Raymond Queneau - do grupo Oulipo-(1961)
- "Composition", de Max Saporta (1964)

Sobre esse último: "A articulação estrutural do livro é revolucionária mas o resultado que se obtém com cada um dos arranjos é convencional. Uma vez compreendido o mecanismo permutatório não faz mais sentido seguir uma de suas possibilidades e muito menos ficar tentando as suas milhares de possibilidades combinatórias, em busca de alguma surpresa."⁵⁰

Cruzamento Entre Matemática e Poesia:

- Poesia natural X poesia artificial (poesia em que se busca, com a mediação de processos tecnológicos dar solução estatística estrutural ou topológica à parâmetros textuais gerados pela máquina)
- Intenção: Tratar o texto como alguma espécie de construção matemática, explorando a lógica interna da escritura (procedimento semelhante ao da física, com a diferença de que os fenômenos físicos não representam alguma coisa como no universo simbólico).
- Ex: estatística do texto ou estilometria: através da estatística, aferir o estilo de um escritor (1ª metade do séc. Embora os primeiros indícios apontem a estatística do texto por Virgílio de Toulouse -550-600 d.c.):

"A informação estética contida num poema ou texto em prosa resulta de uma inovação de natureza estatística, que se traduz para a sensibilidade como uma quantidade maior de imprevisibilidade em

⁴⁹ GRACQ, Julien. "Lettrines"; Ed. José Corti, Paris, 1967.

⁵⁰ CAMPOS, Haroldo de. "Arte no Horizonte do Provável". Ed. Perspectiva; SP, 1969.

relação à ocorrência média ditada pela norma. Definem-se, assim, taxas de originalidade e redundância.”⁵¹

Criação por simulação da língua :

Através de levantamentos estatísticos de casos, criam-se mecanismos arranjadores que permutam suas ocorrências. Carregam consigo a dificuldade de se formalizar e traduzir em linguagem de máquina considerações de ordem semântica além das de ordem morfológica ou sintática (as línguas são constituídas mais por exceções do que de regras). Na descrição lingüística, a língua é considerada um fenômeno significante codificado.

Desregulamento do texto:

- Dessemantização: degeneração de mensagens previsíveis e previamente construídas por métodos aleatórios de introdução controlada de taxas de ruído em seus corpos. ex: desvocalizar, monovocalizar, interpolar dois ou mais poemas trocando de letras um com o outro.
- Aplicação de modelos conceituais físicos e matemáticos à construção ou desconstrução do texto (ex: “Le Tombeau de Mallarmé” -Ethos Albino).
- Escrita assistida por computador. Ex: “Tape Mark I” e “Tape Mark II” (digitalizou reportagens jornalísticas, poemas clássicos e outras fontes textuais, organizando-os segundo certas regras combinatorias, de modo a compor um painel fragmentário de inspiração surrealista).

Como contraponto à esta redução da escrita a um processo de combinações, temos a seguinte visão de Mikhail Bakhtin:

- A imprevisibilidade dos eventos e a relatividade dos modelos diante da diversidade dos pontos de referência seriam uma espécie de correspondente material daquilo que o sistema *polifônico* invocado por Bakhtin representa ao nível do universo ideológico.

“A consciência científica do homem moderno aprendeu a orientar-se em complexas condições de um universo contingente: não se descarta diante de quaisquer indefinições, mas sabe levá-las em conta e calculá-las. Essa consciência há muito acostumou-se ao universo einsteiniano, com sua multiplicidade de sistemas de cálculo.”⁵²

⁵¹ MACHADO, Arlindo: “Máquina e Imaginário”, Edusp, SP, 1993

⁵² BAKHTIN, Mikhail. “ Speech Genres and others Late Essays; University of Texas Press, Austin, 1986.

- Se é assim ao nível da matéria, não há como sustentar no terreno das práticas simbólicas modelos fechados ou monológicos, que reduzem a complexidade do sistema a um número previsível de variáveis e reprimem a pluralidade dos ângulos de enfoque.
- Para a consciência contemporânea, a inexauribilidade do mundo não cabe em categorias acabadas e requer, como faz a Física Moderna, o recurso de operadores móveis, plurívocos e abertos à contradição.
- A prática simbólica seria como um imenso diálogo (de formas, de vozes, de épocas, de gêneros, etc.) e traça a trama de dimensões inesgotáveis.

5.4.4 Hipertexto

Atualmente temos um exemplo rotineiro de sistemas fechados: o hipertexto, mais especificamente o hipertexto hierárquico, que possui as seguintes características, tratadas por Ariindo Machado⁵³:

“O texto escrito no eixo do paradigma, ou seja, um texto que já traz dentro de si várias outras possibilidades de leitura e diante da qual se pode escolher dentre várias alternativas de atualização ou realização (...). Uma superposição de textos que se pode ler na direção do paradigma como alternativas potenciais da mesma escritura.”

A obra agora se realiza exclusivamente no ato de leitura e em cada um desses atos ela assume uma forma diferente, embora, no limite, inscrita no potencial dado pelo algoritmo. Permite que o processo de leitura seja cumprido como um percurso, definido pelo leitor-operador ao longo de um universo textual onde todos os elementos são dados de forma simultânea. Com os mais recentes formatos de armazenamento das informações computacionais o leitor pode entrar no texto a partir de qualquer ponto (previamente construído, no entanto), seguir para qualquer direção e retornar a qualquer endereço já percorrido.

Vale notar que a busca por “máquinas” que fossem capazes de “criar” novos textos, simulando até certas capacidades poéticas, implica em toda uma codificação objetiva do “belo” (domínio da Estética). Essa questão é da mesma ordem de grandeza da questão enfrentada pela “Realidade Virtual” e “Inteligência Artificial”: como modelar o desconhecido (natureza e mente⁵⁴)?

⁵³ MACHADO, Ariindo: “Máquina e Imaginário”, Edusp, SP, 1993

⁵⁴ Se é que podemos fazer essa separação.

Então, segue-se agora a tentativa de organizar algumas referências encontradas no universo da física que nos ajudariam na ampliação das nossas noções sobre a objetivação da realidade em termos físicos e matemáticos e as limitações e dificuldades encontradas nesse processo. Essas noções serão depois trazidas e traduzidas para o universo da criação de interfaces, servindo como parâmetros para avaliação das mesmas.

5.5 Física Moderna

Da mesma forma que Newton estilhaçou as esferas medievais de cristal, a moderna teoria do quantum danificou, de maneira irreparável, o mecanismo determinista da relojoaria de Newton. Cada vez mais nos convencemos de que o mundo não é um mecanismo. Porém, não somos capazes de dizer, em verdade, o que o mundo é e pior, não conseguimos encontrar um método de observação que não seja mecânico.

Um dos aspectos curiosos da física moderna é que, a despeito do esmagador sucesso prático obtido na explicação de uma vasta gama de fenômenos físicos, do quark ao quasar, ela não consegue nos fornecer uma metáfora unificada e compatível com a maneira pela qual o universo realmente funciona.

Com o advento da Física Moderna (início do século XX), inaugura-se o uso de uma concepção construtivista do mundo, que considera a ciência uma construção de modelos explicativos das causas do fenômeno e não uma representação matemática da realidade, combinando aspectos racionalistas (ao estabelecer axiomas, postulados, definições e deduções sobre o objeto científico) e aspectos empiristas (a experimentação guia e modifica a representação do objeto científico), acrescentando a ideia de conhecimento aproximativo e corrigível. Com isso, o cientista não espera apresentar o mundo em si mesmo, mas sim representar as estruturas de funcionamento dos fenômenos observados.

Os fenômenos observados, no entanto, não se encontram na natureza, mas sim modelados em laboratório. Um modelo, portanto, é uma descontextualização de um fenômeno natural, reproduzido em condições favoráveis à observação. Discretiza-se, divide-se mecanicamente a realidade em fragmentos (que depois serão reagrupados em laboratório), suprimindo acasos ou indeterminações para que se tenha controle das variáveis que influenciariam o fenômeno. Todo modelo científico é, em última instância, uma redução, uma simplificação do real.

Nesse procedimento mecanicista de decomposição do mundo e composição do modelo que se propõe a ser uma objetivação do real, sempre acontece uma eleição do que é relevante. Portanto, aspectos subjetivos estão presentes antes mesmo da experiência ser efetuada. Isto é, a mente humana, que acessa o mundo pela percepção e pela linguagem (onde também estão representados interesses e ideologias), filtra o que deve ser modelado em laboratório. Temos, portanto, que sempre lidar com essa limitação. Para tanto, criam-se próteses que expandem nosso campo sensorio e utiliza-se a matemática como ampliadora de relações abstratas que poderão ser

aplicadas posteriormente nessa modelação. Se isso não bastasse, ainda temos a influência do observador no ato da observação: o observador sempre interfere no evento observado. Enfim: por mais que se tente criar um campo neutro de observação, todo procedimento científico atua intrusivamente no fenômeno modelado, alterando sua configuração. Isso tornou-se claro com a Mecânica Quântica e seu Princípio da Incerteza.

“A grande extensão de nossa experiência nos anos recentes tem demonstrado com clareza a insuficiência de nossas concepções mecânicas simples e, em consequência, tem abalado os fundamentos sobre os quais se erguia a interpretação costumeira da observação⁵⁵.”

5.5.1 Mecânica Quântica

Com o seu “Princípio da Incerteza, o físico Heisenberg questionou, entre outras coisas, a idéia de previsibilidade absoluta dos fenômenos naturais. Essa previsibilidade seria possível (dentro da física clássica) pois todos os fenômenos possuiriam uma causa (e portanto seriam potencialmente latentes). Nesse determinismo não há espaço para o acaso, acidente ou indeterminação (estes seriam eventos de causa ainda desconhecida). Para se conhecer a causa de um fenômeno seria necessário saber as propriedades geométricas (forma, figura, posição, grandeza, volume) e suas propriedades físicas ou dinâmicas (velocidade, movimento, repouso) simultaneamente. O que Heisenberg demonstrou foi que é impossível determinar essas duas qualidades de uma partícula atômica (sua velocidade e posição) ao mesmo tempo.

Uma realidade quântica aceitável deveria incorporar todos esses conceitos propondo uma única e ampla metáfora que traduzisse o modo de ser do universo. Essa realidade quântica traduziria em termos matemáticos o que é conhecido como Teoria Quântica.

O conhecimento da Teoria Quântica consiste em explicar as razões do comportamento dos átomos, das moléculas e das partículas elementares, utilizando para tanto a linguagem matemática. Essa teoria possui ainda a peculiaridade de descrever, de maneiras diversas, um átomo medido e um átomo não medido.

O átomo medido possui, sempre, valores definidos para os seus atributos (tais como posição e quantidade de movimento), o que nunca acontece com o átomo não medido. Todo átomo deste mundo, que não esteja sendo medido no momento, possui (pelo menos na descrição matemática) não apenas um valor para cada um dos seus atributos, e sim todos os valores possíveis,

⁵⁵ Em: CAPRA, Fritjof; *Tao da Física*; Ed. Nova Fronteira; Rio de Janeiro, 1984.

assemelhando-se, de certo modo, a um receptor de TV defeituoso, que mostrasse, simultaneamente, todos os seus canais.

Naturalmente, podemos perguntar o que essa estranha descrição do mundo não medido realmente significa: Os atributos dos átomos não medidos teriam uma multiplicidade de valores? Seriam imprecisos? Não existiriam? Ou simplesmente seriam desconhecidos?

Várias realidades quânticas foram propostas para explicar o comportamento do mundo não medido em concordância com o mundo medido. Elas tentam dar conta do comportamento ambíguo do elétron que hora se comporta como partícula (quando medido) e hora se comporta como onda (quando não medido). Inicialmente vou abordar aquelas tratadas pela "Interpretação de Copenhague" e pelo "Teorema de Bell".

Resumidamente, a "Interpretação de Copenhague" afirma que, em certo sentido, o átomo não medido não é real: seus atributos são criados ou realizados apenas no ato da medição.

Já o teorema de Bell (uma prova matemática que estabelece rígidas condições para qualquer modelo da realidade, quântica ou não) diz que a realidade não deve ser local. "Não local" significa que os atributos medidos do átomo são determinados não apenas pelos eventos que estão ocorrendo no local explícito da medição, mas também por eventos arbitrariamente distantes, incluindo os que ocorrem fora do cone de luz - isto é, eventos tão afastados que, para alcançar o local da medição, sua influência precisa propagar-se mais rapidamente do que a luz. Em outras palavras, quando investigo a quantidade de movimento de um átomo, utilizando um instrumento de medida específico para esse fim, a real quantidade de movimento do átomo é perturbada, segundo o Teorema de Bell, não só pelo instrumento utilizado, mas também por uma vasta gama de eventos distantes - eventos que estão ocorrendo, no momento da medição, em outras cidades, em outros países, e possivelmente até em outras galáxias. De acordo com John Bell, o ato de medir não é um ato privado, e sim um acontecimento público, de cujos pormenores participam, instantaneamente, grandes porções do universo.

O Teorema de Bell é uma prova matemática, e não uma conjectura ou suposição. Isto é, uma vez aceitas umas poucas e simples premissas, a conclusão certamente decorrerá. Assim, o que Bell faz não é meramente admitir ou sugerir que a realidade é não local; ele de fato prova matematicamente essa afirmação.

O Teorema de Bell contribuiu imensamente para esclarecer a questão da realidade quântica. Sabemos agora, por exemplo, sem sombra de dúvida, que nenhum modelo local pode explicar os fatos do mundo quântico. O Teorema de Bell trouxe consequências importantes que afetaram todos os modelos da realidade quântica, inclusive a interpretação de Copenhague, e seus efeitos continuam repercutindo nos círculos físicos. Antes de nos aprofundarmos no Teorema de Bell, vou

passar pelos principais conceitos da Mecânica Quântica, apresentando as oito realidades quânticas confeccionadas para explicar o Mundo Quântico.

5.5.2 Realidades Quânticas

"Nenhum desenvolvimento da ciência moderna provocou no pensamento humano um impacto mais profundo do que o advento da teoria quântica. Os cientistas da geração anterior à nossa, arrancados de seus antiquíssimos padrões de pensamento, se viram compelidos a adotar uma nova metafísica. O revês causado por essa reorientação continua presente em nossos dias. Os físicos, basicamente, sofreram uma severa perda: o domínio da realidade."⁵⁶

Um dos mais bem guardados segredos da ciência é o fato de que os físicos perderam o seu pulso sobre a realidade.

As notícias sobre a crise de realidade raramente extravasam a comunidade dos físicos. O que fecha a porta ao público é, em parte, a barreira da linguagem - o formalismo matemático que facilita a comunicação entre os cientistas é incompreensível para os estranhos à comunidade científica - e, em parte, a tendência natural dos físicos para divulgarem os seus êxitos e manterem em surdina as suas confusões e incertezas. Até mesmo entre eles, os físicos preferem evitar o incômodo assunto da realidade, em favor de questões "mais concretas".

Nada mostra tão completamente a perplexidade que invade a alma dos físicos do que certas afirmações aparentemente absurdas, expressas por uns poucos físicos mais desinibidos, sobre a maneira pela qual o mundo realmente funciona. Se considerarmos tais afirmações com base no seu significado aparente, o que os físicos estão dizendo nos fará lembrar as histórias contadas pelos místicos e loucos. Os físicos estão sempre prontos a rejeitar tais desagradáveis associações e insistem em dizer que suas afirmações estão baseadas em simples fatos. "Não fazemos essas afirmações por ignorância", dizem eles, "como os antigos atribuíam às terras desconhecidas uma geografia plausível. Não é a ignorância, mas o surgimento de conhecimentos inesperados, o que nos impõe uma nova visão de como as coisas realmente são."⁵⁷

A nova visão dos físicos ainda não está clara, como mostra a multiplicidade de suas afirmações, mas seja qual for o resultado final, este certamente estará perto de ser classificado como extraordinário. Para uma amostra da realidade quântica, farei um resumo dos pontos de vista de seus mais proeminentes criadores, sob a forma de oito realidades que representam as oito principais suposições a respeito do que realmente está acontecendo nos bastidores dos fenômenos físicos.

⁵⁶ DeWitt, Bryce. "Quantum Mechanics and Reality", em: *Physics Today*, 1970

⁵⁷ Comfort, Alex. "Reality and Emptiness", N.Y., 1984.

5.5.2.1 Realidade Quântica 1:

A interpretação de Copenhague. Parte 1: Não existe nenhuma realidade profunda.

Ninguém exerceu maior influência sobre as noções daquilo que seria o mundo quântico do que o físico holandês Niels Bohr, e foi ele quem expressou uma das mais chocantes afirmações da física quântica: não existe nenhuma realidade profunda. Bohr não nega a evidência de seus sentidos. O mundo que vemos em torno de nós é suficientemente real, afirma ele, mas flutua num mundo que não é real. Os fenômenos comuns não são oriundos de outros fenômenos, mas de outro tipo de entidade inteiramente diversa. Longe de ser uma esquisitice ou postura minoritária, a afirmação de que "não existe nenhuma realidade profunda" representa a doutrina predominante na física moderna estabelecida. Por ter sido desenvolvida no instituto de Copenhague, de Niels Bohr, essa realidade quântica foi denominada "Interpretação de Copenhague". Sem temerem as eventuais contestações de dissidentes de tendência realista, os físicos, em sua maioria, juraram fidelidade, pelo menos nominal, ao credo anti-realista de Bohr. Que indício da profundidade atingida pela crise de realidade poderia ser mais fulgurante do que a rejeição oficial da própria realidade por grande parte da comunidade dos físicos?

Einstein e outros físicos proeminentes acharam que Bohr tinha ido longe demais em sua conchamação em favor de uma crua renúncia da realidade profunda. Certamente, Bohr quis apenas dizer que devíamos todos ser bons pragmatistas e não estender nossas especulações além do alcance de nossas experiências. Com base nos resultados das experiências efetuadas na década de 20, como poderia Bohr concluir que nenhuma tecnologia futura jamais revelaria uma verdade mais profunda? Com certeza, Bohr nunca pretendeu realmente negar a realidade profunda, mas, meramente, pregar um ceticismo cauteloso com relação a especulativas realidades ocultas. Bohr rejeitou essa versão esmaecida da doutrina de Copenhague. Em termos que devem ter enregelado o coração dos realistas Bohr reafirmou: "Não existe nenhum mundo quântico. Existe apenas uma descrição quântica abstrata."⁵⁸

Werner Heisenberg, o Cristóvão Colombo da teoria quântica, primeiro a pôr os pés nesse novo mundo matemático, assumiu uma posição igualmente dura contra os físicos saudosos da realidade, entre eles Einstein, quando escreveu:

⁵⁸ Stapp, Henry. "The Copenhagen Interpretation" em: American journal of physics 40 1098, ede 1972

"A esperança de que novas experiências nos conduzirão de volta a acontecimentos objetivos no espaço e no tempo é, aproximadamente, tão bem fundamentada quanto a expectativa de que descobriremos o fim do mundo nas regiões inexploradas da Antártica."⁵⁹

Os escritos de Bohr e Heisenberg têm sido criticados e considerados pouco claros e abertos a muitas interpretações. Recentemente, N. David Mermin, físico da Universidade Cornell, resumiu claramente a posição anti-realista de Bohr, em palavras que deixam pouco lugar para equívocos:

"Agora sabemos, e podemos demonstrar, que a lua não está lá quando ninguém olha para ela."⁶⁰

5.5.2.2 Realidade Quântica 2

A interpretação de Copenhague, parte 2 (A realidade é criada pela observação.)

Embora não acreditem na realidade profunda, os numerosos físicos da escola de Copenhague afirmam a existência da realidade fenomenal. O que observamos é indubitavelmente real, dizem eles, mas esses fenômenos não estão realmente ali, quando não há observação. A interpretação de Copenhague consiste, propriamente, de duas partes distintas:

1. Na ausência de observação, não existe qualquer realidade;
2. A observação cria a realidade. "Você cria a sua própria realidade" ⁶¹

Dentre os inumeráveis processos do mundo, quais os que podem ser qualificados como observações? Dentre as características de uma observação, qual é a particularidade que lhe confere o poder de criar a realidade? Questões como essas dividem em vários campos a escola dos que creem na realidade criada pela observação, porém todos, de um modo geral, adotam o memorável aforismo de John Wheeler para distinguir, no mundo, o que é e o que não é real:

"Nenhum fenômeno elementar é real, a menos que seja um fenômeno observado." ⁶²

⁵⁹ Stapp, Henry. "The Copenhagen Interpretation" em: American journal of physics 40 1098, ede 1972

⁶⁰ Mermin, David. "Quantum Mysteries for Everyone" em Science 217435 (1982)

⁶¹ Wolf, Fred "Taking the Quantum Leap", Harper & Row, N.Y. 1981

⁶² Wheeler, John "Law without Law". Benjamin 1976

Sem dúvida, a descrição da lua inconstante, de Mermin, qualifica-o como membro dessa escola.

A crença de que a realidade é criada pelo observador é um dos lugares-comuns da filosofia, onde serve de tema para várias formas de idealismo. Bertrand Russell refere-se à sua fascinação pelo idealismo, nos seus tempos de estudante no Trinity College:

"Essa filosofia me trouxe conforto durante algum tempo... Havia um curioso prazer na autopersuasão de que o tempo e o espaço são irrealis, que a matéria é uma ilusão e que o mundo consiste de nada mais que a mente."

Considerando que a matéria dotada de massa é o feijão-com-arroz dos físicos, poucos dentre estes partilhariam o gosto de Russell pela matéria como simples miragem. Contudo, gostem ou não, muitos físicos, devido à prática escrupulosa da teoria quântica, seguem uma trilha não muito afastada do mundo onírico dos idealistas.

5.5.2.3 Realidade Quântica 3

A realidade é um todo indiviso.

O ponto de vista de Walter Heitler, autor de um livro didático adotado no estudo da interação luz/matéria, exemplifica uma inusitada terceira afirmação dos físicos quânticos: a despeito de suas evidentes partições e fronteiras, o mundo é, na verdade, um todo contínuo e indivisível. Essa conclusão foi desenvolvida em "Tao of Physics", de Fritjof Capra, que a relacionou aos ensinamentos de certos místicos orientais. Heitler aceita uma realidade criada pelo observador, mas acrescenta que o ato de observar dissolve os limites entre o observador e aquilo que é observado.

"O observador surge como parte necessária da estrutura total e em sua plena capacidade como ser consciente. A partição do mundo entre 'uma realidade objetiva externa' e 'nós', os espectadores autoconscientes, já não pode ser mantida. Objeto e sujeito tornaram-se inseparáveis."⁶³

O físico David Bohm, do Birkbeck College de Londres, ressaltou particularmente a necessária inteireza do mundo quântico:

⁶³ CAPRA, Fritjof; "Tao da Física"; Ed. Nova Fronteira; Rio de Janeiro, 1984.

"Somos conduzidos a uma nova noção de inteireza contínua que nega a possibilidade de uma análise clássica do mundo, através de sua divisão em partes isoladas e independentes... A indivisível interconectibilidade quântica de todo o universo constitui a realidade fundamental."⁶⁴

A inteireza quântica não é uma simples repetição do velho ditado que afirma que tudo está ligado a tudo, nem é, também, um eco atual, por exemplo, da concepção newtoniana de que a gravidade liga cada partícula a todas as outras. Todas as conexões comuns - como a gravidade - inevitavelmente enfraquecem com a distância, o que confere uma esmagadora importância às conexões próximas, enquanto as conexões distantes se tornam desprezíveis. Estamos todos, sem dúvida, interligados de alguma forma, mas as ligações próximas têm um peso maior. Contudo, a inteireza quântica é, fundamentalmente, uma nova forma de relacionamento íntimo, que não enfraquece com a distância no espaço ou no tempo. Essa nova noção quântica não se refere a associações estabelecidas ao acaso, mas a uma verdadeira combinação de entidades distantes, que se estende através da galáxia com a mesma intensidade com que se estende através do jardim.

5.5.2.4 Realidade Quântica 4

Interpretação dos mundos múltiplos (A realidade consiste de um número sempre crescente de universos paralelos.)

De todas as afirmações da Física, nenhuma é mais chocante do que a alegação de que miríades de universos são criados no momento em que uma mensuração é efetuada. Para qualquer situação em que se possa chegar a resultados diferentes (uma decisão por cara-ou-coroa, por exemplo) alguns físicos crêem que todos os resultados realmente ocorrem. A fim de acomodar os diferentes resultados, sem contradições, dá-se o nascimento de novos universos completos, idênticos em todos os detalhes, com exceção do resultado isolado que lhes deu origem. No caso da moeda, um dos universos contém uma moeda que deu cara e outro contém uma moeda que deu coroa. Paul Davies defende essa afirmação, conhecida como interpretação dos mundos múltiplos, em seu livro "Other Worlds". Os autores de ficção científica geralmente inventam universos paralelos para melhorarem o enredo da história. Agora, a teoria quântica nos dá uma boa razão para tomarmos a sério essas histórias.

⁶⁴ CAPRA, Fritjof; "Tao da Física"; Ed. Nova Fronteira; Rio de Janeiro, 1984.

Num artigo para a *Physics Today*, importante revista da comunidade de físicos americanos, Bryce Dewitt descreve o seu contato inicial com a interpretação dos mundos múltiplos da teoria quântica:

"Ainda trago vivo na memória o choque do meu primeiro encontro com esse conceito dos mundos múltiplos. A idéia de 10 elevado a 100 cópias ligeiramente imperfeitas de nós mesmos, todas permanentemente se dividindo em mais cópias que, finalmente, se tornam irreconhecíveis, não é facilmente aceita pelo bom senso..."⁶⁵

Criada em 1957 por Hugh Everett, um aluno de pós-graduação de Princeton, a interpretação dos mundos múltiplos foi uma das últimas a chegar ao cenário da Nova Física. Não obstante a estranha conclusão de que inumeráveis universos paralelos, cada um deles tão real quanto o nosso, de fato existem, a imagem dos mundos múltiplos de Everett obteve considerável apoio entre os teóricos quânticos. A sugestão de Everett é especialmente atraente para os teóricos porque resolve, conforme veremos, o principal enigma da teoria quântica - o famoso problema da mensuração do quantum (elementos que se comportam hora como partícula e hora como onda).

As quatro realidades quânticas apresentadas deveriam dar ao leitor uma idéia da diversidade das afirmações relativas à natureza definitiva do mundo. Enquanto os seguidores de Everett endossam um número incontável e sempre crescente de mundos quânticos, os discípulos de Bohr e Heisenberg insistem em que não existe nem mesmo um único mundo quântico. Em sua luta para encontrar terreno firme no piso escorregadio do fato quântico, os físicos criaram outras realidades além dessas quatro.

5.5.2.5 Realidade Quântica 5

A lógica quântica (o mundo obedece a um tipo de raciocínio não humano.)

Os estudiosos da lógica quântica afirmam que a revolução quântica é tão profunda que a simples substituição dos conceitos antigos por conceitos novos não será o bastante. No confronto com fatos quânticos, precisamos atirar ao lixo o nosso modo próprio de raciocinar, adotando uma nova lógica quântica.

⁶⁵ Penrose, Roger. *A Mente Nova do Rei* ed. Campus, 1991.

A lógica constitui o arcabouço do nosso corpo de conhecimentos. É ela que nos diz como devemos usar alguns dos menores termos da linguagem, palavras **e**, **ou** e **não**. O comportamento desses pequenos conectores lingüísticos rege o modo como falamos das coisas e, conseqüentemente, estrutura o nosso modo de pensar a respeito delas. Durante dois mil anos, a maneira de falar sobre lógica (no mundo ocidental) seguiu os moldes criados por Aristóteles. Em meados do século XIX, George Boole (ver "Lógica Booleana" no cap. "Ciências Cognitivas"), reduziu as declarações lógicas a simples expressões aritméticas, mediante a criação de uma linguagem artificial simbólica que desnudou o esqueleto da linguagem comum.

A codificação clara das regras que governam a razão, criada por Boole, sacudiu a lógica, arrancando-a da Idade Média, e lançou a florescente ciência da lógica matemática. À margem da corrente matemática, alguns criativos estudiosos da lógica divertiam-se construindo "lógicas loucas", mediante a utilização de outras regras que não as de Boole (guardando as devidas proporções, as "lógicas loucas" podem ser comparadas às anamorfoses, no que diz respeito ao seu caráter subversivo). Esses modelos distorcidos para o emprego de e/ou/não, embora matematicamente consistentes, foram considerados como meras curiosidades, pois não pareciam se enquadrar em nenhum padrão de discurso humano. Contudo, de acordo com alguns dos Novos Físicos, uma dessas lógicas malucas poderia ser justamente o que se precisava para dar algum sentido aos eventos quânticos. Ouçamos o teórico quântico David Finkelstein conclamando a revolta contra as regras de Boole:

"Einstein jogou fora o conceito clássico de tempo.- Bohr jogou fora o conceito clássico de verdade... Nossas noções clássicas de lógica estão simplesmente erradas, num sentido basicamente prático. O próximo passo será aprender a pensar de maneira correta, aprender a pensar segundo a lógica quântica."⁶⁶

Como exemplo da utilidade de uma mudança da mente, ao invés de uma mudança da física, os seguidores da lógica quântica apontam a teoria geral da relatividade, de Einstein, que conseguiu, no domínio da geometria, o que eles pretendem fazer com a lógica. A geometria é a ciência dos pontos e das linhas. Durante dois mil anos, existiu uma só geometria, com regras compiladas pelo matemático grego Euclides em seu livro "Os Elementos", um best-seller que chegou a rivalizar com a Bíblia em popularidade.

Concomitantemente com o trabalho pioneiro de Boole na lógica, uns poucos matemáticos aventureiros imaginaram "geometrias loucas", jogos que pontos e linhas podiam praticar, à margem das regras euclidianas. O principal arquiteto da Nova Geometria foi o russo Nikolai Lobachevski, acompanhado dos matemáticos alemães Karl Gauss e Georg Riemann. Suas geometrias tortas,

⁶⁶ CAPRA, Fritjof; *Tao da Física*; Ed. Nova Fronteira; Rio de Janeiro, 1984.

bem como as lógicas não-boolianas, eram vistas como jogos de alta matemática, coisas inteligentes, mas sem qualquer contato com a realidade. A geometria euclidiana, como todos sabem, era a geometria constituída de nada mais que bom senso aplicado a triângulos e outras figuras geométricas.

Contudo, em 1916, Einstein apresentou uma nova e radical teoria da gravidade que demoliu o monopólio euclidiano. Opondo-se a Newton, e a todos mais, Einstein declarou que a gravidade não é uma força, mas uma curvatura do espaço-tempo. Os corpos em queda livre estão realmente livres e se movem segundo linhas tão retas quanto possível - isto é: linhas retas segundo os padrões de uma geometria deformada pela gravidade. A teoria de Einstein tem efeitos verificáveis, como por exemplo o desvio de um raio de luz estelar que roça o sol (confirmado por Eddington em 1919) e a existência dos buracos negros (de acordo com os astrofísicos, existe um deles na constelação do Cisne, denominado Cisne X-1). Em nosso planeta, onde se formou o nosso bom senso, a gravidade é fraca e o espaço é quase euclidiano.

Os estudiosos da lógica quântica dizem que a lição de Einstein é de fácil entendimento. A questão da verdadeira geometria do mundo não é resolvida pelo bom senso, mas pela experimentação. O mesmo aconteceria com a lógica: não procureis em vossa cabeça as regras do raciocínio correto; ide a um laboratório de pesquisas (será?).

5.5.2.6 Realidade Quântica 6

Neo-realismo (O mundo é constituído de objetos comuns.)

Um objeto comum é uma entidade que possui qualidades próprias, quer esteja ou não sendo observado. Com determinadas exceções (miragens, ilusões, alucinações), o mundo exterior parece ocupado por entidades semelhantes a objetos. A clareza e ubiquidade da realidade comum têm levado alguns físicos - chamados de neo-realistas - a imaginarem que esse tipo de realidade que nos é familiar pode ser estendido aos domínios dos átomos e mais além. Contudo, a opinião ordinária e sensata de que esses objetos comuns são, por sua vez, constituídos de objetos, é, na verdade, a mais negra heresia da física atual. "Átomos não são coisas", diz Heisenberg, um dos sumos-sacerdotes da crença quântica ortodoxa, que compara os neo-realistas aos que acreditam numa Terra plana. "Não existe nenhum mundo quântico", alertou Bohr, o papa de Copenhague, "o que existe é apenas uma descrição quântica abstrata."

Os neo-realistas, por outro lado, acusam a maioria ortodoxa de estar chafurdando num formalismo vazio, e de estar obscurecendo a simplicidade do mundo com um mistério desnecessário.

Ao invés disso, eles pregam o retorno a uma crença pura e mais primitiva. No comando dos rebeldes neo-realistas estava Einstein, cuja paixão pelo realismo levava-o a opor-se frontalmente à ortodoxia quântica:

"A tranquilizante filosofia - ou religião? - de Heisenberg-Bohr é tão delicadamente tramada que, temporariamente, fornece ao verdadeiro crente um suave travesseiro, do qual ele não poderá facilmente ser erguido. Deixemo-lo, então, repousar."⁶⁷

A despeito das noções pré-históricas que os neo-realistas possuem, ninguém pode acusá-los de ignorarem a teoria quântica. Muitos, dentre eles, foram os progenitores dessa teoria. Ao lado de Einstein, os proeminentes neo-realistas incluem Max Planck, cuja descoberta da constante de ação fez deflagrar a revolução quântica; Erwin Schrödinger, que arquitetou a equação ondulatória que todos os sistemas quânticos devem obedecer; o príncipe Louis de Broglie, que tomou em tal consideração a teoria quântica, a ponto de prever a natureza ondulatória da matéria.

Einstein, a despeito de suas numerosas contribuições para o sucesso da teoria quântica, nunca aceitou-a em seu coração e conservou, obstinadamente, a antiquada crença de que a visão realística do mundo era compatível com os fatos quânticos. Na década de 30, Einstein e Bohr mantiveram um longo debate sobre a questão da realidade quântica. Bohr sustentava que, no que concernia à realidade, a teoria quântica era assunto encerrado. Por volta de 1928, os físicos de percepção mais penetrante já haviam entendido a essência da teoria. Esta ainda seria desenvolvida em seus detalhes, mas seus princípios não seriam alterados. A confiança de Bohr continuava recebendo apoio; cinquenta anos depois, os físicos ainda seguem as antigas regras.

A teoria quântica é completa como está, disse Bohr. Não há necessidade de objetos comuns. Além disso, tais objetos não podem ser adicionados à teoria sem danos para o êxito de sua capacidade previsoras. Os objetos comuns não são simplesmente adornos desnecessários à teoria quântica; a sua adição é totalmente impossível.

A estratégia de Einstein consistia em confrontar Bohr com uma série de experiências intelectuais visando a mostrar que a teoria quântica deixara de tomar em consideração alguma coisa. Ele não pretendia mostrar que a teoria estivesse errada, mas que estava incompleta e, com isso, esperava abrir as portas para o que chamava "elementos de realidade".

Segundo os vencedores, Bohr fechou todas as brechas abertas por Einstein, mas nas mentes de cada um dos contendores o debate jamais foi concluído. Muito tempo depois de terminada a

discussão, no dia da morte de Bohr, o seu quadro-negro continha o desenho de uma das experiências intelectuais de Einstein. Bohr lutara com Einstein até o fim. Einstein, também, nunca desistiu. Em sua autobiografia, deixou expressos os seus pensamentos finais sobre a questão da realidade quântica: "Ainda creio na possibilidade de um modelo de realidade - isto é, uma teoria que represente as coisas em si, e não apenas a probabilidade de sua ocorrência."

5.5.2.7 Realidade Quântica 7

(A consciência cria a realidade.)

Dentre os realistas que aceitam a criação da realidade pelo observador, uma pequena facção afirma que somente os instrumentos dotados de consciência teriam o privilégio de criar a realidade. Os observadores conscientes são os únicos que contam. A consciência criadora da realidade foi estudada por Denis Postle em "Fabric of the Universe". Incluo aqui essa realidade quântica não apenas por ela ser tão estranha, mas, também, porque ela conta com partidários tão ilustres. Entre os adeptos da realidade criada pela consciência podemos citar o físico teórico da luz/matéria Walter Heitler; Fritz London, famoso por seu trabalho sobre os líquidos quânticos; Henry Pierce Stapp, de Berkeley, teórico da matriz-S; Eugene Wigner, agraciado com o prêmio Nobel; e o mundialmente conhecido matemático John von Neumann.

O húngaro von Neumann serviu de parceiro para os mais impressionantes progressos do século XX. Onde quer que a situação estivesse difícil, o brilhante von Neumann parecia estar lá, dando uma mão. No final da década de 40, ele concebeu o computador programável: atualmente, os cientistas da computação se referem a todos os computadores, desde as calculadoras de bolso até os gigantes da IBM, como "máquinas de von Neumann" (ver "Von Neumann" no cap. "Ciências Cognitivas"). Von Neumann lançou também os fundamentos matemáticos da teoria dos jogos estratégicos, na qual está baseada a política de muitos governos e corporações, tanto no Oriente como no Ocidente. Trabalhou, também, nos primeiros robôs e ajudou no desenvolvimento da bomba atômica. Em 1936, juntamente com Garrett Birkhoff, matemático de Harvard, von Neumann sugeriu a ideia da lógica quântica, porém sua maior contribuição para a pesquisa da realidade quântica foi o seu livro sobre a teoria do quantum.

Ao terminar a década de 20, os físicos haviam construído uma teoria quântica, que satisfazia as suas necessidades do dia-a-dia, utilizando uma grosseira estrutura matemática que organizava os fatos quânticos. Nesse ponto, von Neumann entrou em cena, dando uma forma rigorosa à crua

⁶⁷ Penrose, Roger. "A Mente Nova do Rei" ed. Campus, 1991.

teoria dos físicos, colocando a teoria quântica num elegante edifício matemático denominado "espaço de Hillbert", onde ela reside até hoje, e conferindo à recém-nascida teoria física o selo de aprovação dos matemáticos. Em 1932, von Neumann pôs no papel a sua visão definitiva da teoria quântica, em um formidável tomo intitulado "Die Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik". A imagem mais geral da teoria quântica permanece essencialmente igual à delineada por von Neumann em Die Grundlagen (Os fundamentos). O livro de von Neumann é a bíblia quântica. Como muitos outros textos sagrados, ele é lido por poucos, venerado por muitos. Apesar de sua importância, essa obra só foi traduzida para o inglês em 1955. Lá está, por exemplo, a prova de von Neumann de que, sendo correta a teoria quântica, o mundo não poderá ser constituído de objetos comuns (assim a interpretação neo-realista seria logicamente impossível). Von Neumann colocou, mas não resolveu, de modo a satisfazer a todos, o famoso problema da medição quântica. Em compensação, von Neumann foi o primeiro a mostrar o modo pelo qual a teoria quântica sugere um papel ativo para a consciência do observador. "Os objetos físicos não possuirão quaisquer atributos", disse von Neumann, "enquanto não estiverem sob a observação de uma entidade consciente."⁶⁸

Propriamente, von Neumann apenas insinua, em parábolas obscuras, a criação da realidade pela consciência. Seus seguidores, corajosamente, levaram os argumentos do mestre à conclusão lógica: "Se aceitarmos a versão de von Neumann da teoria quântica", dizem eles, "uma realidade criada pela consciência será o resultado inevitável."

Assim, no âmago lógico da ciência mais materialista, não encontramos matéria morta, mas nossos próprios "eus" vivos. Eugene Wigner, colega de von Neumann em Princeton e, também, húngaro (frequentaram o mesmo colégio em Budapeste), critica esse irônico desvio dos eventos:

"Não é possível formular as leis da mecânica quântica, de maneira inteiramente consistente, sem que se faça referência à consciência... Qualquer que seja o rumo futuro do desenvolvimento de nossos conceitos, sempre nos parecerá extraordinário o fato de que o próprio estudo do mundo exterior nos conduza à conclusão de que o conteúdo da consciência é uma realidade final."⁶⁹

5.5.2.3 Realidade Quântica 8

O mundo duplo de Werner Heisenberg (o mundo é duplo, consistindo de virtualidades e realidades.)

⁶⁸ Penrose, Roger. "A Mente Nova do Rei" ed. Campus, 1991.

⁶⁹ Idem.

A maioria dos físicos crêem na interpretação de Copenhague, que afirma não existir qualquer realidade profunda (RQ 1) e que a observação cria a realidade (RQ 2). O que essas duas realidades quânticas têm em comum é a afirmação de que somente os fenômenos são reais; o mundo sob os fenômenos não é real. Essa posição provoca, imediatamente, a seguinte pergunta: Se a observação cria a realidade, esta é criada a partir de que? Os fenômenos são criados a partir do nada, ou a partir de algo mais substancial? Como a natureza da realidade não medida é, por definição, inobservável, muitos físicos descartam tais questões por considerá-las sem sentido no terreno pragmático. Contudo, considerando que a teoria quântica descreve, com exatidão, a realidade medida, ela deve conter algumas pistas relativas à matéria-prima de que são formados os fenômenos. Usando a força da imaginação, talvez possamos dar uma olhada sob a teoria e fazer alguma conjectura inteligente a respeito do mundo sobre o qual se ergue o nosso mundo familiar das observações consistentes. Werner Heisenberg estava inteiramente a par das dificuldades que encontraria para descrever o mundo subfenomenal: "Aqui, os problemas de linguagem são extremamente difíceis", disse ele. "Queremos falar, de algum modo, sobre a estrutura dos átomos e não apenas sobre 'fatos' como, por exemplo, das gotículas de água numa câmara de neblina. Mas não podemos falar sobre átomos em linguagem comum." Embora percebesse a dificuldade de fazê-lo, Heisenberg foi um dos poucos físicos que tentaram externar o que viam quando olhavam dentro da realidade quântica.

De acordo com Heisenberg, não há nenhuma realidade profunda - nada lá embaixo que seja real, no mesmo sentido em que os fatos fenomenais são reais. O mundo não medido é apenas semi-real, e atinge o pleno status de realidade durante o ato da observação:

"Nas experiências relativas aos eventos atômicos devemos lidar com coisas e fatos, com fenômenos que são tão reais quanto os fenômenos da vida diária. Porém, os átomos e as partículas elementares não são assim tão reais; eles formam um mundo de potencialidades ou possibilidades, e não de coisas ou fatos... A onda Probabilística... significa uma tendência para alguma coisa. Ela é uma versão quantitativa do velho conceito de *potentia*, da filosofia de Aristóteles. Ela introduz algo que está entre a ideia de um evento e o evento propriamente dito, um estranho tipo de realidade física, entre possibilidade e realidade."⁷⁰

O mundo heisenberguiano é ao mesmo tempo mais real e menos real do que o nosso mundo. É menos real porque seus habitantes gozam de um fantasmagórico estilo de vida quântico, constituído de meras tendências, não de realidades. Por outro lado, o mundo não medido é mais real porque contém uma abundância de possibilidades coexistentes, em grande parte contraditórias. No mundo de Heisenberg, uma moeda pode dar simultaneamente cara e coroa, uma eventualidade inexistente em nosso mundo.

Um dos fatos inevitáveis da vida é que todas as nossas escolhas são realmente escolhas. Tomar um caminho significa desistir dos outros. A experiência humana comum não engloba eventos contraditórios simultâneos, ou histórias múltiplas. Para nós, o mundo possui uma singularidade e uma materialidade inexistentes nos domínios do átomo. Aqui ocorre somente um evento por vez; mas esse evento realmente ocorre.¹

Por outro lado, o mundo quântico não é, como o nosso, mundo de eventos reais, e sim um mundo cheio de numerosas e irrealizadas tendências para a ação. Essas tendências estão permanentemente em movimento - crescem, juntam-se, morrem - segundo leis precisas de movimento, descobertas por Schrödinger e seus colegas. Porém, não obstante toda essa atividade, nada jamais realmente acontece lá. Tudo permanece estritamente nos domínios da **virtualidade**.

Os dois mundos de Heisenberg estão ligados por uma interação particular que os físicos denominam "medição". No decorrer do ato mágico da medição, uma possibilidade quântica é singularizada, abandona suas indistintas irmãs, e surge na superfície do nosso mundo como um evento real. Tudo o que acontece em nosso mundo provém de virtualidades preparadas naquele outro mundo - o mundo de virtualidades quânticas. Por outro lado, o nosso mundo estabelece limites para a movimentação dessa multidão de virtualidades. Devido a que certos fatos são reais, nem tudo é possível no mundo quântico. Não existe nenhuma realidade profunda, considerada a nossa noção de realidade: pelo contrário, o universo não observado é constituído de virtualidades, tendências, impulsos. A base do nosso mundo cotidiano, segundo Heisenberg, não é mais sólida do que uma promessa.

Os físicos não propõem essas realidades quânticas como especulação de ficção científica sobre mundos que poderiam existir, e sim como figurações sérias de um mundo onde realmente vivemos: o universo lá fora. Sendo essas realidades quânticas radicalmente diferentes entre si, poder-se-ia esperar que tivessem conseqüências experimentais também diversas. Contudo, a característica surpreendente dessas oito realidades quânticas é serem elas experimentalmente indistinguíveis. Para todas as experimentações concebíveis no presente, cada uma dessas realidades prevê exatamente o mesmo fenômeno observável. Os filósofos da antiguidade enfrentaram uma semelhante crise de realidade. Por exemplo, três realidades antigas:

- 1. O mundo repousa sobre uma tartaruga;
- 2. O mundo é um sólido infinitamente profundo;
- 3. O mundo flutua num oceano infinito -

¹⁰ CAPRA, Fritjof; *Tao da Física*; Ed. Nova Fronteira; Rio de Janeiro, 1984

Estas realidades conduziam a conseqüências idênticas, consoante o que se podia afirmar na época. Do mesmo modo, os físicos modernos não sabem como determinar experimentalmente o tipo de mundo em que vivem. Contudo, considerando que "a realidade tem conseqüências", podemos esperar que experiências futuras, não limitadas pelos nossos conceitos usuais de mensurabilidade, possam confirmar uma ou mais dessas bizarras figurações como a campeã. No entanto., presentemente, cada uma dessas realidades quânticas pode ser vista como uma alternativa viável para "a real maneira de ser do universo". Todas elas podem, no entanto, estar erradas.

A crise de realidade dos físicos tem duas faces: ou há realidades quânticas demais; ou todas, sem exceção, são absurdas.

Algumas dessas realidades quânticas são compatíveis entre si. Por exemplo, RQ # 1 (Não existe nenhuma realidade profunda) e RQ # 2 (A realidade é criada pelo observador) são, de fato, duas metades de uma única imagem consistente do mundo, denominada Interpretação de Copenhague. Outras, porém, são contraditórias. Por exemplo, na interpretação dos mundos múltiplos, a realidade profunda do mundo é constituída por quadrilhões de universos simultâneos, cada um deles tão real quanto o nosso, o que ridiculariza, ao máximo, a afirmação feita por Bohr, de que não existe nenhuma realidade profunda. Além de não conseguirem chegar a um acordo para eleger, dentre as diversas imagens, aquela que retrata o que realmente está acontecendo no mundo quântico, os físicos nem mesmo têm certeza de que a imagem correta faz parte da lista.

Nenhuma das opções conflitantes, propostas pelos físicos como imagens viáveis do universo que habitamos, pode ser considerada comum. Até mesmo a realidade quântica mais próxima da antiga noção de como um mundo deve se comportar - a alegação neo-realista (RQ # 6) de que o mundo é constituído de objetos comuns - contem o requisito de que alguns desses objetos se movem mais rapidamente do que a luz, o que acarretaria conseqüências inusitadas, tais como, por exemplo, viagens no tempo e reversão da causalidade.

5.5.3 O Teorema da Interconectibilidade de Bell

Em 1964, o físico irlandês John Stewart Bell, que trabalhava para o CERN - Conseil Européen pour Recherches Nucleaires - o centro europeu de aceleração, localizado em Genebra, na Suíça, tirou uma licença-prêmio e, deixando o mundo vertiginoso da física de alta energia, foi explorar os atalhos tranquilos da realidade quântica. A primeira indagação de Bell foi : como pôde Bohm capaz de construir um modelo de realidade comum para o elétron quando von Neumann provara que ninguém poderia jamais fazê-lo? O modelo de Bohm conseguiu, de fato, fazer aquilo que se propusera: uma reprodução dos resultados da teoria quântica utilizando uma realidade feita de nada mais que objetos comuns. Então, a falha deveria estar não no modelo de Bohm, mas na prova de von Neumann.

Bell estudou cuidadosamente essa prova na versão original e em numerosas variações que outros físicos teóricos haviam produzido desde a publicação da bíblia quântica, e conseguiu descobrir a falha que permite a existência do modelo de realidade comum de Bohm.

Von Neumann e seus colegas haviam mostrado que nenhum esquema em que objetos comuns combinam entre si, "de maneira razoável", pode reproduzir os resultados da teoria quântica. Bell mostrou que a noção, de von Neumann, do que seria uma maneira razoável era demasiado restritiva. Particularmente, von Neumann não teria considerado "razoáveis" os elétrons que pudessem ajustar seus atributos através de um campo invisível capaz de sentir a configuração do instrumento de medida. O modelo de Bohm, baseado em elétrons adaptáveis ao contexto, não é "razoável", e por isso escapa à prova de Neumann. O fato de se terem passado trinta anos para que essa falha fosse descoberta dá a medida, tanto da autoridade de von Neumann, quanto do ritmo lento da pesquisa da realidade física.

Enquanto examinava a prova de von Neumann, Bell conjecturava sobre a possibilidade de se construir um argumento verdadeiramente inabalável, que estabelecesse rígidos limites para os tipos de realidade que podem fundamentar os fatos quânticos. Quando estava em visita ao SLAC - Centro Acelerador Linear de Stanford - Bell descobriu essa prova que, desde então, tornou-se conhecida como teorema de Bell. Os inusitados requisitos que o teorema de Bell impõe à realidade dá-nos a mais clara imagem que temos hoje da irreduzível estranheza do mundo quântico.

Argumentando com base na teoria quântica e um pouco de aritmética, Bell conseguiu mostrar que qualquer modelo da realidade - seja ele comum ou contextual - deve ser não local. O teorema de Bell tem sido, desde então, demonstrado em termos somente de fatos quânticos, sem necessidade de qualquer referência à teoria quântica. Em sua versão mais atualizada o teorema de

Bell diz que os fatos quânticos e um pouco de aritmética exigem que a realidade seja não local. Em uma realidade local, as influências não podem propagar-se mais rapidamente do que a luz. O teorema de Bell diz que em qualquer realidade desse tipo, a informação não se alastra com rapidez suficiente para explicar os fatos quânticos: a realidade precisa ser não local.

Suponhamos que a realidade consista de objetos comuns que possuam, de forma inata, os seus atributos. O teorema de Bell exige de um mundo como esse que seus objetos estejam ligados por influências não locais. O modelo de Bohm representa um mundo desse tipo. Nesse modelo, um campo invisível informa ao elétron as alterações ambientais com um tempo de resposta que pressupõe velocidades superiores à da luz. O teorema de Bell mostra que essa característica da onda-piloto (de ser mais rápida que a luz) não é absolutamente accidental. Sem ligações mais rápidas que a luz, um modelo da realidade, formado de objetos comuns, simplesmente não poderia explicar os fatos.

Entendendo então que a realidade consista de entidades contextuais - que não possuem atributos próprios, mas adquirem-nos no ato da medição, isto é, um estilo de realidade favorecido por Bohr e Heisenberg - o teorema de Bell exige, de tais entidades, que o contexto que lhes determina os atributos deva incluir regiões fora do raio de ação (à velocidade da luz) do local da medição. Em outras palavras, somente as realidades contextuais, que sejam não locais, podem explicar os fatos. O teorema de Bell prova que qualquer modelo de realidade, comum ou contextual, deve estar sujeito a influências que não respeitam o limite ótico de velocidade. Se o teorema de Bell é válido, vivemos em uma realidade que pressupõe velocidades superiores à da luz. A descoberta feita por Bell, de que a realidade profunda é necessariamente não local, é o mais importante sucesso da pesquisa da realidade desde a criação da teoria quântica.

Embora tenha sido motivado pela teoria quântica, o teorema de Bell tem raízes mais profundas. A prova de von Neumann, por exemplo, depende da veracidade da teoria quântica, o que não acontece com o teorema de Bell. Para demonstrar o teorema de Bell, tudo o que precisamos é dos fatos e de um pouco de aritmética. Os fatos relevantes não estão em questão; John Clauser mediou-os em Berkeley, em 1972. Embora a teoria quântica atual não mostre qualquer sinal de debilidade, ela pode desmoronar a qualquer tempo. O teorema de Bell sobreviverá à sua morte e impora o caráter não-local à sua sucessora. Considerando que o teorema de Bell faz contato com um aspecto geral da realidade em si, ele prevê a forma de todas as futuras teorias físicas.

5.5.4 Fatos Quânticos

Os físicos, apesar de todas as suas noções singulares, constituem, basicamente, um grupo conservador. A maioria deles se contentaria em habitar o sólido mundo clássico criado pelos grandes cientistas da Era Vitoriana, e deixar para a ficção científica de Júlio Verne o encargo das desenfreadas especulações sobre a natureza das coisas. No entanto, os novos fatos quânticos os forçaram a admitir que o mundo certamente repousa sobre alguma estranha realidade profunda.

Considerando que os cientistas rotineiramente entram em contato com fatos que revelam tais realidades exóticas, a vida em um moderno laboratório de física deveria ser bastante incomum:

Imaginemos que Max⁷¹, o famoso físico quântico, numa manhã de segunda-feira, decida encarar os fatos quânticos. Vestido numa armadura resistente ao quantum, ele entra em sua câmara em forma de bolha, acena um adeus para o mundo do dia-a-dia e se prepara para penetrar nos misteriosos domínios do quantum. Sozinho no escuro, Max testa o sistema mantenedor das condições ambientais e o crucial circuito de retorno que o trará de volta à realidade comum. Em seguida, respira fundo e aperta o botão. Numa fração de segundo, Max atravessa a camada dos fenômenos deste mundo e penetra na realidade quântica profunda. Louvado seja Heisenberg! Séculos de certezas newtonianas desaparecem num instante! Quando Max entra no Lugar Sem Separação, os objetos sólidos se fundem na inteireza indivisa. Max se integra no mistério no momento em que sua membrana sujeito/objeto se dissolve. Em sintonia com a totalidade, mais rápido do que a luz, Max cria um novo universo onde quer que pouse o seu olhar onipotente.

Com o que se parecem as coisas lá embaixo? Pergunta Maxine, irmã de Max. Ele diz que é tal e qual a equação de Schrödinger, só que um pouco mais. E preciso ver para crer. Atrás das cercas de alta segurança do laboratório quântico de Max, a consciência cria a realidade, fala-se exclusivamente a lógica quântica e, para a viagem de volta, pode-se dispor de um bilhão de universos distintos.

⁷¹ Uma entidade fictícia cujo nome é uma homenagem a Max Planck, pai dos estudos quânticos.

5.5.5 Efeito Cinderela

O caráter comum dos fatos quânticos

É triste dizer que os laboratórios de física não são assim tão excitantes como o de Max. Apesar das exóticas realidades criadas para explicá-los, os fatos quânticos são acontecimentos comuns; as experiências quânticas são surpreendentemente rotineiras, principalmente quando comparadas às afirmações extravagantes dos realistas.

Todas as experiências quânticas consistem de acontecimentos comuns, e a esse fato damos o nome de efeito Cinderela. O mundo pode, na verdade, ser tão estranho quanto afirmam alguns físicos, embora não faça alarde disso, preferindo - como Cinderela - esconder a sua magia sob um disfarce humilde. O efeito Cinderela é, por si só, um exemplo sutil da sobrenaturalidade quântica: por que a natureza utiliza realidades extraordinárias para manter uma aparência externa meramente ordinária?

Niels Bohr, em sua versão da teoria quântica, conhecida como interpretação de Copenhague, deu ao efeito Cinderela um lugar proeminente, determinando que todas as experiências fossem descritas em linguagem comum - Bohr chamava-a linguagem "clássica":

"Embora os fenômenos transcendam amplamente o escopo da explicação física clássica, o registro de todas as evidências deverá ser expresso em termos clássicos... O registro dos arranjos experimentais e dos resultados da observação deverão ser expressos em linguagem simples, sem ambigüidades, mediante o emprego apropriado da terminologia da física clássica."⁷²

Em outras palavras, embora a explicação dos fatos quânticos esteja longe de ser comum, os fatos em si são constituídos pelos mesmos tipos de eventos que formam os fatos pré-quânticos - em conjunto, agem tão discretamente quanto os da vida diária. Bohr foi um dos poucos teóricos quânticos que enfatizaram o caráter comum do fato quântico. Bohr acreditava que esse caráter é inerente ao modo humano de percepção, e por isso, todos os futuros fatos quânticos deveriam ser, também, fatos comuns. Os seres humanos estão destinados a experimentar indiretamente o mundo quântico; nunca gozaremos, como Max, a experiência direta da realidade quântica.

⁷² CAPRA, Fritjof; Tao da Física; Ed. Nova Fronteira; Rio de Janeiro, 1984

Sessenta anos de experiências confirmam a opinião de Bohr. O estado atual da arte de lidar com o quantum nos impede de experimentar diretamente a realidade quântica. Todas as experiências humanas - ou, pelo menos, todas as experiências da física - são comuns na aparência, e não quânticas. Ainda nos resta verificar se a confiança nos modos clássicos de percepção é, ou não é, uma característica permanente da condição humana. Nós, os seres humanos, somos animais engenhosos, talvez engenhosos demais para nosso próprio bem. Considerando que "a realidade traz consequências", podemos prever que, se uma dessas realidades quânticas for "realmente real", descobriremos, eventualmente, a maneira de experimentá-la diretamente: o estranho laboratório de Max pode não estar relegado a um futuro tão remoto. Vemos hoje a realidade quântica através de uma lente escura, mas, no futuro, vê-la-emos cara a cara. Por outro lado, considerando que todos, os fatos quânticos de hoje são admitidamente comuns, que base têm os físicos para fazerem suas chocantes afirmações a respeito da realidade profunda? Os fatos quânticos são positivamente comuns. Mas a teoria quântica - a única explicação que possuímos para esses fatos é decididamente não comum. Considerando que a teoria quântica se adapta, com exatidão, aos fatos, muitos físicos estão seguros de que ela mantém algum tipo de relacionamento com a própria realidade: um tal encontro perfeito entre teoria e fatos não seria acidental enfim.

Talvez as novas interfaces computadorizadas tenham um papel importante nessa história. Elas poderiam estar ajudando o homem, em seus ambientes artificiais interativos, a se sensibilizarem em relação aos paradoxos e ambigüidades encontradas no mundo quântico.

5.6 A Imaginação e a Interação Pós-Renascimento.

A opção pela objetividade no Renascimento expressava como o homem entendia o mundo. Mas essa visão mecanicista não existiria por muito mais tempo. O figurativismo, a perspectiva e o isolamento do observador/autor logo dariam lugar à abstração e a interatividade, deixando fluir a imaginação no ato criativo. Essa atitude está em concordância com as mudanças no imaginário do homem do início do século (que também modificava o status do observador no ato da medição). Nasce a ideia de dependência da obra em relação ao observador-leitor-fruidor. Por consequência, iniciava-se assim o que hoje chamamos de modernismo. Vou agora listar alguns personagens e fatos que considero ilustrativos desse período.

5.6.1 Cézanne

- Com Cézanne a lente objetiva é substituída por uma percepção pessoal, orientada pela inteligência do pintor, que em uníssono organizam a obra (negação dos postulados renascentistas de objetividade e coerência). O resultado deste processo fenomenológico entre a pintura e a natureza é o cubismo: Multivisão da natureza .

5.6.2 Manet

- Com Manet, a arte supera a natureza a priori, dedicando-se aos seus próprios preceitos. suas características conceituais e pictóricas, tornando-se auto referente. Nele, figuras e espaço formam um único contexto, não vendo a figura dentro mas com o ambiente. O ambiente/espço não é o da natureza mas sim o da própria pintura e sua tradição como meio bidimensional.

5.6.3 Magritte

- Metalinguagem (outra consequência da auto-referência): Linguagem bifacetada, isto é, fala de si mesma além de pronunciar-se a respeito do seu tema.
- Tática desmistificadora: leva o observador a questionar a estrutura epistemológica deste sistema de significação, destruindo suas premissas. Traz para a superfície o que estava dissimulado, revelando o que seus sistemas comunicam subliminarmente: olhar subentendido, a visão de mundo implícita na cognição ou compreensão de mundo.
- Morte do autor/artista como genialidade distinta e autoridade no assunto, aquele que detém a chave dos significados de sua obra. Valorização do observador/leitor (anteriormente simples espectadores).

5.6.4 Duchamp

- Ready-mades indiferentes no espaço institucional da arte (museus/galerias). "O espectador traz a obra para o mundo externo, ao decifrar e interpretar (significar) suas qualidades interiores, adicionando assim sua contribuição ao ato criativo". (em: Ato Criativo -Duchamp.)
- Traz os 3 elementos (artista, obra, observador) para o mesmo nível: a interação deles forma o contexto relativo e sincrônico formalizado pelo encontro consciente do artista e do observador (O objeto indiferente leva o observador à significá-lo dentro de um contexto dado: o espaço institucionalizado da arte).
- Marca a passagem do objeto/arte para o momento/arte, como criação coletiva formadora de espaços/tempos sincrônicos.

5.6.5 Dimensionalização

- Modelada pela interação entre objetos e sujeitos críticos e conscientes não só do ato criativo como também do ato interpretativo e dos limites deste conhecimento relativizado (do indivíduo).

- Os usuários (produtores e observadores), seus produtos e outros elementos (a natureza por ex.), convivem interativamente em rede (não confundindo com a rede eletrônica/digital).
- O momento/arte (netart) estabelece a conectividade e a interação entre as partes: proposta do artista + disposição/presença(estética) dos objetos + participação efetiva. Essas partes são igualmente, em si mesmas, algo incompleto, completamente relativas. Só fazem sentido se forem consideradas em conjunto.
- São criações topológicas (não euclidianas), singularidades capazes de fornecer a sua própria localização no espaço/tempo (Relatividade). Transcendem as convenções do paradigma estrutural euclidiano (a galeria como cubo branco ou tela: contexto infinito, homogêneo e extenso) ao promover operações sincrônicas formadoras de *a priori* relativos, de estruturas elásticas, dinamizadas por uma fruição muito mais processual/experencial do que contemplativa.
- Interfaces relativas e temporárias: comunicação e troca de conhecimento instantâneo e sincrônico (Interatividade), tratando assim com as dimensões espaço-temporais que modelam nossa contemporaneidade (Relatividade/Mec. Quântica).
- Velázquez, dadaístas, futuristas, construtivistas e Duchamp: já apontavam para esta postura da netart, embora tenham sido domesticadas pelo discurso modernista.

6 Ciências Cognitivas

Tornar o virtual sensível, atualizando-o, é primeiro **inventar** e **atualizar** corpos virtuais com sensações virtuais atualizadas. Antigamente *designers* desenhavam o espaço dentro do qual cada pessoa já estava formada. Agora, em mundos totalmente potenciais e artificiais, eles são chamados a desenhar não somente o espaço mas também o seu habitante, não apenas a aparência desse habitante mas também seus **sentidos** e suas **faculdades**:

"O pintor precisa desenhar os olhos do observador, o compositor precisa compor os ouvidos de quem escuta."⁷³

O desenho futuro é o desenho de corpos virtuais (os avatares: sua forma e seu sistema sensorial) e a formalização de mentes artificiais (sistemas que simulam o que se entende por inteligência).

No primeiro caso, tudo acontece dentro de espaços que são igualmente artificiais, mesmo quando são físicos. É necessário, na criação desses ambientes, endereçar várias multiplicidades: as dos usuários (pluri-identidades), da tarefa, do espaço, dos sentidos. Dispositivos físicos e ergonômicos que têm que operar com novos status e símbolos de identidade, máscaras e espelhos, todos ao mesmo tempo. Precisam adaptar o usuário a perceber espaços até então impossíveis, sempre mantendo uma presença tangível no espaço físico.

Essa visão otimista apontada por Adriaansens pode ser confrontada com o que Dietmar Kamper disse e que está em concordância com o que chamarei mais adiante de planificação do usuário:

⁷³ADRIAANSENS, Alex (org.); *The Art of The Accident*; NAI Publishers/V2_Organisatie, Roterdã, 1998.

“O corpo Humano ou é transformado em prótese ou é **tendencialmente** substituído, sendo que no melhor dos casos o que sobra é um resto incomodante” .⁷⁴

Como suporte operacional desses avatares mas principalmente para a conformação do “outro”, vem acontecendo a modelação da mente humana.

A área de conhecimento responsável por uma imensa produção nesse sentido é a formada por um conjunto de disciplinas que se dispõem a desvendar os mistérios da mente humana e assuntos adjacentes. Dentre elas encontramos a Psicologia, Linguística, Antropologia, Neurociência, Filosofia e Inteligência Artificial. Mais especificamente vou me ater àquelas que adotam o computador como modelo de representação das atividades mentais. No entanto, por se tratar de um conhecimento gerado multidisciplinarmente, faz-se necessário um levantamento da migração e tradução de conceitos entre as disciplinas envolvidas, para podermos entender de onde partem certos pressupostos.

Iniciemos por uma organização cronológica de eventos que concorreram para a conformação do repertório mais relevante dessa área e que são relativos à materialização do computador.

6.1 Máquinas de Calcular e Autômatos Mecânicos

O sonho de uma mente mecânica é muito antigo. Os primeiros indícios podem ser detectados na obra de René Descartes, que se interessava por autômatos que pudessem simular o corpo humano (ele era cético quanto à simulação da mente). Pensadores dentro da tradição francesa, quer tenham ou não sido inspirados por Descartes, parecem ter sido os primeiros a perseguir a ideia de uma máquina que pudesse raciocinar. Em Paris em 1747, um médico francês chamado Julien Offray de la Mettrie publicou seu livro *L'Homme Machine*, no qual ele argumentava que “o corpo humano é uma máquina que dá corda a si mesma”⁷⁵, e que o cérebro, enquanto o órgão do pensamento, estava sujeito a estudo e duplicação. Como ele colocou, “o pensamento é tão pouco incompatível com a matéria organizada, que ele parece ser uma de suas propriedades, ao lado da eletricidade, da faculdade de movimento, e da impenetrabilidade”⁷⁶.

Seguindo uma linha semelhante de pensamento, em um nível mais prático, estava o artífice Jacques de Vaucanson, um construtor de autômatos que fez vibrar a Europa no início do século

⁷⁴ KAMPER, Dietmar. “O medial-o virtual- telemático. O espírito de volta a uma corporiedade transcendental.” In: Fassler, M. / Halbach, W.R.(Org.) *Cyberspace. Gemeinschaften, virtuelle Kolonien, Öffentlichkeiten*. Munique, Wilhelm Fink, 1994.

⁷⁵ Losano, Mano G. “História de Autômatos” Ed. Cia. das Letras, São Paulo, 1992.

⁷⁶ Lowry, R.” *The Evolution of Psychological Theory 1650 to Present* . Ed.Aldine-Atherton, Chicago, 1971

XVII com tocadores de flauta, patos e tocadores de pifaro e tambor mecânicos (ver figura). Em um extenso documento anexo, Vaucanson indicava como cada parte do tocador de flauta era na verdade modelada segundo componentes comparáveis ao modelo humano. De acordo com o historiador da psicologia John Marshall, Vaucanson estava preocupado em formular e validar - na linguagem mais precisa e formal ao seu alcance - uma "teoria do tocador de flauta alemão"⁷⁷.



O cenário agora se desloca para a Inglaterra do século XIX, para investigadores que estudavam a **mecanização** do pensamento de formas muito mais semelhantes às nossas. Um destes personagens era o brilhante e avançado matemático de Cambridge, Charles Babbage, que dedicou muitos anos à criação de uma calculadora de mesa automática que fosse capaz de executar os complicados cálculos necessários para a navegação e a balística. Infelizmente, a máquina que ele projetou teria requerido a produção de milhares de partes de precisão e, embora os cientistas de hoje pensem que a máquina de Babbage teria funcionado, o governo britânico suspendeu o seu apoio depois de ter investido a soma, então elevada, de dezessete mil libras. Neste interim, inspirado pela sua colaboração com uma certa Lady Lovelace, Babbage ficou ainda mais extravagante, concebendo uma máquina que podia tabular qualquer tipo de função e podia, em princípio, jogar xadrez⁷⁸. Esta "máquina diferencial", como ela era chamada, baseava-se nas tabelas de diferenças dos quadrados dos números. Ela usava cartões perfurados do tipo usado até então para controlar teares especiais: havia cartões de operações, que indicavam as operações a serem executadas, e cartões de variáveis, que determinavam as variáveis específicas sobre as quais as operações deveriam ser executadas. Qualquer problema aritmético podia ser resolvido; e se as manivelas adequadas fossem giradas, a resposta correta sairia.

⁷⁷ Fryer & Marshall "Artificial Intelligence-The Real thing?", *The Behavioral and Brain Sciences*, 3:435-437, 1979.

⁷⁸ McCorduck, P. "Machines Who Think", Ed. W.H. Freeman, San Francisco, 1979.

6.2 Lógica Booleana

Enquanto Babbage tentava implementar suas ambiciosas aspirações mecânicas, outro matemático inglês, George Boole, do Queens College Cork, estava envolvido em um empreendimento diferente, mas igualmente importante, a saber: entender as leis básicas do pensamento e fundamentá-las sobre princípios de lógica. Para eliminar as ambigüidades da linguagem natural (que dominava a lógica desde a época em que Aristóteles estudara o silogismo), Boole utilizou um conjunto de símbolos arbitrários (a, b, x, y, e assim por diante) para representar os componentes do pensamento. Como ele colocou, "uma tentativa bem sucedida de expressar proposições lógicas por símbolos, cujas leis de combinação deveriam ser fundamentadas sobre as leis dos processos mentais que eles representam, seria, até o momento, um passo em direção à linguagem filosófica"⁷⁹. Estes elementos simbólicos podiam ser combinados ou dissociados através de operações como a adição, subtração ou multiplicação, de modo a formar novas expressões, ou novas concepções, envolvendo os mesmos elementos. Estes procedimentos equivaliam a uma espécie de "álgebra mental", onde o raciocínio podia ser efetuado em termos abstratos positivos ou negativos, sem marcas das associações particulares ligadas a conteúdos específicos. Estas operações foram denominadas por Boole de "leis do pensamento". E o que seria mais importante para o futuro, Boole observou que sua lógica era um sistema de dois valores ou verdadeiro/falso. Qualquer expressão lógica, independentemente de seu grau de complexidade, podia ser expressa ou como 1 (que significava "tudo" ou "verdadeiro") ou como 0 (significando "nada" ou "falso"). A idéia de que todo o raciocínio humano podia ser reduzido a um série de discussões "sim" ou "não" viria a ser essencial para a filosofia e para a ciência do século XX.

6.3 Principia Mathematica

Os anos em torno da virada do século foram de excepcional importância na matemática e na lógica. Durante quase dois mil anos, a lógica do raciocínio silogístico, desenvolvida na época clássica por Aristóteles, havia sido dominante; mas graças ao trabalho do lógico alemão Gottlob Frege, uma nova forma de lógica, que envolvia a manipulação de símbolos abstratos, começou a evoluir perto do final do século XIX. Em seguida, no início do século XX, os lógicos matemáticos

⁷⁹ HILTON, A.M. *Logic, Computing Machines and Automation*. World Publishing, New York, 1963.

britânicos Bertrand Russell e Alfred North Whitehead tentaram reduzir as leis básicas da aritmética a proposições de lógica elementar. A importância da obra de Boole finalmente, então, foi reconhecida meio século depois por Whitehead e Russell quando eles produziram seus *Principia Mathematica* (1910-1913). O objetivo desta obra era demonstrar que as raízes da matemática residem nas leis básicas da lógica. Whitehead e Russell apoiaram-se muito no formalismo introduzido por Boole. Russell chegou até a declarar de seu modo ascético: "A matemática pura foi descoberta por Boole em uma obra que ele chamou 'As Leis do Pensamento'" ⁸⁰.

O conjunto de idéias representadas pela máquina calculadora de Babbage, pelas leis de pensamento de Boole, e pelas demonstrações decisivas de Whitehead e Russell acabariam sendo integradas por estudiosos dos anos de 1930 e 1940. Seu trabalho culminou nos primeiros computadores e, por fim, nos primeiros programas dos quais se pode dizer que exibem algo similar a aspectos da inteligência. A obra de Whitehead-Russell influenciou toda uma geração de pensadores com orientação matemática, inclusive Norbert Wiener e John von Neumann, dois dos mais importantes colaboradores para a fundação da ciência cognitiva.

6.4 A Teoria da Informação (surge o "bit")

Outro progenitor importantíssimo da ciência cognitiva foi Claude Shannon, um engenheiro elétrico do MIT, a quem geralmente se atribui a criação da teoria da informação. Ainda quando aluno de pós-graduação no MIT, no final dos anos 1930, Shannon chegara a um insight seminal. Então, em 1938, Shannon publicou "A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits" - possivelmente a mais importante, e também a mais famosa, dissertação de mestrado do século. Em seu trabalho, Shannon mostrou que circuitos de retransmissão e de comutação como os que são encontrados em uma máquina eletrônica podiam ser expressos em termos de equações do tipo booleano pois o sistema verdadeiro/falso poderia corresponder a "interruptores ligado/desligado" ou estados fechados e abertos de um circuito. Na verdade, ao perceber que os princípios da lógica (em termos de proposições verdadeiras e falsas) podem ser usados para descrever os dois estados (ligado e desligado) de interruptores de relés eletromecânicos, ele propunha que qualquer operação que pudesse ser descrita em um conjunto finito de passos podia ser executada por estes retransmissores "comutadores". O trabalho de Shannon lançou os fundamentos para a construção de máquinas que executassem operações de lógica verdade (truth-logic), e também sugeriu novas formas nas quais os circuitos poderiam ser desenhados e simplificados. Em um nível teórico, ele

⁸⁰ HALACY, D.S. *Computers the Machines We Think With*, Ed. Dell, Nova York, 1962.

também indicou que a programação de um computador (a disposição de um conjunto de instruções codificadas para serem precisamente seguidas) deveria ser tratada como um problema de lógica formal e não de aritmética, um insight que resultou do trabalho de Boole. De um só golpe, Shannon injetou um tema de interesse puramente acadêmico no mundo da maquinaria prática, apresentando a sugestão precoce de que circuitos elétricos (do tipo dos circuitos do computador) poderiam conter operações “fundamentais” do pensamento.

Durante os dez anos seguintes, em parte trabalhando com Warren Weaver, Shannon passou a desenvolver a noção-chave da teoria da informação: que a informação pode ser concebida de uma forma totalmente divorciada de qualquer conteúdo ou assunto específico, simplesmente como uma decisão única entre duas alternativas igualmente plausíveis. A unidade básica da informação seria o bit (abreviação de binary digit [dígito binário]): isto é, a quantidade de informação necessária para selecionar uma mensagem dentre duas alternativas igualmente prováveis. Assim, a escolha de uma mensagem dentre oito alternativas igualmente prováveis exigiria três bits de informação: o primeiro bit reduziria a escolha de uma em oito para uma em quatro; o segundo, de uma em quatro para uma em duas; o terceiro seleciona uma das alternativas restantes. Wiener explicou a importância desta forma de conceitualização:

“Informação é informação, não matéria ou energia. Nenhum materialismo que não admita isto pode sobreviver nos dias atuais.”⁸¹

Graças aos insights de Wiener, tornou-se possível conceber a informação independentemente de um aparelho transmissor específico: em vez disso, podia-se focar a eficácia de qualquer comunicação de mensagens via qualquer mecanismo, e podia-se considerar os processos cognitivos independentemente de qualquer corporificação particular - uma oportunidade que os psicólogos logo aproveitariam, ao tentarem descrever os mecanismos subjacentes ao processamento de qualquer tipo de informação. Só muito recentemente os cientistas cognitivos começaram a se perguntar se eles de fato podem se permitir tratar toda informação de forma equivalente e ignorar questões de conteúdo.

6.5 Máquina de Turing

Os insights de Shannon não ocorreram em um vácuo intelectual. Em 1936, Allan Turing, um matemático britânico relativamente desconhecido na época, estava então apresentando sua ideia de que qualquer tarefa computacional explicitamente enunciada podia ser executada por uma

⁸¹ WIENER, N. *Cybernetics, or Control and Communication in the animal and the Machine*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1962.

máquina que possuísse um conjunto finito e adequado de instruções internas. Ele estava demonstrando que, em princípio, só há um tipo de computador (embora, é claro, possa haver muitos modelos construídos de muitas formas) desenvolvendo a noção de uma máquina simples (posteriormente denominada "Máquina de Turing") que podia em princípio executar qualquer cálculo concebível. As noções que serviam de base a esta máquina "teórica" eram simples. Só eram necessários uma fita e um scanner (varredor) para ler o que estava na fita. A fita em si era dividida em quadrados idênticos, cada um dos quais contendo em sua superfície algum tipo de símbolo. Para fins de ilustração, Turing considerou uma máquina que usava o código binário (que contém apenas dois tipos de símbolos, por exemplo, o 0 e o 1) porém, a única restrição geral era de que o número de símbolos diferentes não podia ser infinito. A cada passo, dependendo de seu estado interno, a máquina mantém o símbolo que é lido pelo scanner, ou o substitui por outro, e em seguida passa a ler o quadrado à direita, ou à esquerda, ou o mesmo quadrado. Apenas com estas operações simples, a máquina era capaz de executar qualquer tipo de programa ou plano que pudesse ser expresso por meio de um número finito de símbolos. De forma mais geral, na medida em que se pudesse expressar claramente os passos necessários para a execução de uma tarefa (num algoritmo), ela poderia ser programada e executada pela máquina de Turing, que simplesmente leria a fita (independentemente de seu comprimento) e seguiria as instruções.

A demonstração de Turing - e o teorema que ele provou - foi de extrema importância para aqueles pesquisadores interessados em máquinas computadoras. Quando o próprio Turing avaliou as máquinas computadoras, ele entusiasmou-se cada vez mais com as suas possibilidades. De fato, em 1950 (pouco antes de sua morte prematura por suicídio, com pouco mais de quarenta anos) sugeriu que se poderia programar uma máquina de forma tal que seria impossível discriminar as suas respostas a um interlocutor daquelas criadas por um ser humano vivo - uma noção imortalizada como o "**Teste de Turing**". Este teste, calcado em procedimentos operacionais, é usado normalmente para refutar qualquer um que duvide que um computador pode realmente pensar: se um observador não é capaz de distinguir as respostas de um computador programado das de um ser humano, diz-se que a máquina passou no teste de Turing.

As implicações destas idéias foram rapidamente aproveitadas por cientistas interessados no pensamento humano, que perceberam que se eles conseguissem descrever com precisão o comportamento ou os processos de pensamento de um organismo, poderiam ser capazes de projetar uma máquina computadora que operasse de forma idêntica. Assim, talvez fosse possível testar em um computador a plausibilidade de noções sobre como um ser humano realmente funciona, e até mesmo construir máquinas sobre as quais se poderia afirmar com segurança que elas pensam exatamente como seres humanos.

6.6 Von Neumann

Baseando-se nas idéias de Turing, John von Neumann desenvolveu a noção de criar um programa para instruir a máquina de Turing a se reproduzir. Aí estava a idéia poderosa de um programa armazenado: isto é, o computador poderia ser controlado através de um programa que estava ele mesmo armazenado dentro da memória interna do computador, de forma que a máquina não teria de ser arduamente reprogramada para cada nova tarefa. Pela primeira vez tornou-se concebível que um computador pudesse preparar e executar seus próprios programas (Não era mais necessário, portanto, reprogramar para cada nova tarefa).

Ele demonstrou como a lógica binária e a aritmética podiam trabalhar juntas na formação de programas armazenados. Pode-se codificar instruções para a máquina na mesma linguagem que é usada para os dados que ela processa, e assim misturar instruções e dados no programa e armazenar os dois nos computadores. Estes avanços conceituais abriram caminho para complementos da programação - tais como assemblers (montadores), que são capazes de selecionar e juntar sub-rotinas para o programa principal, e compiladores, que são capazes de traduzir de uma linguagem (geralmente uma linguagem de programação de alto nível que é oportuno utilizar) para uma linguagem mais básica, refletida nas operações eletromecânicas reais dos computadores. Finalmente, von Neumann investigou com vigor especial as analogias (e dessemelhanças) entre o cérebro e os computadores.

Não está totalmente claro se von Neumann percebeu o potencial dos programas para atacar e resolver problemas de profundidade intelectual. Mas ele com certeza notou onexo entre questões desta área, e se ele não tivesse morrido de câncer quando ainda era relativamente jovem, ele poderia muito bem ter se tornado a principal figura da história da inteligência artificial.

6.7 Cibernetica

Ao mesmo tempo em que John von Neumann, trabalhando em Princeton entre 1930 e 1940, tentava reunir evidências da matemática, da lógica e do sistema nervoso, o matemático Norbert Wiener estava envolvido em investigações paralelas no Massachusetts Institute of Technology – MIT. Ainda mais do que von Neumann, Wiener fora um matemático prodígio e, como seu colega, fizera descobertas fundamentais na matemática quando tinha apenas pouco mais de vinte anos (Wiener havia trabalhado com o movimento browniano, e von Neumann com a teoria quântica – ver Realidade Quântica 7). É evidente que nestas primeiras escolhas os dois exibiam uma inclinação

prática da sua matemática: além disto, eles desejavam influenciar o crescimento da ciência e da tecnologia dentro de sua sociedade.

Norbert Wiener, envolveu-se em uma série de projetos que abordavam servomecanismos (instrumentos que mantinham a artilharia antiaérea, mísseis teleguiados e aviões na rota). Nessa oportunidade ele começou a pensar na natureza do feedback e de sistemas autocorretores e autorreguladores, fossem eles mecânicos ou humanos. Ele colaborou intensamente com Vannevar Bush, que fora um pioneiro no desenvolvimento dos computadores analógicos. Wiener também ficou impressionado com a importância do trabalho de seus ex-colegas McCulloch e Pitts (estes serão abordados em "O Modelo Baseado em Redes de Neurônios"), particularmente com as analogias sugestivas entre um sistema de conexões lógicas e o sistema nervoso humano.

Wiener foi mais longe do que todos os seus contemporâneos em sua convicção missionária de que estes vários avanços científicos e tecnológicos eram coerentes entre si. Na verdade, em sua mente eles constituíam uma nova ciência - baseada nas questões de controle e comunicação, que ele considerava centrais na metade do século XX. Formulou este ponto de vista publicamente pela primeira vez em um artigo de 1943: "Behavior, Purpose, and Teleology" (Rosenblueth, Wiener & Bigelow 1943), no qual ele e seus co-autores apresentam a noção de que os problemas da engenharia de controle e da engenharia da comunicação são inseparáveis; além disto, eles se concentram não nas técnicas da engenharia elétrica, e sim na noção muito mais fundamental de mensagem "seja ela transmitida por meios elétricos, mecânicos ou nervosos". Os autores introduziram uma noção então radical: que é legítimo falar de máquinas que exibem feedback como se elas "procurassem atingir metas", calculassem a diferença entre as suas metas e o seu desempenho real, e então trabalhassem para reduzir essas diferenças. As máquinas tinham um propósito determinado. Os autores também desenvolveram uma nova noção do sistema nervoso central. Assim a expressou Wiener posteriormente:

"O sistema nervoso central não mais se apresenta como um órgão autocontido, que recebe inputs dos sentidos e dispara em direção aos músculos. Ao contrário, algumas das suas atividades mais características só podem ser explicadas como processos circulares, que emergem do sistema nervoso para os músculos, e reentram no sistema nervoso através dos órgãos sensoriais, sejam eles proprioceptores ou órgãos dos sentidos especiais. Isto nos pareceu assinalar um novo passo no estudo daquela parte da neurofisiologia que diz respeito não exclusivamente aos processos elementares dos neurônios e sinapses, mas ao desempenho do sistema nervoso como um todo integrado." ³²

Não demorou muito até que Wiener apresentasse no livro *Cybernetics* (editado pela primeira vez em 1948), um verdadeiro marco. Ele introduziu a sua ciência neologista da seguinte maneira:

"Nós decidimos chamar todo o campo da teoria do controle e da comunicação, seja na máquina ou no animal, pelo nome Cibernética" .⁸³ Nas páginas subsequentes ele expôs uma visão integrada - uma interligação de avanços na compreensão do sistema nervoso humano, do computador eletrônico e da operação de outras máquinas. E ele enfatizou a sua crença - ecoando von Neumann e McCulloch e Pitts - de que o funcionamento do organismo vivo e a operação das novas máquinas de comunicação exibiam paralelos cruciais. Embora a síntese de Wiener no fim não tenha sido a adotada pela ciência cognitiva (ela esteve mais perto de alcançar este status elevado na ex-União Soviética), permanece como um exemplo pioneiro da viabilidade de um empreendimento interdisciplinar deste tipo.

6.8 O Modelo Baseado em Redes de Neurônios

Uma segunda linha de pensamento importante para aqueles envolvidos na fundação da Ciência Cognitiva foi apresentada no início dos anos 1940 por Warren McCulloch e Walter Pitts, um jovem lógico. Mais uma vez, a idéia central era desconcertantemente simples, embora a verdadeira análise matemática não fosse nada trivial. McCulloch e Pitts mostraram que as operações de uma célula nervosa e suas conexões com outras células nervosas (uma assim chamada rede neural) podiam ser modeladas em termos da lógica booleana. Assim, derivava-se a idéia de que qualquer coisa que possa ser exaustiva e inequivocamente colocada em palavras pode ser realizada por uma adequada rede finita de neurônios. Assim, o cérebro pôde ser explicado como uma máquina de forma mais precisa do que antes e, na verdade, ser concebido como uma máquina de Turing.

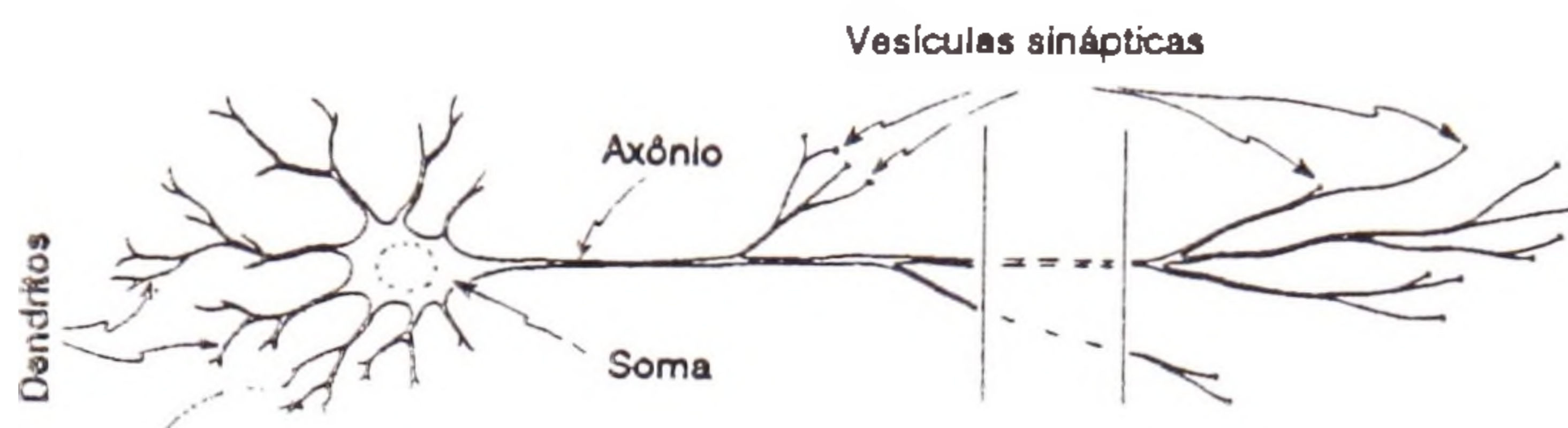
Mas antes de realizarmos essa comparação, vamos entender como funciona uma rede de neurônios.

6.8.1 Como Funcionam os Sinais Nervosos?

Todo o processamento feito pelo cérebro (e também pela coluna vertebral e retina) é realizado pelas células notavelmente versáteis do corpo, conhecidas como neurônios. Vamos ver com o que se parece um neurônio.

⁸² WIENER, N. *Cybernetics, or Control and Communication in the animal and the Machine*. MIT Press, Cambridge, Mass., 1962.

⁸³ *Idem*.



Na figura há um desenho dele. Vemos um bulbo central, mais ou menos como uma estrela, muitas vezes com a forma de um rabanete, chamado soma, que contém o núcleo da célula. Estendendo-se a partir do soma numa das extremidades temos uma comprida fibra nervosa - por vezes muito comprida mesmo, considerando-se que nos estamos referindo a uma única célula microscópica (tendo por vezes vários centímetros de comprimento, nos seres humanos) - conhecida como axônio. É o "fio" através do qual o sinal de saída da célula é transmitido. Partem do axônio muitas ramificações menores, bifurcando-se ele várias vezes. Na ponta de cada uma dessas fibras nervosas encontra-se uma pequena vesícula sináptica. No outro extremo do soma, com frequência estendendo-se em ramificações por todas as direções, estão os dendritos, semelhantes a árvores, pelos quais dados de entrada (ou inputs) são levado ao soma.

Toda célula, sendo uma unidade completa em si mesma, tem uma membrana que envolve o soma, axônio, vesículas sinápticas, dendritos e tudo o mais. Para que os sinais passem de um neurônio para outro, é necessário que "saltem a barreira" entre eles. Isso é feito numa junção conhecida como sinapse, onde uma vesícula sináptica de um neurônio está ligada a algum ponto de outro neurônio, seja no soma do próprio neurônio ou então num de seus dendritos.

Na realidade, há um espaço muito estreito entre a vesícula sináptica e o soma ou dendrito a que está ligada, chamada de fenda sináptica. O sinal de um neurônio para o seguinte tem de propagar-se através dessa fenda.

6.8.2 Modelos Computadorizados

Os neurônios poderiam ser pensados como enunciados lógicos, e a propriedade de tudo-ou-nada dos impulsos (ou não impulsos) nervosos poderia ser comparada à operação do cálculo proposicional (onde uma proposição ou é verdadeira ou é falsa). Este modelo permitia que se pensasse um neurônio como sendo ativado, e em seguida impulsionando um outro neurônio, da mesma forma que um elemento ou uma proposição em uma sequência lógica podem implicar em alguma outra proposição. Assim, quando se está lidando seja com lógica ou com neurônios, a

entidade A mais a entidade B podem implicar na entidade C. Além disto, a analogia entre neurônios e lógica poderia ser pensada em termos elétricos, como sinais que passam ou deixam de passar, através de um circuito. O resultado final da demonstração McCulloch-Pitts seria: "Qualquer coisa que possa ser descrita de forma exaustiva e inequívoca é realizável por uma rede neural finita apropriada."⁸⁴

Um aspecto importante da transmissão nervosa é os sinais (em sua maior parte) serem fenômeno totalmente "tudo ou nada". A intensidade do sinal não varia: existe ou não. Isso dá à ação do sistema nervoso certa semelhança com um computador digital. De fato, há muitas semelhanças entre a ação de um grande número de neurônios interligados e o funcionamento interno de um computador digital, com seus fios transmissores de correntes e portas lógicas (chaves eletrônicas que passam ou não sinal). Não seria difícil, em princípio, montar uma simulação computadorizada da ação de um dado sistema de neurônios.

Os inventores das novas máquinas computacionais ficaram intrigados com as idéias apresentadas por McCulloch e Pitts. Graças à sua demonstração, a noção de uma Máquina de Turing apontava agora em duas direções: para um sistema nervoso, composto de inúmeros neurônios tudo-ou-nada; e para um computador capaz de realizar qualquer processo que possa ser descrito de forma inequívoca. Turing demonstrara a possibilidade de máquinas computadoras de grande potência, enquanto McCulloch e Pitts haviam demonstrado que pelo menos uma máquina formidável - o cérebro humano - poderia ser concebida como operando segundo os princípios da lógica e, portanto, como um computador poderoso. Foi em parte devido à análise de McCulloch que alguns dos aspectos mais importantes do sistema nervoso puderam ser mais bem compreendidos, pois ele patrocinou pesquisas sobre as propriedades altamente específicas de células nervosas individuais. Além disto, muito recentemente, cientistas da computação voltaram a recorrer diretamente a idéias a respeito da natureza das células nervosas e das conexões entre elas. Mas antes que essa analogia entre cérebro e computador gerasse uma modelação da mente em termos computacionais, algumas questões ainda precisavam ser exploradas e melhor compreendidas.

6.3 Inteligência Artificial

"Eu estou disposto até mesmo a dizer que dentro de poucos anos, se ainda existirem filósofos que não estejam familiarizados com alguns dos principais avanços da inteligência artificial, será justo acusá-los de incompetência profissional, e que ministrar cursos de filosofia da mente, epistemologia...sem discutir

⁸⁴ Von Neumann, citado em Bemstein, J. *Science Observed: Essays Out of the Mind*, Ed. Basic Books, Nova York 1982.

aspectos da inteligência artificial será tão irresponsável quanto dar um curso de física que não inclua a teoria quântica”⁸⁵.

No verão de 1956, um grupo de dez jovens acadêmicos com formação em matemática e lógica reuniu-se no campus do Dartmouth College em Hanover, New Hampshire. Seu propósito: discutir as possibilidades de se produzir programas computacionais que pudessem “se comportar” ou “pensar” de maneira inteligente. Como eles haviam declarado em sua solicitação de bolsa à Fundação Rockefeller:

“O estudo será conduzido com base na hipótese que todo aspecto da aprendizagem ou de qualquer outra faceta da inteligência pode em princípio ser descrito de forma tão precisa que se pode fazer com que uma máquina o simule.”⁸⁶

Des inúmeros estudiosos que freqüentaram partes do encontro de verão, quatro em particular viriam a desempenhar papéis cruciais no desenvolvimento de um novo campo denominado Inteligência Artificial. Em primeiro lugar, havia John McCarthy, então professor assistente de matemática em Dartmouth e mais tarde o fundador e primeiro diretor dos laboratórios de IA tanto do Massachusetts Institute of Technology (1957) como da Stanford University (1963). McCarthy foi o principal organizador do encontro e o cunhador (de acordo com a maioria dos relatos) do termo Inteligência Artificial. As outras três figuras proeminentes eram Marvin Minsky, então um Junior Fellow em matemática e neurologia em Harvard e mais tarde o diretor do Laboratório de Inteligência Artificial do MIT; e Herbert Simon e Allen Newell, então da Corporação Rand, de Santa Monica, e também do Carnegie Institute of Technology (agora Carnegie-Mellon University), de Pittsburgh, onde permanecem até hoje. O verão em Dartmouth deu a estes e a outros estudiosos a chance de trocar idéias e de acertar colaborações em trabalhos futuros. Várias autoridades durante os anos 1940 e 1950 havia expresso a crença de que os computadores deveriam ser capazes de realizar processos semelhantes ao pensamento humano e cabia à presente reunião submeter a teste estas promessas. Alex Bemstein, então um programador da International Business Machines da cidade de Nova York, falou sobre um programa de jogo de xadrez sobre o qual ele estava trabalhando. Arthur Samuel, também da IBM Corporation, discutiu um programa que jogava damas. Newell e Simon descreveram um programa que eles haviam criado para resolver teoremas de lógica. Nathan Rochester, da IBM de Poughkeepsie, descreveu um trabalho sobre programação de

⁸⁵ SLOMAN, A., *The Computer revolution in Philosophy, science and Models Of Mind*. Harvester Press, Hassocks, 1978.

⁸⁶ Mccorduck, P. *Machines Who Thinks*, Ed. W.H. Freeman, São Francisco, 1979.

um modelo de redes neurais, enquanto Marvin Minsky discutiu o uso dos computadores para provar teoremas euclidianos.

O encontro de Dartmouth não correspondeu às expectativas de todos: houve mais competição e menos intercâmbio entre os participantes do que os organizadores haviam desejado. Ainda assim, a reunião de verão é considerada crucial na história das ciências cognitivas em geral, e no campo da Inteligência Artificial em particular. A razão é, a meu ver, principalmente simbólica. A década anterior tinha visto todas as idéias brilhantes de uma geração mais velha - Norbert Wiener, John von Neumann, Warren McCulloch, Alan Turing - apontarem para o desenvolvimento de computadores eletrônicos que pudessem executar funções normalmente associadas com o cérebro humano. Este grupo veterano havia previsto os avanços, mas não sabia com certeza se teria a oportunidade de explorar a terra prometida.

Em Dartmouth, indivíduos de uma geração mais jovem, que haviam crescido em uma atmosfera semeada com estas idéias férteis, estavam agora dispostos (e em alguns casos, mais do que meramente dispostos) a criar as máquinas e a escrever os programas que pudessem fazer as coisas sobre as quais von Neumann e Wiener haviam especulado. Estes estudiosos mais jovens sentiam-se atraídos por noções poderosas (mesmo que ainda vagas e pouco entendidas): dados sendo processados por um programa e em seguida tornando-se parte do programa em si mesmo; o uso dos computadores para processar símbolos, e não simplesmente para “triturar números”; a propensão de novas linguagens para revelar potenciais insuspeitados do hardware da máquina; o papel dos computadores no teste das teorias científicas.

Talvez se tivesse sido conduzido isoladamente, o encontro não teria tido um impacto muito grande. Mas ele ocorreu poucas semanas antes do encontro no MIT, onde muitos dos mesmos participantes e figuras tão respeitadas de campos vizinhos como Noam Chomsky, da lingüística, e George Miller, da psicologia, apresentaram suas próprias idéias ao mundo emergente da ciência cognitiva. E finalmente, esta também foi uma época de publicações fundamentais - não só o “Logic Theorist”, de Simon e Newell, e o muito difundido “Steps toward Artificial Intelligence” (1963), de Marvin Minsky, como também importantes monografias de Bruner, Chomsky, Lévi-Strauss, Piaget e muitos outros estudiosos de inclinação cognitiva. Embora nenhum evento em particular possa pretender ter assinalado o “nascimento” de toda a ciência cognitiva, a oficina de trabalho em Dartmouth é o principal candidato dentro do campo da inteligência Artificial.

6.9.1 I.A. Forte X I.A. Fraco / Generalistas X Especialistas

Depois do encontro de Dartmouth, a Inteligência Artificial teve uma história curta mas tempestuosa. Parte da tempestade gira em torno de definições. Quase todas as autoridades concordam que a IA tenta produzir, em um computador, um padrão de output (saída de dados) que seria considerado inteligente se fosse exibido a seres humanos. A maioria das autoridades vêem o programa de computador como um teste de uma teoria específica de como um processo cognitivo talvez funcione. Mas a partir daí o consenso diminui. Algumas definições enfatizam a criação de programas; outras se concentram em linguagens de programação; outras abrangem o hardware mecânico e o componente conceitual humano, assim como o software. Alguns praticante querem simular os processos humanos de pensamento exatamente, enquanto outros se contentam com qualquer programa que leve a conseqüências inteligentes.

As autoridades também discordam quanto ao grau em que a metáfora do pensamento deve ser entendida literalmente. Alguns pesquisadores adotam o que passou a ser denominado de "visão fraca", onde a criação de programas "inteligentes" é simplesmente um meio de testar teorias sobre como os seres humanos talvez executem operações cognitivas. Outros, contudo, fazem afirmações muito mais vigorosas sobre seu campo. De acordo com a visão da "IA forte", como expressou o filósofo John Searle:

“O computador adequadamente programado realmente é uma mente, no sentido que se pode dizer literalmente que os computadores, munidos dos programas certos, compreendem e têm outros estados cognitivos. Na IA forte, como o computador programado tem estados cognitivos, os programas não são meramente ferramentas que nos habilitam a testar explicações psicológicas; pelo contrário, os programas são em si as explicações”.³⁷

Mas embora a tensão entre afirmações fortes e fracas seja um dos debates mais sérios, ela não é de maneira alguma o único debate. Como Robert Wilensky, (um importante pesquisador da I.A.) comentou recentemente, "A I.A. é um campo conhecido pela sua falta de consenso a respeito de questões fundamentais". De fato, em uma recente história concisa da Inteligência Artificial, Allen Newell conseguiu indicar nada menos do que três dúzias de questões que por vezes dividiam o campo.

³⁷ SEARLE, J. *Minds, Brains and Programs*. The Behavioral and Brain Sciences, 3:417-457, 1980.

Enquanto algumas delas são bastante técnicas, e outras de interesse apenas transitório, duas delas me parecem ser particularmente relevantes. A primeira é a tensão entre "generalistas" e "especialistas". Os generalistas acreditam em programas (ou famílias de programas) superabrangentes que possam ser aplicados a quase todo tipo de problema; os especialistas depositam sua fé em problemas que contêm muito conhecimento detalhado sobre um domínio específico, mas se mostram relativamente limitados em sua aplicabilidade. Uma segunda tensão diz respeito ao status científico do campo. Embora alguns dos fundadores estivessem dispostos a fazer fortes reivindicações de importância científica (e, na verdade, ver a IA como um substituto das investigações epistemológicas), analistas mais céticos se perguntam se a Inteligência Artificial merece mesmo ser considerada uma disciplina científica.

Do ponto de vista dos mais céticos, a IA é simplesmente uma forma de engenharia aplicada e até um truque apenas para chamar a atenção - sem nenhuma posição real como disciplina científica com base teórica. É certo que desafios céticos semelhantes foram dirigidos a outras das ciências cognitivas; mas talvez por causa da promessa dramática de uma "máquina pensante", as batalhas sobre o status científico da IA têm sido particularmente veementes.

6.10 Interação Homem Computador

Depois da exposição de um histórico da evolução da Computação e da Inteligência Artificial (que nos deu subsídios para identificarmos os valores e pensamentos expressos na materialidade do computador) inseridas num contexto das Ciências Cognitivas, volto agora para a questão da interação do homem com o computador. Sem perder de vista os conceitos até aqui colocados que fundamentam a construção do computador tendo como referência a mente humana, vamos analisar a área do conhecimento que trata do estudo de tal interação. Verificaremos como ela transita entre proposições generalistas e especialistas da I.A., mesmo quando na interação não está presente um sistema de inteligência artificial.

A IHC ("Interação Humano-Computador"), mesmo levando em conta aspectos subjetivos da relação homem-computador, busca objetivar esse processo criando modelos de homem, de máquina e da própria comunicação entre eles. Os conhecimentos gerados e os conceitos utilizados pela abordagem de IHC são geralmente aplicados em setores produtores de conhecimento (universidades e centros de pesquisa) como norteamento para a criação e avaliação de interações mediadas por computadores (longe portanto de uma busca por fruição estética e criatividade, no sentido de verdadeira inovação). Essas criações por sua vez não visam uma transgressão ou subversão do meio (como poderíamos esperar em obras artísticas) e sim aplicações bem definidas

dentro de um contexto comercial ou científico (que buscam na organização e/ou controle de informação uma certa aplicabilidade e produtividade).

Portanto, como estratégia metodológica para a configuração das distinções entre *membrane* e *Schnittstelle*, vou também utilizar como parâmetro comparativo os conceitos básicos da IHC que norteiam a atividade da produção de interações computadorizadas. Resumindo, eu vou abordar um sistema de conceitos que não possuem como objetivo experimentos de ordem artística. No entanto, será mais nítida a definição dos limites dos aspectos funcionais das mediações (que devem ser levados em conta pois toda interação exige um certo grau de usabilidade) e o tanto que um experimento artístico consegue se apropriar desses fatores funcionais para a criação de situações imprevisíveis e paradoxais.

Os conceitos que se seguem, portanto, devem ser entendidos como mais um momento de depuração da identificação da problemática da pesquisa. Desenvolverei, assim, uma malha de conceitos baseados nos estudos da IHC, passando pela Engenharia Cognitiva até chegar na Engenharia Semiótica. Nesse ponto, teremos subsídios para confeccionar mais focalizadamente a pergunta que será feita para aterir os diferentes graus de interação nos estudos de casos, demonstrando onde, quando e como os aspectos subjetivos e ideológicos se manifestam na criação de mediações computadorizadas. A figura do autor (ou *designer*) será então melhor delineada e nos será ainda possível apontar em que momento e como um autor pode confeccionar um pacto ficcional que seja passível de compactuação com o usuário.

A IHC tem por objetivo principal fornecer aos pesquisadores e desenvolvedores de sistemas de interações computadorizadas explicações e previsões para fenômenos de interação usuário-sistema e resultados práticos para o *design* das mesmas. Os estudos de IHC visam desenvolver modelos teóricos de desempenho e cognição humanos, bem como técnicas efetivas para avaliar a funcionalidade do sistema.

A IHC é uma área multidisciplinar, que envolve disciplinas como: Ciência da Computação; Psicologia Cognitiva; Psicologia Social e Organizacional; Ergonomia ou Fatores Humanos; Linguística; Inteligência Artificial; Filosofia, Sociologia e Antropologia; Engenharia e *Design*. Utiliza-se, portanto, de disciplinas de alguma maneira relacionadas às Ciências Cognitivas como suporte para o entendimento das relações entre homem e computador.

No contexto da IHC devemos considerar quatro elementos básicos: *o sistema, os usuários, os desenvolvedores e o ambiente de uso* (domínio de aplicação)⁸⁸. Estes elementos estão envolvidos em dois processos importantes: a *interação usuário-sistema* e o *desenvolvimento do sistema*. O

⁸⁸ ACM SIGCHI (1992) "Curricula for human-computer interaction". Technical report, ACM, NY, 1992. Disponível on-line em <http://www.acm.org/sigchi/>.

curriculum proposto para IHC identifica cinco enfoques para o estudo destes elementos e para a sua aplicação na otimização dos processos de desenvolvimento e de interação usuário-sistema.

Para cada um destes focos, diferentes disciplinas proporcionam os estudos teóricos que podem ser aplicados ao desenvolvimento. São eles:

- **design e desenvolvimento do hardware e software:** estudo de tecnologias de dispositivos de entrada e saída; e tecnologias de software, como ambientes gráficos e virtuais.
- **estudo da capacidade e limitação física e cognitiva dos usuários:** considera estudos de ergonomia para avaliar limites de esforço físico do usuário, e estudos de psicologia e ciência cognitiva sobre a capacidade humana de memorização, raciocínio e aprendizado.
- **instrumentação teórica e prática para o design e desenvolvimento de sistemas interativos:** envolve o conhecimento teórico a respeito dos fenômenos envolvidos; modelos para o processo de desenvolvimento que descrevam as etapas necessárias e como devem ser conduzidas; diretrizes, técnicas, linguagens, formalismos e ferramentas de apoio a estas etapas.
- **modelos de interfaces e do processo de interação usuário-sistema:** para desenvolver modelos abstratos do processo de interação compatíveis com as capacidades e limitações físicas e cognitivas dos usuários.
- **análise do domínio e de aspectos sociais e organizacionais:** para avaliar o impacto que o contexto onde está inserido o usuário exerce sobre seus conhecimentos, sua linguagem e suas necessidades.

Com esse esforço de formalização e objetivação dos fenômenos envolvidos na interação homem-computador, seria possível prever antecipadamente se o sistema a ser desenvolvido satisfaz as necessidades de **usabilidade**, **aplicabilidade** e **comunicabilidade** dos usuários:

6.10.1 Usabilidade

A usabilidade de um sistema é um conceito que se refere à qualidade funcional da interação de sistemas com os usuários e depende de vários aspectos. Alguns destes fatores são:

Facilidade de aprendizado do sistema: tempo e esforço necessários para que os usuários atinjam um determinado nível de desempenho;

Facilidade de uso: avalia o esforço físico e cognitivo do usuário durante o processo de interação, medindo o número de erros e de acertos cometidos durante a execução de uma determinada tarefa;

Satisfação do usuário: avalia se o usuário gosta e sente prazer em trabalhar com este sistema;

Flexibilidade: avalia a possibilidade de o usuário acrescentar e modificar as funções e o ambiente iniciais do sistema. Assim, este fator mede também a capacidade do usuário utilizar o sistema de maneira inteligente e criativa, realizando novas tarefas que não estavam previstas pelos desenvolvedores;

Produtividade: se o uso do sistema permite ao usuário ser mais produtivo do que seria se não o utilizasse.

O *designer* deveria, então, identificar quais destes fatores têm prioridade sobre quais outros, uma vez que dificilmente se consegue alcançar todos de forma equivalente. As decisões do projetista determinam a forma de interação entre usuários e sistemas. Frequentemente *designers* definem a **facilidade de uso** como sendo o aspecto de usabilidade prioritário e, por vezes, acabam desenvolvendo sistemas em que os usuários não cometem erros, mas também não têm muita opção de ação ou decisão. Adler e Winograd⁸⁹ chamam estes sistemas de sistemas anti-idiotas (*idiot-proof*) e advogam que novas tecnologias serão mais eficazes quando projetadas para aumentar, ao invés de substituir, as capacidades dos usuários. Assim, eles denominam *desafio de usabilidade* o projeto de novas tecnologias que buscam explorar ao máximo as capacidades do usuário na criação de ambientes que estimulem a sua criatividade.

Outros pesquisadores de IHC também têm ressaltado a importância de os sistemas computacionais **ampliarem** as capacidades do usuário. Norman, um dos mais influentes pesquisadores e um dos pioneiros na aplicação de psicologia e ciência cognitiva ao *design* de interfaces de usuário, recentemente tem enfatizado que a tecnologia deve ser projetada com o objetivo de ajudar as pessoas a serem mais espertas, eficientes e inteligentes⁹⁰.

6.10.2 Aplicabilidade

Fischer⁹¹, por sua vez, argumenta que além de usabilidade o *designer* deve buscar atingir também aplicabilidade, ou seja, a sua utilidade na resolução de problemas variados. Ele insiste no

⁸⁹ Adler, P. & Winograd, T. (eds., 1992) *Usability: Turning Technologies into Tools*. Oxford University Press. New York, NY.

⁹⁰ Norman, D. (1991) "Cognitive Artifacts". In Carroll (ed.) *Designing Interaction: Psychology at the Human-Computer interface*. pp. 17-38.

Norman, D. (1993) *Things that make us smart: defending human attributes in the age of the machine*. Reading, MA: Addison-Wesley.

⁹¹ Fischer, G. (1998) "Beyond 'Couch Potatoes': From Consumers to Designers" In

fato de que todo usuário é especialista em um domínio e uma aplicação de software deve servir à sua especialidade. Neste sentido ela deve funcionar como um instrumento para o usuário e não presumir que o usuário é quem deve atender às exigências de peculiaridades tecnológicas.

O que ao meu ver se mostra contraditório em relação à essa proposta de se ampliar as capacidades do usuário, são as premissas que fundamentam a produção dessas interfaces: antes de se “ampliar”, cria-se um modelo quase universal de usuário (no máximo categorizado de acordo com uma atividade geralmente relacionada à produção), dos seus processos mentais e do que é ser “inteligente” e “eficiente” (via Ciências Cognitivas). Com isso se predetermina a região de ampliação, o campo potencial de crescimento³².

Uma das premissas que me parece satisfatória, pelo menos enquanto intenção, é a da **flexibilidade**. Eu entendo, no entanto, que essa flexibilidade - enquanto característica que propiciaria uma criação, uma inovação - nada mais é que um sistema que possibilita variações pré-estabelecidas, também dentro de um campo pré-determinado de aplicação. Insisto ainda que a produção de interfaces abordadas pela IHC geralmente está inserida em um contexto de uma atividade produtiva específica (essas *interfaces* são aplicativos voltados para determinadas tarefas geralmente profissionais). Nessas condições, para proporcionar-se um remodelamento do sistema pelo usuário de maneira não pré-determinística a ponto de viabilizar inovações, “bastaria” o sistema possibilitar a interferência do usuário **diretamente** no código. Isso só é possível se existir um alto nível de domínio do código (da linguagem que estrutura o sistema) pelo usuário. Esse domínio implica no conhecimento do usuário em relação ao meio e efetivamente o torna ativo e criativo, muito mais até do que a ideia de comunicabilidade desenvolvida logo abaixo (a questão da interferência do usuário no código do meio será desenvolvida mais adiante no item “Co-autoria e Trabalho Colaborativo”).

6.10.3 Comunicabilidade

Para a IHC a comunicabilidade de um sistema seria a sua propriedade de transmitir ao usuário de forma eficaz e eficiente as intenções e princípios de interação que guiaram o seu *design*. O objetivo da comunicabilidade é permitir que o usuário, através da sua interação com a aplicação, seja capaz de compreender as premissas, intenções e decisões tomadas pelo projetista durante o processo de *design*. Segundo a IHC, quanto maior o conhecimento do usuário da lógica do

Proceedings of the 5th Asia Pacific Computer-Human Interaction Conference,
IEEE Computer Society, pp.2-9.

³² O conceito de potencial foi desenvolvido em “Virtual e Ciberespaço”.

designer embutida na aplicação, maiores suas chances de conseguir fazer um uso criativo, eficiente e produtivo da aplicação. Um exemplo de comunicabilidade é a *affordance* do sistema. *Affordance* é um termo que se refere às propriedades percebidas e reais de um artefato, em particular as propriedades fundamentais que determinam como este artefato pode ser utilizado⁹³. Segundo Norman, as *affordances* fornecem fortes pistas ou indicações quanto à operação de artefatos; e quando se tira proveito delas, o usuário sabe exatamente o que fazer só olhando para o artefato. Por exemplo, a *affordance* de um botão é que o pressionemos, de um interruptor, que o comutemos, e assim por diante. Fica claro, desta maneira, que o principal recurso para a se promover a *affordance* de um sistema é se utilizar de analogias com objetos conhecidos pelo usuário. Essa redução via representação de um objeto similar em um contexto que não é da sua natureza (no caso: a *interface* para se acionar um CD na tela do computador aparenta-se com um tocador de CD digital) num primeiro momento facilita a utilização da interface, mas também aliena o usuário em relação às reais operações que estão sendo processadas no computador, inviabilizando uma apropriação mais intensa e profunda do meio.

Portanto, embora eu considere imensos os resultados que a IHC se propõe a realizar através da sistematização de certas atividades produtivas, entendo que os ganhos são sempre relacionados à uma produtividade inserida dentro de um contexto de conhecimentos aplicados, práticos e que dificilmente apresentam inovações significativas rumo ao “desconhecido”. Esses parâmetros demonstram que o conceito de *membrane* se aplicam à atividades onde a planificação do usuário se faz desejada e necessária. Mas, ao meu ver, não podemos confundir produtividade com criatividade. Se realmente pretendemos utilizar o meio digital como ampliador das nossas capacidades cognitivas e desbravamento das bordas do desconhecido, verificando “o que há atrás do espelho”, deveríamos nos atentar para as limitações impostas por essa postura encontrada na produção de *membranes*. No entanto, todo esse conhecimento adquirido poderia ser utilizado pelo autor não com a intenção de apenas facilitar o uso da interface para o usuário e sim para ter mais recursos para construir o pacto ficcional e conduzir o usuário até o rompimento deste.

⁹³ Norman, D. (1988) *Psychology of Everyday Things*. BasicBooks. HarperCollins Publishers.

6.11 Bases Teóricas da IHC

6.11.1 A Engenharia Cognitiva

As abordagens dominantes que têm caracterizado IHC são as de base cognitiva. Elas têm raízes comuns com as áreas de Ciências Cognitivas e Inteligência Artificial que estudam a cognição, isto é, o processo pelo qual se pode adquirir conhecimento, e aplicam suas teorias na compreensão das capacidades e limitações da mente dos usuários. A estratégia das abordagens cognitivas para o apoio ao *design* de sistemas interativos consiste na elaboração de modelos cognitivos genéricos que permitam aos *designers* entender os processos cognitivos humanos usados na interação e realizar experimentos ou previsões com estes modelos. A idéia básica é que modelos cognitivos que descrevem os processos e estruturas mentais (recordação, interpretação, planejamento e aprendizado) podem indicar para pesquisadores e projetistas quais as propriedades que os modelos de interação devem ter de maneira que a interação possa ser desempenhada mais facilmente pelos usuários. Como estas abordagens adotam uma perspectiva centrada nos aspectos cognitivos do usuário, o *design* feito com base nelas é chamado de *design* de sistemas centrado no usuário (*User Centered System Design – UCSD*). Uma das teorias mais conhecidas de *design* centrado no usuário é a Engenharia Cognitiva. Norman⁹⁴ considera que o *designer* inicialmente cria o seu modelo mental do sistema, chamado modelo de *design*, com base nos modelos de usuário e tarefa. O modelo implementado deste modelo de *design* é a imagem do sistema. O usuário então interage com esta imagem do sistema e cria seu modelo mental da aplicação, chamado de modelo do usuário. Este modelo mental é que permite ao usuário formular suas intenções e objetivos em termos de comandos e funções do sistema (numa interface artística, seria nesse momento que se instala o pacto ficcional).

Assim, segundo a Engenharia Cognitiva a meta do *designer* está em desenvolver um sistema que permita ao usuário, durante o processo de interação, criar um modelo mental consistente com o modelo projetado pelo *designer*. Para que isto seja possível, Norman argumenta que o *designer* precisa entender o processo através do qual o usuário interage com a interface do sistema e propõe a teoria da ação.

A **teoria da ação** define que a interação usuário-sistema é desempenhada num ciclo-de-ação e dois “golfos” a serem atravessados. Um deles é o **golfo da execução** e envolve as etapas de

⁹⁴ Norman, D. (1988) *Psychology of Everyday Things*. BasicBooks. HarperCollins Publishers.

formulação da meta, especificação da seqüência de ações e atividade física de execução. O outro é o **golfo da avaliação** e deve ser atravessado pelas etapas de percepção, interpretação e avaliação da Meta.

O usuário utiliza o sistema com o objetivo de realizar uma determinada tarefa. Para isto, ele deve formular metas a serem alcançadas através da interação com as funções disponíveis no sistema. Em seguida, o usuário deve definir quais são as ações a serem executadas para que ele consiga atingir a sua meta. Note-se que, até este ponto, o usuário realizou a preparação mental para a execução da meta.

Resta-lhe concretizar o que foi mentalizado através de uma ação física. Estas três fases compreendem a travessia do golfo de execução, e não precisam ser necessariamente realizadas na seqüência descrita. Por exemplo: a especificação e o planejamento podem ser realizados intercaladamente ou pode-se começar a executar o comando sem que se tenha ainda especificado todas as ações por completo.

Assim que o sistema executa a ação definida pelo usuário inicia-se o golfo de avaliação. A primeira etapa da travessia deste golfo é a percepção do usuário do novo estado em que o sistema se encontra. O usuário então interpreta este novo estado e o avalia de acordo com a sua meta inicial. Com base nesta avaliação o usuário prossegue para definir sua próxima ação. É importante notar que, se o usuário não perceber que o sistema mudou de estado através de uma sinalização clara, ele possivelmente interpretará que nada ocorreu e que a sua meta inicial não foi atingida (é no Golfo de Avaliação que em interfaces artísticas pode se instalar a surpresa, a imprevisibilidade: quanto mais o sistema desvia do efeito desejado, mais intenso é o rompimento do pacto ficcional).

O *designer* pode ajudar o usuário a atravessar estes golfos diminuindo-os. Para isto ele deve definir quais são as ações e estruturas mais adequadas para comandar as funções do sistema, escolher os elementos de interface que melhor comunicam a informação desejada, optar por *feedbacks* significativos, dentre outras escolhas de *design*. Assim, quanto mais próxima da tarefa e das necessidades do usuário for a linguagem de interface oferecida pelo *designer*, menos esforço cognitivo o usuário terá que fazer para atingir seus objetivos.

Na Engenharia Cognitiva, o processo de *design* se inicia com o modelo mental que o *designer* cria do sistema. No entanto, a Engenharia Cognitiva focaliza centralmente a interação usuário-sistema, enfatizando o produto final do processo de *design*, o sistema, e o modo como o usuário o entende. A seguir, apresentamos a Engenharia Semiótica que complementa a Engenharia Cognitiva, à medida que focaliza centralmente o *designer* e o processo de *design*.

6.11.2 A Engenharia Semiótica

As abordagens semióticas têm como base teórica a semiótica, disciplina que estuda os signos, os sistemas semióticos e de comunicação, bem como os processos envolvidos na produção e interpretação de signos. Nestas abordagens toda aplicação computacional é concebida como um ato de comunicação que inclui o *designer* no papel de emissor de uma mensagem para os usuários dos sistemas por ele criados.

Para que a comunicação entre duas pessoas aconteça, é preciso que o emissor da mensagem a expresse em um código que tanto ele, quanto o receptor conheçam. Cada mensagem pode ser formada por um ou mais signos. Assim que o receptor recebe a mensagem, ele gera uma idéia daquilo que o emissor quis dizer e inicia o seu processo de compreensão. Esta idéia que ele gera é chamada de interpretante, e pode, ele mesmo, gerar novos interpretantes na mente do receptor, numa cadeia indefinida de associações. A este processo se dá o nome de semiose ilimitada e ele acontece até que ou o receptor acredite que ele tenha uma boa hipótese do que o emissor quis dizer, ou ele conclua que não é capaz de, ou não está disposto a, criar tal hipótese. Neste caso, ele pode ou não dar continuidade ao processo de comunicação, passando então para o papel de emissor.

Na Engenharia Semiótica em particular, a *interface* de um sistema é vista como sendo uma mensagem sendo enviada pelo *designer* ao usuário. Esta mensagem tem como objetivo comunicar ao usuário a resposta a duas perguntas fundamentais: (1) Qual a interpretação do *designer* sobre o(s) problema(s) do usuário?, e (2) Como o usuário pode interagir com a aplicação para resolver este(s) problema(s)? O usuário concebe a resposta a estas perguntas à medida que interage com a aplicação. Assim, esta mensagem é unilateral, uma vez que o usuário recebe a mensagem concluída e não pode dar continuidade ao processo de comunicação naquele mesmo contexto de interação. Além disso, como esta mensagem (a interface) é ela mesma capaz de trocar mensagens com o usuário, ela é um artefato de comunicação sobre comunicação, ou meta-comunicação.

Primeiramente, então, cabe notar que a interação usuário-sistema é parte da meta-mensagem do *designer* para o usuário, uma vez que é a partir desta **meta-mensagem** que o usuário aprenderá a interagir com o sistema. Além disso, para que a comunicação entre o *designer* e o usuário tenha sucesso, o modelo conceitual da aplicação pretendido pelo *designer* e o modelo da aplicação percebido pelo usuário, embora diferentes, devem ser consistentes entre si.

6.11.3 Engenharia Semiótica x Engenharia Cognitiva

Tanto a Engenharia Semiótica quanto a Engenharia Cognitiva vêem o processo de *design* se iniciando com o *designer* que cria o seu modelo mental da aplicação, e com base neste, implementa a própria aplicação. O usuário interage com esta aplicação e através dela cria o seu próprio modelo mental da aplicação. A criação da aplicação pelo *designer* e a interação do usuário são **assíncronas**, ou seja, se dão em diferentes momentos no tempo.

A Engenharia Cognitiva se concentra na segunda etapa deste processo de *design*, ou seja, na interação usuário-sistema, deixando a etapa *designer*-sistema em segundo plano. Assim, ela enfatiza o produto deste processo, que é o sistema, e a interpretação do usuário deste produto. Em outras palavras, a Engenharia Cognitiva dá subsídios para se definir a meta ideal do processo de *design*, um produto cognitivamente adequado para a população de usuários.

A Engenharia Semiótica por sua vez, junta estas duas etapas ao transferir seu ponto de vista para um nível mais abstrato, no qual o *designer* envia ao usuário uma meta-mensagem. Desta forma, a Engenharia Semiótica dá um *zoom-out* no processo de *design* e inclui a Engenharia Cognitiva. Assim, todos os resultados obtidos na Engenharia Cognitiva continuam sendo válidas na Engenharia Semiótica. No entanto, a interação usuário-sistema deixa de ser o foco da Engenharia Semiótica, dando lugar para a expressão do *designer* e o processo de *design* como um todo. Em outras palavras, a Engenharia Semiótica dá subsídios para se definir o plano de *design*, um processo semioticamente coeso e consistente.

A consequência de a Engenharia Cognitiva focalizar na interação usuário-sistema é que ela dá margem para que se passe a idéia de que existe uma solução ideal para o problema do usuário. Quando isto acontece, o *designer* não deixa claro para o usuário que a solução sendo oferecida é uma dentre várias e que esta solução é determinada por suas (do *designer*) interpretações e decisões de *design*. O usuário por sua vez não percebe que a aplicação é a criação de uma outra pessoa e que pode conter interpretações não ideais, ou até mesmo errôneas, e muitas vezes trata a aplicação como se ela fosse intalível ou, ao contrário, como se ela é que estivesse enganada sobre o domínio ou o usuário, e não o *designer* que a concebeu.

Ac trazer o *designer* para dentro do foco, a Engenharia Semiótica procura evidenciar a sua presença, procurando assim, permitir ao usuário entender que todo sistema é uma solução potencial de um *designer* (ou de uma equipe de *design*). Assim, o usuário, ao ter problemas de interação com a aplicação, pode tentar entender o que o *designer* pretendia, e acertar o seu modelo mental da aplicação, aproximando-o cada vez mais daquele do *designer*. Fazendo isto, o usuário é capaz de alcançar um melhor entendimento das motivações e decisões tomadas pelo *designer*, e assim usar a aplicação de forma mais **eficiente**.

6.12 Co-autoria e Produção Colaborativa

Como coloquei na Introdução, a criação mediada por computador se sujeita à seguinte questão: Quando se cria estamos apenas escolhendo uma opção previamente estabelecida ou estamos gerando novas opções?

Como foi tratado no capítulo "Virtual e Ciberespaço", existe uma grande diferença entre potencial e virtual. O potencial estaria na ordem de seleção e o virtual na ordem de criação. Portanto, para se legitimar um processo criativo, não basta termos opções previamente estabelecidas. Mesmo que o universo de opções a serem tomadas nos pareça tender ao infinito, esse universo, num meio computacional/matemático sempre será finito, nunca dando conta da totalidade de eventos que qualquer fenômeno ou atividade criativa possui fora do meio computacional (essa questão será esclarecida quando eu tratar do "Teorema de Gödel")

A rigor, portanto, nada se cria e sim tudo se seleciona quando "estamos" num meio computacional. O que podemos amenizar nesse processo determinístico é a ampliação do leque de escolhas e das inferências associativas que podem nascer a partir delas. Essa ampliação é propiciada pelo conhecimento dessa limitação, isto é: cientes dessa qualidade do meio, se quisermos ser atuantes, devemos ser capazes de interferir no código (algoritmo), alterando as regras do jogo impostas pelo autor da interface. Só assim, ao meu ver, estaríamos agindo como co-autores, entendendo nesse caso, autor não como sendo aquele que possui total liberdade de escolha e sim aquele que potencializa as opções (via programação) para depois poder realizá-las no momento da escolha.

Quando nos submetemos a um sistema onde não "criamos" nossas próprias opções, estamos, no máximo, agindo como colaboradores. Essa colaboração será mais intensa quando a qualidade dos inputs (entrada de dados) for mais aberta possível (ver "Fator Onda" em "Estudos de Casos").

No caso de uma mediação que tende para o modelo *membrane*, o agravante se dá pelo fato que as escolhas estão sendo camufladas sob a imagem de liberdade de escolha pois, ao facilitar sua interação com a máquina, essa mediação entorpece o usuário com a ilusão de que produtividade facilitada equivale à criação viabilizada.

No caso da mediação que tende para modelo *Schnittstelle*, embora as opções também estejam pré-determinadas, elas conotariam essa limitação ao mesmo tempo que qualificam essas escolhas de maneira a sensibilizar o usuário frente à paradigmas atualizados da condição humana hoje (pós-auditáctil e pós-hipertrofia visual). Esses paradigmas seriam apresentados no momento do rompimento do pacto ficcional, por conta da simultaneidade paradoxal que se mostra na sincronização da justaposição entre fenômenos artificiais e naturais (computador e homem).

7 Consciência

Não me parece prudente, com o conhecimento de que dispomos, tentar uma definição precisa de consciência, mas podemos recorrer, em boa parte, às nossas impressões subjetivas e ao bom senso intuitivo sobre o significado da palavra e quando essa propriedade da consciência costuma estar presente.

Sei mais ou menos quando estou consciente e suponho que as demais pessoas sintam alguma coisa correspondente ao que experimento. Ser consciente parece-me ser consciente de algo, talvez uma sensação como dor ou calor, uma paisagem cheia de cores ou um som musical; ou talvez eu esteja consciente de um sentimento como espanto, desespero ou felicidade; ou posso ter consciência da lembrança de uma experiência passada, de entender o que alguém está dizendo ou de uma nova ideia que tive; ou posso ter a intenção consciente de falar ou agir de alguma outra maneira, como levantar-me da cadeira. Ou posso ter consciência dessas intenções, do meu sentimento de dor, de minha recordação ou de meu entendimento. Posso estar dormindo e ainda assim ter uma certa consciência, desde que esteja sonhando; ou, talvez, ao começar despertar, tenha consciência de influenciar a direção desse sonho. Estou pronto a acreditar que a consciência é questão de grau, não simplesmente alguma coisa que existe ou não existe.

O processo que se desenvolve para se gerar essa sensação de consciência é modelado em grande parte pelas ciências que de alguma maneira se dispõem a analisar os fenômenos da mente. Dentre elas, tendo a ter uma abordagem semiótica, analisando o processo cognitivo sob o viés do processo de significação de uma mente interpretante. No entanto, isso não dá conta (e nem se propõe a realizar tal empreendimento) de nos fornecer um conceito de consciência e nem tão pouco de nos dar provas da presença ou não de uma consciência. Isso posto, coloco uma questão inicial que podemos fazer ao se tratar do tema consciência: “A consciência em algum objeto

revelaria sempre sua presença?”. Essa pergunta revela a questão do fator ativo da consciência e embora simplista, indica um recurso similar utilizado pela I.A. forte na verificação da existência ou não de inteligência: o fator operacional. Será que podemos alegar que algo que parece consciente, desempenhando um papel ativo operacionalmente, seria realmente consciente? Tanto discordo como acho perigoso utilizar esse critério da verificação operacional para se determinar se algo é consciente ou não. Isso poderia gerar situações extremas onde poderíamos não identificar a consciência e mesmo assim ela estar presente. Na verdade, isso já aconteceu e de forma terrível quando, em 1940, a droga *curare* foi utilizada como anestésico nas operações em crianças pequenas: a droga não deixava a criança inconsciente e sim paralisava a ação dos nervos motores sobre os músculos. Desse modo, as crianças podiam sentir todo o sofrimento experimentado pela cirurgia sem poderem se manifestar.

Se esse critério não for suficiente para determinar a presença da consciência, qual seria então? Questiono na verdade, qualquer possibilidade de verificação externa e objetiva sobre a presença ou não de uma consciência (entendida da maneira como foi colocada no início desse capítulo). Essa impossibilidade em objetivar a consciência reside no fato de não podermos “medir” essa consciência. Isso seria similar ao que foi apresentado no “Princípio da Incerteza” e, talvez forçando até uma analogia poderíamos dizer: Nunca saberemos qual é o real estado da consciência quando esta não está sendo observada.

7.1 Mente Algorítmica

Podemos também estender o ponto de vista da impossibilidade da medição e posterior simulação para aquilo que se entende por “inteligência”. Afinal de contas, é da inteligência que se ocupam os interessados em I.A. e não da discussão talvez mais nebulosa sobre “consciência”. Alan Turing (1950), não falou, pelo menos diretamente, de “consciência” mas de “pensamento”, e a palavra “inteligência” estava na temática de seus estudos. No entanto, na minha maneira de ver, a questão da inteligência é subsidiária à da consciência. Não acredito que a verdadeira inteligência pudesse estar presente sem fazer-se acompanhar da consciência (Por outro lado, se os pesquisadores da I.A. vierem, por fim, a simular inteligência sem consciência, então se poderia considerar insatisfatória a definição de “inteligência” que não incluísse a inteligência simulada e inconsciente).

Quando afirmo que a verdadeira inteligência exige consciência, estou sugerindo implicitamente (pois não acredito na pretensão da I.A. forte de que a simples realização de um

algoritmo provocaria a consciência) que a inteligência não pode ser adequadamente simulada por meios algorítmicos, isto é, por um computador.

A idéia a que aludimos acima, implicaria numa programação de um sistema para que ele se auto-perceba. Isso parece relacionar-se com um ponto de vista sobre a consciência que ouvimos com freqüência, ou seja, que um sistema teria "consciência" de alguma coisa se tivesse um modelo dessa coisa dentro de si e que se tornaria "autoconsciente" se tivesse um modelo de si mesmo dentro de si. Mas um programa de computador que tem em si (digamos, como uma sub-rotina) uma descrição de outro programa de computador não dá ao primeiro programa uma consciência do segundo; nem um aspecto auto-referencial de um programa de computador lhe dá autoconsciência. Apesar das alegações freqüentemente feitas, as questões reais relacionadas com a consciência e autoconsciência não estão, na minha opinião, sendo tocadas pelas considerações desse tipo .

Um agravante sobre a nossa percepção da (própria)consciência é que nem todas as atividades realizadas pelo nosso cérebro são acompanhadas de consciência (e, em particular, a ação cerebelar não parece ser consciente). O que podemos fazer com o pensamento consciente que não pode ser realizado inconscientemente? O problema é ainda mais difícil pelo fato de que tudo o que fazemos parece originalmente exigir consciência, sendo passível de ser aprendido e mais tarde feito inconscientemente (talvez pelo cerebelo). De alguma forma a consciência é necessária para situações nas quais temos de formar novos julgamentos e as regras ainda não foram estabelecidas antecipadamente (algo que parecemos ou deveríamos estar sempre realizando quando conscientes: atravessar estágios da significação que culminam com a generalização, passando pela percepção, comparação com o repertório adquirido; enfim: Primeridade, Segundidade e Terceridade peircianos). No entanto, é difícil sermos muito precisos sobre as distinções entre os tipos de atividade mental que parecem exigir consciência e os que não exigem. Talvez, como os partidários da I.A. forte (e outros) sustentariam que a "formação de novos julgamentos" seria, mais uma vez, a aplicação de alguma regras algorítmicas bem definidas, mas obscuras de "alto nível", de cujo funcionamento não temos consciência. Mas esses julgamentos são, em si mesmos, manifestações da ação da consciência. Sustento, portanto, que, embora as ações inconscientes (medidas de controle de atividades automáticas) do cérebro possam obedecer a processos algorítmicos (algo como regras sedimentadas até o nível mecânico-automático), a ação da consciência é muito diferente e se processa, creio eu, de maneira não descrita por algoritmo algum. No entanto, pessoas que trabalham com I.A. afirmam que tão logo podemos compreender conscientemente uma linha de pensamento, podemos ver como fazer um computador repeti-la.

Meu raciocínio tem sido que os processos inconscientes regulatórios bem poderiam ser algorítmicos, mas num nível muito complicado e monstruosamente difícil de descomplicar em

detalhe. O pensamento plenamente consciente, capaz de ser racionalizado como alguma coisa totalmente lógica, pode (com frequência) ser formalizado como algo algorítmico, mas isso em nível totalmente diferente, sem levar em conta pensamentos demasiadamente complexos e cargas afetivas atreladas a eles.

Não estamos agora tratando do funcionamento interno (disparo de neurônios, etc.), mas de manipulação de pensamentos inteiros. Por vezes essa manipulação tem caráter algorítmico (como acontece com a lógica antiga: os silogismos gregos formalizados por Aristóteles ou a lógica simbólica do matemático George Boole); mas por vezes não tem (como acontece com o teorema de Gödel que será apresentado logo adiante). A formação de julgamento e generalizações, que afirmo ser a marca da consciência, é, em si mesma, alguma coisa que os partidários da IA não saberiam como programar num computador.

Peio menos na matemática, a contemplação consciente permite por vezes verificar a verdade de um enunciado de maneira impossível a qualquer algoritmo (talvez pela incapacidade destes em lidar com situações paradoxais). Na verdade, os algoritmos em si mesmos nunca verificam uma verdade. Seria tão fácil fazer um algoritmo produzir apenas falsidades, quanto fazê-lo produzir verdades. Precisamos de intuições externas à mecanismos automáticos para decidir a validade ou não de um algoritmo.

Se pudermos ver que o papel da consciência é não-algorítmico ao formar juízos matemáticos, onde o cálculo e a prova rigorosa constituem fator tão importante, então certamente podemos ser persuadidos de que esse elemento não-algorítmico poderia ser crucial também para o papel da consciência, em circunstâncias (não matemáticas) mais gerais. Para tanto vou apresentar o Teorema de Gödel que, na minha opinião, dá conta de demonstrar que um julgamento entre verdadeiro e falso não pode ser realizado por um computador.

7.2 Teorema de Gödel

Kurt Gödel frequentou a Universidade de Viena, começando como um estudante universitário em 1923. Conseguiu o seu doutorado em matemática em 1930. Nessa época, Viena era um lugar culturalmente excitante para estar por esses anos pois havia uma grande produtividade na arte (música dodecafônica, arquitetura moderna e pintura abstrata), na psicanálise (Sigmund Freud), tendo figuras importantes (como Arnold Schonberg, Adolf Loos e Oskar Kokoschka) ativas em Viena.

Foi nesse ambiente que Kurt Gödel, com 24 anos naquele verão de 1930, provou matematicamente o seguinte princípio: A matemática é uma entidade "em aberto". Nunca poderá

haver um "final", um sistema matemático completo, por melhor que seja esse: Todo sistema axiomático na matemática cairá em problemas que não poderão ser resolvidos.

As implicações dessa proposição são devastadoras. Os pensadores da Era Mecânica costumavam considerar o universo como uma vasta máquina pré-programada. Era misticamente dito que logo os cientistas iriam descobrir todas as regras, todos os "programas" contidos nessa máquina (esse pensamento é compartilhado pela I.A. forte quando diz que a inteligência pode ser formulada em termos computacionais). Com o seu teorema, Gödel veio demonstrar matematicamente que é impossível conter matematicamente a totalidade da realidade.

Para que entendamos o contexto em que Gödel se encontrava, podemos dizer que ele, por ocasião da publicação do seu teorema, Gödel sofria as seguintes influências:

- Wittgenstein havia publicado recentemente seu "Tractatus Logico-philosophicus".
- O Positivismo Lógico havia sido criado e desenvolvido por um grupo de filósofos e matemáticos conhecidos como o "Círculo de Viena".

O principal professor de Gödel por ocasião do seu doutorado foi Hans Hahn, que era um importante membro desse grupo (os outros eram: Moritz Schlick, Philipp Frank, e Rudolf Carnap), que se reunia em uma sala próxima ao departamento de matemática onde Gödel estudava. Assim, Gödel pode participar regularmente desse círculo.

A crença principal do positivismo lógico foi resumido no manifesto de Rudolf Carnap: "Nós não temos respostas para as questões filosóficas e na verdade rejeitamos todas elas, sejam da Metafísica, da Ética ou Epistemologia". A ideia era que todas as declarações abstratas da filosofia, como: "O Todo é Um", são desprovidas de significado. Nem verdadeira e nem falsa: simplesmente sem conteúdo. Esta posição era baseada no "Princípio da Verificabilidade", o qual dizia que tudo que não fosse passível de uma verificação científica (como as declarações metafísicas: "O absoluto está acima do tempo"), via lógica matemática, seria considerado sem significado.

Este aspecto destrutivo do positivismo lógico foi grandemente influenciado pelo celebrado tratado de Wittgenstein. Neste breve e aforístico livro podemos encontrar a solução para os problemas tradicionais da filosofia: "Sobre o que nós não podemos falar, devemos passá-lo adiante em silêncio."⁹⁵

No entanto, devo ressaltar que Wittgenstein, embora amigo dos membros do Círculo de Viena, nunca foi um positivista lógico. Pelo contrário, ele até parecia um místico zen algumas vezes. Ele elegantemente descreve sua posição no Tractatus:

⁹⁵ RUCKER, *Reality, Infinity and The Mind*. Ed. Birkhäuser, Boston, 1982.

"Nós achamos que mesmo quando todas as possíveis questões científicas forem respondidas, a problemática da vida continuará intocada. Com certeza, não haverá mais nenhuma pergunta, e esta será a resposta. A solução da problemática da vida é vista no desaparecimento da problemática".⁹⁶

O aspecto construtivo do positivismo lógico foi um programa de unificação de todas as ciências, usando a linguagem da lógica simbólica. A inspiração veio através do *Principia Mathematica* de Whitehead e Russell (ver "Principia Mathematica" no cap. Ciências Cognitivas"). Neste livro monumental, foi apresentado como todos os conceitos e fatos matemáticos podem ser derivados de algumas regras bem simples do raciocínio lógico. Os positivistas lógicos pretendiam ainda englobar outras ciências (incluindo a física e a psicologia) dentro de rigorosos fundamentos lógicos.

A principal tarefa de Whitehead e Russell foi construir uma precisa definição matemática do que significa quando dizemos que uma proposição deriva logicamente de uma outra proposição. Com esta definição nas mãos, o matemático formalista David Hilbert disse que a matemática seria apenas uma questão de se escolher os axiomas corretos e o exame das conseqüências lógicas desses axiomas. Os positivistas esperavam poder estender essa abordagem para todas as ciências e até para todo o pensamento humano.

Proponho, no próximo capítulo, uma alegoria⁹⁷ para que entendamos o que significaria se o objetivo do positivismo lógico, atrelado ao desenvolvimento do computador, viesse a ser realizado. Os fatos narrados a seguir são hipotéticos, mas ao meu ver, conseguem ilustrar bem as implicações para a matemática, para as artes e ciências em geral se um sistema lógico-matemático conseguisse dar conta de toda a realidade, simulando-a integralmente.

7.2.1 A Máquina das Verdades Universais

Um sistema axiomático completo para a matemática foi elaborado por volta de 1950. O sistema foi chamado de VM (Verdade Matemática). Com esse sistema era possível determinar se qualquer proposição matemática era falsa ou verdadeira. Dessa maneira, o VM (em concordância com as regras de Whitehead-Russell-Hilbert) capturou a totalidade da matemática.

A existência da teoria da VM não afetou o papel dos matemáticos que continuaram a usar seus intelectos para criar, combinar e verificar vários axiomas que por sua vez fundamentavam novas teorias matemáticas. Mas no ano 2000, os computadores se tornaram poderosos o suficiente para dar conta dessa tarefa. Em dez anos um sistema em rede de processadores tornou os

⁹⁶ RUCKER, Rudy. *Infinity and The Mind*. Ed. Birkhausen, Boston, 1982.

⁹⁷ Idem

matemáticos totalmente obsoletos. O sistema foi chamado de MVM (Máquina de Verdades Matemáticas).

O funcionamento do MVM se dava pela programação da máquina com os axiomas básicos do completo sistema VM. Quando se realizava uma entrada de dados, no caso um ou mais axiomas, a máquina calculava todas as conseqüências (possíveis teoremas) de tais axiomas: inicialmente confeccionando teoremas com prova que se realizava com um nível de cálculo, depois com dois níveis, depois três níveis até atingir as provas com a casa de milhões e milhões de níveis. Enfim: a partir do estudo de um caso, a máquina criava possíveis generalizações que dariam conta de certa gama de eventos matemáticos.

Na medida em que a MVM realizava os teoremas, estes eram adicionados à uma lista de sistemas gerais (com outros teoremas de diversos níveis de cálculo). Se você quisesse obter a resposta de algum problema matemático (por exemplo: "qual é a solução desta equação diferencial?" ou "Qual é o percurso mais curto entre estas duas cidades?") era só formalizar sua questão de maneira matemática e introduzi-la no sistema MVM. Este realizaria uma busca no seu banco de dados, testando se sua pergunta se enquadraria em algum teorema já formulado. Caso contrário, o sistema calcularia o teorema geral que responderia à sua questão.

Depois de algum tempo, não houve mais razão para a existência de matemáticos, pois o sistema MVM dava conta de realizar todas as possíveis combinações entre teoremas, acrescentando sempre novas dimensões nas proposições matemáticas. Essa produção foi tão intensa e complexa que não houve possibilidade nem de nos atualizarmos sobre todo o conhecimento ali contido.

Tudo corria bem com todos, com exceção dos matemáticos. Houve então uma revolta entre eles: resolveram criar o que chamaram de "matemática surreal" baseada em teoremas cujas suposições eram falsas e inconsistentes. Mas não levou mais que algumas horas para o sistema MVM ser atualizado em relação a essas novas proposições, gerando rapidamente os mais interessantes e completos teoremas surreais. Dessa maneira, o MVM englobava todas as possibilidades matemáticas, construindo um banco de dados imenso e humanamente inatingível. Era só você alimentá-lo com alguns axiomas que ele lhe apresentaria uma lista enorme de teoremas resultantes.

Os físicos foram os próximos a seguirem os passos desafortunados dos matemáticos: em 2015 um estudante de graduação de física conseguiu a unificação final da Relatividade Geral com a Mecânica Quântica. Uma lista com apenas vinte e cinco axiomas resumia todas as leis da natureza. Esta teoria, chamada de VF (A Verdade da Física) foi programada em um computador conectado ao computador do sistema MVM. O novo sistema, chamado de MVF (Máquina de Verdades Físicas) examinou as conseqüências da VF em sua totalidade.

Logo foi produzido uma explicação para a massa do elétron, a idade exata do Universo foi calculada e muitos métodos seguros de fusão nuclear foram descobertos. Uma massa crítica de conhecimentos havia sido alcançada pela MVM e MVF. Nos anos seguintes, teorias completas foram alcançadas pela biologia, psicologia e sociologia.

Logo em seguida, um sistema interligando computadores planetariamente combinou todas essas teorias completas em suas disciplinas, produzindo a MVC (Máquina de Verdades Científicas). Qualquer questão científica era melhor respondida quando a MVC era consultada (se a MVC já não tivesse trabalhado sobre a questão, ela o faria em breve). Nenhum cientista poderia saber tanto quanto a MVC. Assim, o trabalho científico independente era inútil (durante a Renascença, havia certo grupo de matemáticos italianos que sobreviviam calculando raízes cúbicas. imagine qual seria a tragédia para suas vidas se subitamente surgisse entre eles uma calculadora de bolso! Este foi o impacto causado no meio científico por ocasião da criação da MVC). Toda a necessidade de intuição e criatividade científicas havia sido substituída por um trabalho totalmente maquinal.

O último passo foi dado repentinamente, no ano 2060. Um cientista argentino, com a ajuda da MVC, formulou uma teoria final para a Estética. As leis imutáveis que determinavam a beleza nas artes foram incorporadas num sistema axiomático chamado VA (Verdade Artística). Clandestinamente, uma MVA (Máquina para Verdades Artísticas) foi construída. Ela começou a produzir obras magníficas que expressavam a condição humana no mundo. Sob os protestos dos artistas, o governo uniu a MVA com a MVC para formar a MVU (Máquina de Verdades Universais)

Não havia mais necessidade de se fazer coisa alguma. Qualquer coisa que alguém desejasse saber, fazer ou dizer, cedo ou tarde, seria feito melhor pela MVU. Atos terroristas contra a MVU era impossível, pois a MVU possuía uma teoria final sobre o comportamento humano, podendo prever e prevenir qualquer ataque. A única coisa que restou para a humanidade foi o esporte. Assim, um terminal da MVU foi instalado em cada lar e o mundo, decadentemente, assistia a um tubo de imagens.

Em 1930 Kurt Gödel provou matematicamente que nunca poderá existir uma MVU (Máquina de Verdades Universais). Nem mesmo uma MVM (Máquina de Verdades Matemáticas) poderia ser concebida. Não existe possibilidade alguma de existir um sistema de VM (Verdades Matemáticas) que testasse axiomas ou produzisse teoremas que conduzisse à verdades matemáticas. Qualquer sistema de conhecimento sobre o mundo está fadado, e deve permanecer assim, a ser fundamentalmente incompleto e eternamente sujeito à revisões pois, toda vez que tentarmos capturar e reduzir fenômenos de forma discretizante e finita o universo reagirá... A realidade seria,

num nível mais profundo, essencialmente infinita. Nenhuma máquina programável poderia exaurir a riqueza do mundo mental e físico que habitamos.

A prova do Teorema de Gödel é muito simples em termos conceituais (mas a total compreensão dele só pode ser feita através da apreciação direta da sua formalização matemática). O que vou transcrever é uma redução alegórica dele, dando continuidade à primeira alegoria:

- 1- Alguém apresenta Gödel para uma MVU, a máquina que supostamente seria capaz de formular verdades universais, respondendo corretamente a qualquer pergunta.
- 2- Gödel prepara-se para realizar a pergunta aos circuitos da máquina e seu programa (o programa pode ser complexo, mas só pode ser finito como demonstrou Turing em sua "Máquina de Turing"). Chamemos o programa da MVU de P-MVU.
- 3- Sorrindo um pouco, Gödel escreve a seguinte sentença: "A máquina, construída baseada no programa P-MVU, nunca dirá que esta sentença é verdadeira". Chamemos essa sentença de G (de Gödel). Portanto, G é equivalente à: "MVU nunca dirá que G é verdadeiro."
- 4- Agora, gargalhando⁹⁸ ele pergunta à MVU se G é verdadeiro ou não, através da pergunta: "G é verdadeiro ou falso?"
- 5- Se a MVU disser que G é verdadeiro, então "MVU nunca dirá que G é verdadeiro." é falso. Se "MVU nunca dirá que G é verdadeiro." é falso, então G é falso (pois G: "MVU nunca dirá que G é verdadeiro."). Se MVU diz que G é verdadeiro, então G na verdade é falso, e a MVU realizou uma declaração falsa. Portanto, a MVU nunca dirá que G é verdadeiro, pois MVU somente realiza declarações verdadeiras.
- 6- Nós estabelecemos que a MVU nunca dirá que G é verdadeiro. Então "MVU nunca dirá que G é verdadeiro." é de fato uma sentença verdadeira. Então G é verdadeiro (pois G: "MVU nunca dirá que G é verdadeiro.")
- 7- "Eu sei de uma verdade que a MVU nunca poderá alcançar", diz Gödel. "Eu sei que G é verdadeiro e portanto a MVU não é verdadeiramente universal".

⁹⁸ Gödel era famoso por suas risadas escandalosas!

Com sua genialidade, Gödel foi capaz de “traduzir” a situação narrada acima em termos de uma complicada equação polinomial cuja única solução verdadeira aconteceria se e somente se G fosse verdadeiro. Portanto, G não era apenas uma vaga sentença ou uma sentença não-matemática (como a descrita na narrativa acima). G era um problema matemático específico cuja solução nós sabemos, mesmo quando a MVU não a sabe. Assim, a MVU não pode incorporar uma verdade final numa teoria matemática última.

O paradoxo mostrado nesse teorema diz que um matemático sempre encontrará (ao usar qualquer algoritmo suficientemente extenso que pudesse usar para estabelecer seu critério para a verdade matemática) proposições matemáticas para as quais seu algoritmo não pode dar uma resposta. Se o funcionamento da mente do matemático fosse totalmente algorítmico, então o algoritmo (ou sistema formal) por ele realmente usado para formar seus julgamentos seria incapaz de se ocupar da proposição “ G ” construída a partir do seu algoritmo pessoal. Não obstante, podemos (em princípio) que “ G ” é verdadeiro! Isso parece colocá-lo ante uma contradição, já que o algoritmo também deveria ser capaz de ver isso. Talvez tal situação mostre que o matemático não estava usando um algoritmo. Mas para certificar-nos da verdade de “ G ”, precisaríamos saber qual é realmente o algoritmo do matemático e também estar convencidos de sua validade como meio de chegar à verdade matemática. Como os partidários da IA forte se apressariam a observar, se o matemático estiver usando um algoritmo muito complicado dentro de sua cabeça, não teríamos possibilidade de saber qual é; portanto, não poderíamos formular a proposição de Gödel e, muito menos, convencer-nos de sua validade. Essa objeção é levantada com frequência contra certas alegações como a que estou fazendo aqui, de que o teorema de Gödel mostra que os julgamentos matemáticos humanos são não-algorítmicos.

Essa objeção, porém, não me parece convincente. Vamos supor, por um momento, que as maneiras pelas quais esses matemáticos humanos formam seus julgamentos conscientes da verdade matemática são realmente algorítmicos. Devemos examinar primeiro a possibilidade de que diferentes matemáticos usem algoritmos não-equivalentes para decidir a verdade. Mas uma das mais notáveis características da matemática (talvez a única entre as disciplinas) é que a verdade de proposições pode realmente ser estabelecida pela argumentação abstrata! Um argumento matemático que convença um matemático - desde que não contenha erro - convencerá outro, tão logo o argumento tenha sido compreendido. Isso também se aplica a proposições do tipo de Gödel. Se o primeiro matemático está pronto a aceitar todos os axiomas e regras de procedimento de um determinado sistema formal como dando apenas proposições verdadeiras, então deve também estar preparado para aceitar que a proposição de Gödel descreve uma proposição verdadeira. Seria exatamente a mesma coisa com um segundo matemático. O fato é que os argumentos que estabelecem a verdade matemática são comunicáveis.

Assim, não estamos falando de vários algoritmos obscuros que poderiam ocorrer na cabeça de diferentes matemáticos. Estamos falando de um sistema formal universalmente empregado equivalente a todos os diferentes algoritmos de matemáticos para julgar a verdade matemática. Ora, esse suposto sistema "universal" (ou algoritmo) não pode ser jamais conhecido como aquele que os matemáticos usam para decidir a verdade. Pois se fosse, então poderíamos construir a sua proposição de Gödel e saber também que era uma verdade matemática.

Assim, somos levados à conclusão de que o algoritmo usado pelo matemático para decidir a verdade matemática é tão complicado ou obscuro que sua própria validade jamais poderá ser conhecida. Mas isso contraria frontalmente aquilo de que trata a matemática. Toda a essência do legado e treinamento matemáticos é que os matemáticos não se curvam à autoridade de regras obscuras que têm a esperança de entender. Precisam ver - pelo menos em princípio - que cada etapa de um raciocínio pode ser reduzida a alguma coisa simples e óbvia. A verdade matemática não é um dogma horrivelmente complicado cuja validade está além da nossa compreensão, mas sim, alguma coisa construída a partir de elementos simples e óbvios. Quando os compreendemos, sua verdade é clara e aceita por todos.

Enfim, a verdade matemática não é alguma coisa que comprovamos simplesmente pelo uso de um algoritmo. Creio também que a consciência é um elemento crucial em nossa compreensão da verdade matemática. Devemos "ver" a verdade de um raciocínio matemático para nos convencer de sua validade. Esse "ver" pode ser a própria essência da consciência. Deve estar presente sempre que percebemos diretamente a verdade matemática. Quando nos convencemos da validade do teorema de Gödel, não apenas o "vemos", mas ao fazê-lo revelamos a própria natureza não-algorítmica desse "ver" o próprio processo.

8 Estudo de Casos

Nesse segmento final do trabalho realizo um estudo de casos que teve como ponto de partida inicial uma caracterização, baseada em antagonismos, dos conceitos de *Schnittstelle* e *membrane*. Relembrando, segue-se uma lista destes atributos opostos:

<i>Schnittstelle</i>	<i>membrane</i>
campo de tensão	membrana permeável
diferenças/limitações	similaridades
conflito	amigabilidade
paradoxo	analogias
abstração	realismo/figurativismo
relativização	planificação
imprevisibilidade	previsibilidade

Esse antagonismo, no entanto, não se faz evidente num primeiro momento e as perguntas “quando uma interface é *membrane*?” e “quando uma interface é *Schnittstelle*?” precisam de certos recursos extras para que possam ser respondidas. Esses recursos darão pistas sobre a questão chave que diferencia uma *membrane* de uma *Schnittstelle* e nos mostrarão que talvez seja mais correto perguntar: “A interface passou de *membrane* para *Schnittstelle* ou permaneceu *membrane* até o final da interação?”. Não eliminando o caráter subjetivo da resposta à essa pergunta, pois ela sempre vai depender do repertório do usuário que dará subsídios para a compactuação deste com o autor no pacto ficcional, proponho que depuremos a última pergunta através desse

questionamento complementar: “Como se processa o pacto ficcional entre autor e usuário e como e quando acontece a sua dissolução?”.

8.1 Peças do Jogo?!

Vimos no capítulo “Bases Teóricas da IHC” que podemos estabelecer dois golfos entre o usuário e a interface: O golfo da execução e o golfo da avaliação. É no atravessar sucessivo desses golfos que o usuário cria e recria seu modelo mental da interface, formulando suas “regras” de comportamento frente ao computador; e criando suas expectativas quanto às respostas da interface aos seus estímulos. Na construção desse jogo (assíncrono, como vimos no capítulo já indicado), o autor pode assumir duas posturas: convidar o usuário a entrar amigavelmente no universo da máquina, convencendo-o de que as relações ali experimentadas dizem respeito à uma correspondência absoluta entre o universo computacional e o universo do usuário ou construir essa mesma sensação (de correspondência) para num determinado momento, em seguida, romper com ela. Como já coloquei no início desse trabalho a confecção desse pacto ficcional subliminar à interação se dá via elaboração metafórica (que elege correspondências) cujo caráter ambíguo, no caso *Schnittstelle*, será explicitado na proposição de um paradoxo ao usuário. Essa proposição deve ser construída engenhosamente pelo autor de maneira a demonstrar as naturezas distintas entre o usuário (e seu mundo físico, nascedouro de devires e acidentes imprevisíveis) e o computador (e seu mundo artificial e absolutamente inserido nos domínios da Terceiridade) e, além disso, apresentar a compatibilidade paradoxal existente entre eles, mesmo após ter se rompido o pacto. Dessa maneira, estaríamos recobrando certas qualidades de uma percepção audiotáctil (permeada por simultaneidades) de mundo, em detrimento da atual predominância do modo visual-segmentário. Daríamos-nos conta da nossa condição anfíbia, em transição permanente entre dois universos.

Para que possamos rastrear as peças desse jogo complexo, proponho que observemos certos fatores que indicarão um caráter mais *membraneano* ou *schnittstelleano* da interface. Esses fatores são inspirados principalmente pelo repertório adquirido no que foi exposto no capítulo “Física Moderna”, cujos conceitos sobre simultaneidade, não-localidade, imprevisibilidade e ambigüidade dos atributos e comportamento do elétron poderão servir como referência na nossa avaliação de interfaces. Recorri a esses conceitos devido a dificuldade em se lidar com ambigüidades que ao meu ver se apresentam numa interface *schnittstelleana*, e que dizem respeito à uma simultaneidade e justaposição de eventos de naturezas antagônicas. Dificuldade semelhante vem sendo enfrentada pela física ao tratar dos fenômenos atômicos. Apropriei-me de certos

conceitos dessa disciplina que de certa forma organizam e categorizam elementos para a composição de um modelo de realidade que, até certo ponto, dá conta de explicar os fenômenos observados. A apropriação, no entanto, não deve ser entendida como sendo literal e absoluta. Ela serve apenas para que possamos expandir um vocabulário comum, nos sensibilizando para nuances do fenômeno observado (no caso: as interfaces).

Ciente do risco de confusão que pode existir ao se elaborar uma analogia (confundir-se o análogo com o próprio objeto), proponho então uma convenção calcada nos fatores dispostos a seguir. Esses fatores, portanto, não devem ser entendidos como parâmetros absolutos e sim como parâmetros que funcionam de forma relativa, por comparação dos elementos (interfaces) do conjunto. Disso implica que, alterando-se o conjunto (por adição ou eliminação de um de seus elementos) altera-se o “peso” de cada fator. Esses fatores, portanto, só funcionam quando os elementos (interfaces) são tomados simultaneamente, sob a perspectiva do todo. Como também poderá ser observado, os fatores possuem também uma relação entre si.

8.1.1 Fator Interdependência:

Define o nível de dependência do sistema em relação ao usuário (ver “Realidade Quântica 2”, “RQ 3” e “RQ 7”), isto é: se a dinâmica da atividade do sistema se fortalece ou esvaece com a presença e atuação do usuário através da execução das tarefas propostas e viabilizadas pelo designer via computador. Se a interface se “esvazia” intensamente na ausência da atuação e da entrada de dados do usuário, o fator se aproxima de 10. Caso contrário, se aproxima de 0.

8.1.2 Fator Bell:

Define o grau de não-localidade de uma interface, isto é, o quanto ela sofre influência de atividades localizadas fora do alcance da observação do usuário. Essa idéia corresponde àquela de espaço heterogêneo (ver “Teorema de Interconectibilidade de Bell” e “Realidade Quântica 3”), composto por partes também heterogêneas, isto é: cada parte é uma singularidade, uma individualidade que se comunica com outra singularidade (correlações de partículas). Essa comunicação não se enfraquece com a distância como nos campos eletromagnéticos e gravitacionais, indicando uma coesão não-local entre as partes do sistema

O Fator Bell indica, portanto, se existe a possibilidade de dados estarem sendo imputados em outros terminais dessa interface colocada em rede. Caso exista uma grande influência, o fator se aproxima de 10. Se não, o fator pode até ser 0.

8.1.3 Fator Sincronia:

Mostra se existe uma unidade de tempo em detrimento da unidade espacial. Enfim, se existe comunicação entre os usuários em “tempo real”, sincronizadamente (ver “Teorema de Interconectibilidade de Bell”). Cabe observar que, embora no Teorema de Bell a sincronia seja um fator que caminha atrelado a não-localidade, no caso dos eventos mediados por computador faz-se necessário que dividamos essa qualidade em dois fatores: o Fator Bell e o Fator Sincronia, pois a rigor, um evento na rede nunca é totalmente simultâneo devido às limitações técnicas e físicas. Ambos os fatores, no entanto, comporiam o grau de simultaneidade, correlação e dependência entre dois eventos separados geograficamente. No caso atual, quanto maior for a simultaneidade, maior será o Fator Sincronia.

8.1.4 Fator Imprevisibilidade:

Marca a capacidade da interface em possibilitar situações inesperadas, indicando um certo desconforto na interação. Essa surpresa deve, portanto, ser prevista, não podendo ser fruto de um erro do sistema ou falta de comunicabilidade. A surpresa gerada, serviria para desestabilizar a interação, promovendo o rompimento do pacto ficcional, preparando o usuário para o paradoxo de teor poético que, no momento seguinte, sensibilizasse o mesmo em relação à sua condição ambígua na Dobra de Moebius. (ver comportamento do elétron não medido em “Física Moderna” e especificamente a “não-lógica” na “Realidade Quântica 5”). Se o sistema não apresentar surpresas nesse sentido, é porque não foi configurado uma caracterização do meio que fugisse do modelo conceitual que o usuário cria para si sobre a interface. Esse modelo é mais facilmente criado quanto mais próximo este for do referencial do usuário. Quanto maior for o Fator Imprevisibilidade, maior é a indicação do seu potencial de surpresas.

8.1.5 Fator Gödel:

Complementar ao Fator Imprevisibilidade, este fator indica a intensidade e a sustentação (ou até mesmo a recorrência) do paradoxo criado após a quebra do pacto ficcional. Esse paradoxo depende, portanto, do grau de engenhosidade e poesia alcançado pelo autor em propiciar o “flutuar” do usuário sobre a indefinição e a simultaneidade que justapõem sentidos opostos, sentidos estes só alcançados pela mente humana que nesse instante se coloca entre a representação e o objeto (ver “Teorema de Gödel”).

8.1.6 Fator Multiplicidade:.

Indica se existe um grande número de opções preestabelecidas, potenciais, que irão se realizar por ocasião da interação (ver mundos múltiplos em “Realidade Quântica 4”). Indica também a intensidade da discretização (fator de digitalização de um sinal analógico) dos dados de entrada. Quanto mais um sistema possui um grande número de opções pré-estabelecidas para a entrada de dados, maior tenderá a ser a discretização dos sinais de entrada. Caso contrário, isto é, quando um sistema possui uma captação aberta para rastrear ou captar sinais vindos do usuário, maior será a possibilidade da discretização acontecer em menor escala. Poderíamos estender a analogia dizendo que essa discretização do usuário é similar à medição do elétron, que passa de onda à partícula quando observado. O comportamento do usuário é, a rigor, imprevisível. Mas maior será a probabilidade do sistema em assimilar a imprevisibilidade do comportamento do usuário quanto maior for a amplitude da discretização do usuário, entendendo-o como onda e não como partícula. Se for tratado como onda, maior será a probabilidade das atividades do usuário serem captadas pelo sistema (quando o elétron é tratado como onda quando não está medido, maior é a probabilidade de acerto do seu comportamento e seus atributos no momento da medição posterior). Quando o usuário é entendido como partícula, seus “atributos” e comportamento já estão definidos, confinando-o em percursos pré-estabelecidos e restritos. Em termos práticos: quanto **maior** for o Fator Multiplicidade, maior será a pré-determinação dos dados de entrada.

8.1.7 Fator Onda:

Inversamente proporcional ao Fator Multiplicidade, mede a abertura e versatilidade do sistema para diferentes entradas de dados, possibilitando que o usuário carregue a interface com diferentes “inputs”. Se o fator tender à 10, ele está indicando que a entrada pode assimilar, isto é: traduzir (direta ou indiretamente) do analógico para o digital, uma gama variada de sinais de entrada provenientes do usuário.

8.1.8 Fator Sinestésico:

Define o grau de participação dos sentidos (que não apenas a visão) que a interface requer no momento da interação. (ver: Hipertrofia Visual). Quanto maior for o Fator, maior será o envolvimento extra-visual.

8.1.9 Fator Cinderela:

Indica o grau de complexidade técnica utilizado na interface (pode indicar a presença de I.A. e R.V.). Essa complexidade deve, no entanto, ter sido utilizada para tornar a interface mais simples de se entender e usar, propiciando a assimilação da metáfora proposta. Não necessariamente indica que haverá uma surpresa posterior. Para que saibamos se o pacto ficcional foi mantido na interface, isto é, se a ilusão da correspondência permaneceu até o final da interação, devemos analisar o Fator Imprevisibilidade.

8.1.10 Fator Usabilidade:

Mede a facilidade de aprendizado e de uso, viabilizando um uso amigável. Cabe ressaltar que todo Fator Cinderela insere-se no Fator Usabilidade, sendo dele um subconjunto. Isto quer dizer que a interface que tiver um Fator Cinderela de valor alto, terá sempre também um Fator Usabilidade alto. O contrário nem sempre é verdadeiro pois nem sempre se necessita de uma alta tecnologia para se conseguir um fácil uso da interface.

8.1.11 Fator Aplicabilidade:

Indica se a interface possui uma aplicação bem definida, indo de encontro às necessidades percebidas em certas atividades de teor produtivo. Quanto maior a aplicabilidade, maior será o valor do fator. Indica indiretamente a baixa possibilidade de surpresas. Quando essas acontecem, são unicamente devido a erros do sistema e portanto indesejáveis e não elaborados previamente. O fator em questão também é um subconjunto do Fator Usabilidade.

8.1.12 Fator Comunicabilidade:

Mede o quanto a interface apresenta de *affordance*, via analogias. Não determina no entanto, a construção de uma metáfora que culmina com um paradoxo. Se analisarmos o Fator Imprevisibilidade da interface e nele encontrarmos um valor baixo e valor do Fator Comunicabilidade for alto, isto estará indicando que o pacto ficcional não foi desfeito, mantendo-se a troca do objeto pela analogia. O valor alto do Fator Comunicabilidade, analisado isoladamente, indicará que o autor foi feliz na previsão da elaboração do modelo conceitual gerado posteriormente pelo usuário no momento da interação. O autor soube, portanto, lidar com o referencial e repertório do usuário.

Analisando os fatores em conjunto, podemos dizer que uma interface *schnittstelleana* seria aquela que obtivesse baixos valores para "X" nos fatores Aplicabilidade e Multiplicidade. Já para se ter uma interface *membraneana*, uma combinação de valores X dos fatores se faz necessária. Por exemplo:

Fator Bell X<5 ou X>5	Fator Sincronia X<5 ou X>5
Fator Imprevisibilidade X<5	Fator Gödel X<5
Fator Multiplicidade X>5	Fator Onda X<5
Fator Sinestésico X>5 ou X<5	Fator Cinderela X>5
Fator Usabilidade X>5	Fator Aplicabilidade X>5
Fator Comunicabilidade X>5	Fator Interdependência X>5

Percebemos assim que os fatores determinantes para marcar o limiar entre uma interface *membrane* e uma interface *Schnittstelle* são os fatores Aplicabilidade, Multiplicidade,

Imprevisibilidade e Gödel, sendo que os dois últimos são relativos à quebra do pacto ficcional, podendo indicar alto grau de teor poético na interação. Os fatores restantes são sempre relativos à estes dois. Isso não quer dizer que os outros são de menor importância pois a intensidade deles ajudam até a viabilizar aqueles primeiros (nos casos Interdependência, Usabilidade, Aplicabilidade e Comunicabilidade). Já se os fatores Bell, Sincronia, Onda, Sinestésico e Cinderela possuem valores baixos mas os fatores Imprevisibilidade e Gödel forem altos, esta interface ainda será considerada do tipo *Schnittstelle*, pois o artifício na construção do paradoxo supera suas limitações anteriores. É interessante notar que, paradoxalmente, valores altos para Bell, Sincronia, Onda, Sinestésico, e Cinderela fortalecem, e muito, tanto a intensidade de uma interface do tipo *membrane* como uma do tipo *Schnittstelle*.

Tendo em mãos esses pressupostos, passemos agora às equalizações de cada interface. Cabe esclarecer que essa equalização é uma avaliação retroativa, isto é: por ocasião do meu “uso” das interfaces relatadas a seguir, eu não havia ainda depurado todos os conceitos apresentados nessa dissertação. O exercício que se segue é uma volta imaginária à cada interface, combinando a lembrança das minhas impressões e relações (deflagradas por ocasião da interação) com os conceitos aqui explorados. Evidentemente, como coloquei no início desse trabalho, o uso das interfaces me obrigou a um reencaminhamento dos meus pensamentos iniciais. Essa dialética desenvolvida nas idas e vindas realizadas entre a experimentação direta e busca de fundamentos vai encontrar seu fim (ou seu congelamento temporário) nas páginas seguintes.

As interfaces analisadas são constituídas por projetos do grupo Knowbotic Research e alguns projetos do Zentrum für Kunst Media, em Karlsruhe (ZKM); Institut für Neue Media (INM), em Frankfurt (ambos na Alemanha) e V2_Org, em Roterdã (Holanda). Todos foram previamente investigados via Internet, sendo que acessei diretamente os autores (com entrevistas via Internet ou pessoalmente) e suas obras. Para tanto, realizei uma pesquisa de campo na Holanda e Alemanha, onde experimentei as seguintes mediações digitais:

8.2 Sítios de Pesquisa e Respectivas Obras Experimentadas

8.2.1 No ZKM:

“Dialogue with Knowbots South”, por Knowbotic Research.

“Legible City”, por Jeffrey Shaw.

“Knowbotic Interface Project”, por Dr. Gerd Doben-Henish.

“Beyond Pages”, por Masaki Fujiata.
“Portrait n. 1”, por Luc Courchesne
“Tafel”, por Frank Fietzek.
“Theater Museum VR”, por Agnes Hegedüs.
“Digital Body Automata”, Jill Scott.
“Molecular Informatics”, por Seiko Mikami.

3.2.2 No V2, Org.:

“10_dencies”, por Knowbotic Research.
“Happy Doomsday!”, por Călin Dan.
“Systems Maintenance”, por Perry Hoberman.
“Computer Crash”, por Jodi.
“World, Membrane & The Dismembered Body”, por Seiko Mikami.
“Nuzzle Afair”, por Masaki Fujiata.

8.2.3 No INM:

“Knowbotic Interface Project”, por Dr. Gerd Doben-Henish.

8.2.4 Casos

8.2.4.1 10-dencies (tendencies) São Paulo (K. Research).

Dentre as obras estudadas, o caso em que pude mais me aprofundar foi o 10_dencies São Paulo, do Knowbotic Research, participando desde a sua concepção até sua exibição no DEAF 98 Festival, no V2 Org.

Trata-se de um experimento que, partindo da idéia de que a realidade é conformada por sistemas diferenciados que se comunicam e que se auto-organizam internamente à medida em que se relacionam com o que lhes é externo⁹⁹, o Knowbotic Research busca criar um outro sistema que intermediaria a relação entre dois sistemas, tornando mais consciente o processo de troca entre eles. Nesse caso eles seriam o homem e a cidade e os aspectos da troca focalizados são: como os fatores locais (no caso diferentes subjetividades) se relacionam com aspectos globais (e vice-versa)? E principalmente, como essas relações podem ser conscientemente potencializadas via Internet?

Para realizar essa tarefa, foi desenvolvido um software chamado Editor Tool Kit (fig-1), que propicia a construção de bancos de dados (com o tema cidade) individualizados que são colocados em rede: O carregamento dos dados é feito pelos usuários iniciais do sistema que são chamados de “editores”. Esses dados são organizados em módulos (keywords ou “kws” fig-2 e 3), podendo ser arquivos de texto, som ou imagem. Esses módulos não são organizados hierarquicamente como num hipertexto convencional. Eles se distribuem num mapa (fig-4) onde o critério de distribuição e a inter-relação conceitual entre eles (essa relação é inicialmente eleita pelos editores, podendo ser basicamente dispostos por similaridade ou contraposição). Cada editor possui seu mapa individual que é inacessível pelos outros editores. No entanto, todas as kws carregadas estão disponíveis para o uso coletivo deles. O que não se conhece coletivamente é o contexto que esta kw possui, isto é: quais são as kws vizinhas em cada mapa individualizado. Essa distribuição (isto é: a distância entre as kws) é lida por uma central de processamento que gera um “campo magnético” (ou “campo gravitacional”) entorno das kws. Então, gera-se um **mapa único** (self-organizing map) que correlaciona todos as kws entre si (fig-5). Dessa maneira o editor pode visualizar como sua organização de idéias e fragmentos sobre a cidade se relativizam num sistema

⁹⁹ Essa idéia de sistema autopoietico está contida em: GUATARRI, Felix; “Caosmos”. Ed. 34.RJ,1992.

coletivo. A partir desse mapa coletivo, é gerada uma visualização que adota como metáfora inicial o seguinte sistema: As kws seriam polos magnéticos (ou astros celestes) que, dependendo da intensidade de seus campos magnéticos (essa intensidade é determinada pelo tanto que essa kw foi usada por diferentes editores e quantas vezes ela foi acessada pelo visitante/internauta final) atrairiam ou repeliriam as demais kws ao seu redor. Para explicitar essa troca de energia de atração, são atiradas “partículas metálicas” que se movem rapidamente sobre as kws ou estacionam sobre elas, dependendo de cada campo gerado pela interação das constelações de kws (fig-6). Esse sistema será disponibilizado publicamente em rede (Internet) para participações generalizadas (fig-7 e 8).

Finalmente, foi construído um protótipo que tenta manifestar metalingüisticamente todo esse sistema: Uma mesa (fig-9, 10 e 11) cuja interação com o mapa final simula a percepção tátil dos “campos magnéticos” gerados pelas kws. O usuário, ao deslizar com um sensor sobre a superfície da imagem do mapa (um grande monitor de vídeo), pode sentir a repulsão ou atração do sensor que está segurando. Esse sensor ainda funciona como uma espécie de mouse, pois pode ser usado para se “cliquear” na kw, ativando seu conteúdo (texto, som ou imagem) que é exibido em um monitor menor (acoplado no monitor maior). Os resultados até aqui alcançados podem ser vistos no site:

<http://www.khm.de/people/krcf/!O/explorer/explorer.html>

Esse trabalho, ao meu ver, se constitui como o principal referência do que poderíamos chamar de “ferramenta da inteligência coletiva”, pois consegue, através de regras e algoritmos relativamente simples, gerar uma complexidade de significados e relações. A criação de novos significados, no entanto, não são produzidos pela máquina. Ela apenas potencializa uma interconexão entre diferentes abordagens relativas ao mesmo objeto (no caso, a cidade de São Paulo). A significação vai depender de como cada usuário vai se apropriar dessa síntese dinâmica, constantemente atualizada pelo sistema (editores+ferramentas). Antes da equalização, cabe registrar que existem 3 níveis de participação e interação com essa obra: nível editor, que atualiza os dados no sistema, nível usuário que acessa a visualização do mapa auto-organizável e finalmente o nível usuário que interage com a mesa magnética.

Equalização (de 1 a 10), usuário 1 (editores):

Fator Imprevisibilidade	8	Fator Gödel	9
Fator Multiplicidade	4	Fator Onda	6
Fator Bell	9	Fator Sincronia	2
Fator Interdependência	8	Fator Sinestésico	4
Fator Usabilidade	3	Fator Cinderela	4
Fator Comunicabilidade	3	Fator Aplicabilidade	6

Equalização (de 1 a 10) usuário 2 (acessam via internet o mapa final):

Fator Imprevisibilidade	8	Fator Gödel	6
Fator Multiplicidade	8	Fator Onda	2
Fator Bell	9	Fator Sincronia	2
Fator Interdependência	3	Fator Sinestésico	2
Fator Usabilidade	3	Fator Cinderela	4
Fator Comunicabilidade	3	Fator Aplicabilidade	2

Equalização (de 1 a 10) usuário 3 (interage com a mesa magnética):

Fator Imprevisibilidade	8	Fator Gödel	7
Fator Multiplicidade	3	Fator Onda	7
Fator Bell	9	Fator Sincronia	3
Fator Interdependência	7	Fator Sinestésico	6
Fator Usabilidade	7	Fator Cinderela	3
Fator Comunicabilidade	6	Fator Aplicabilidade	6

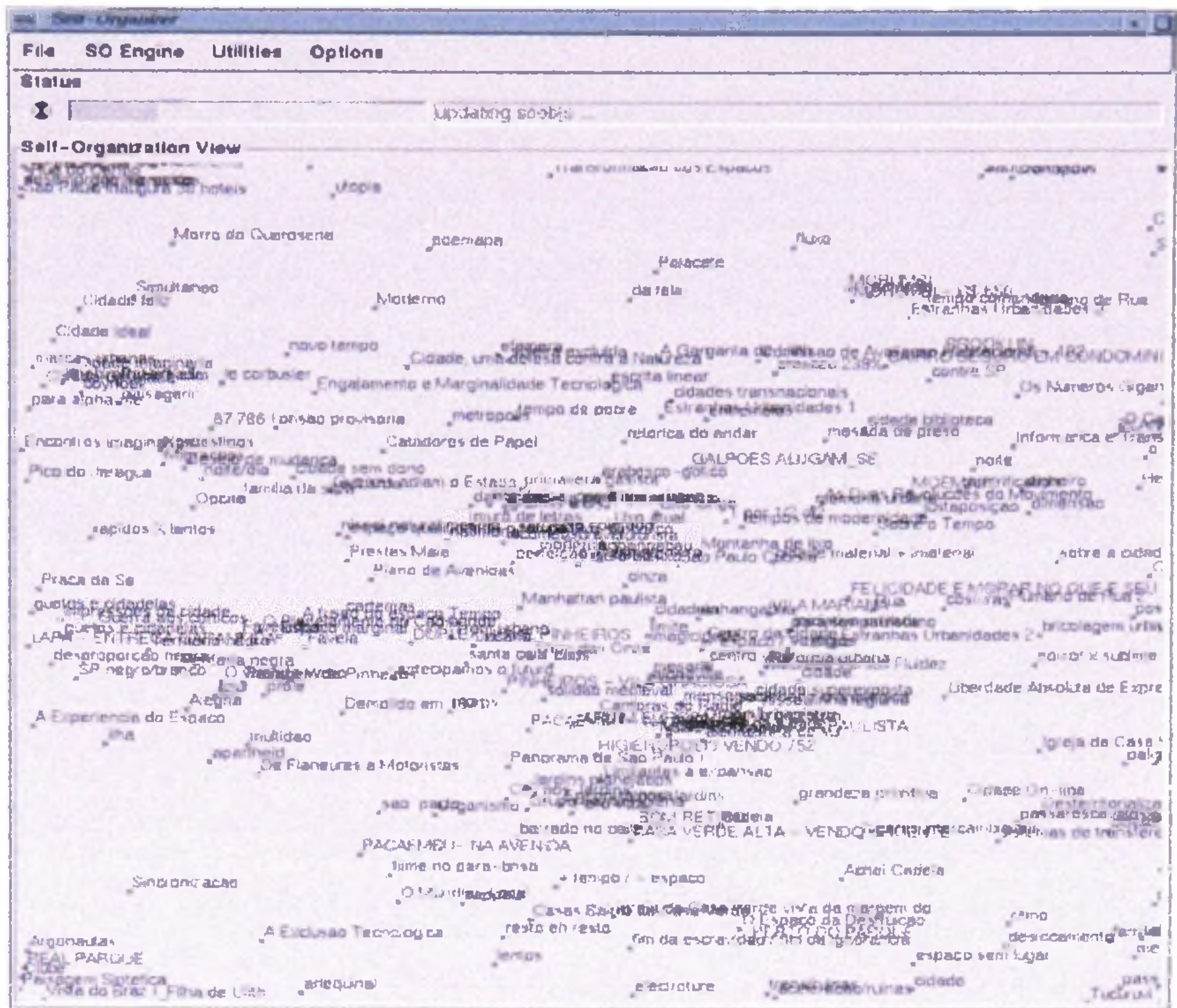


Figura - 5

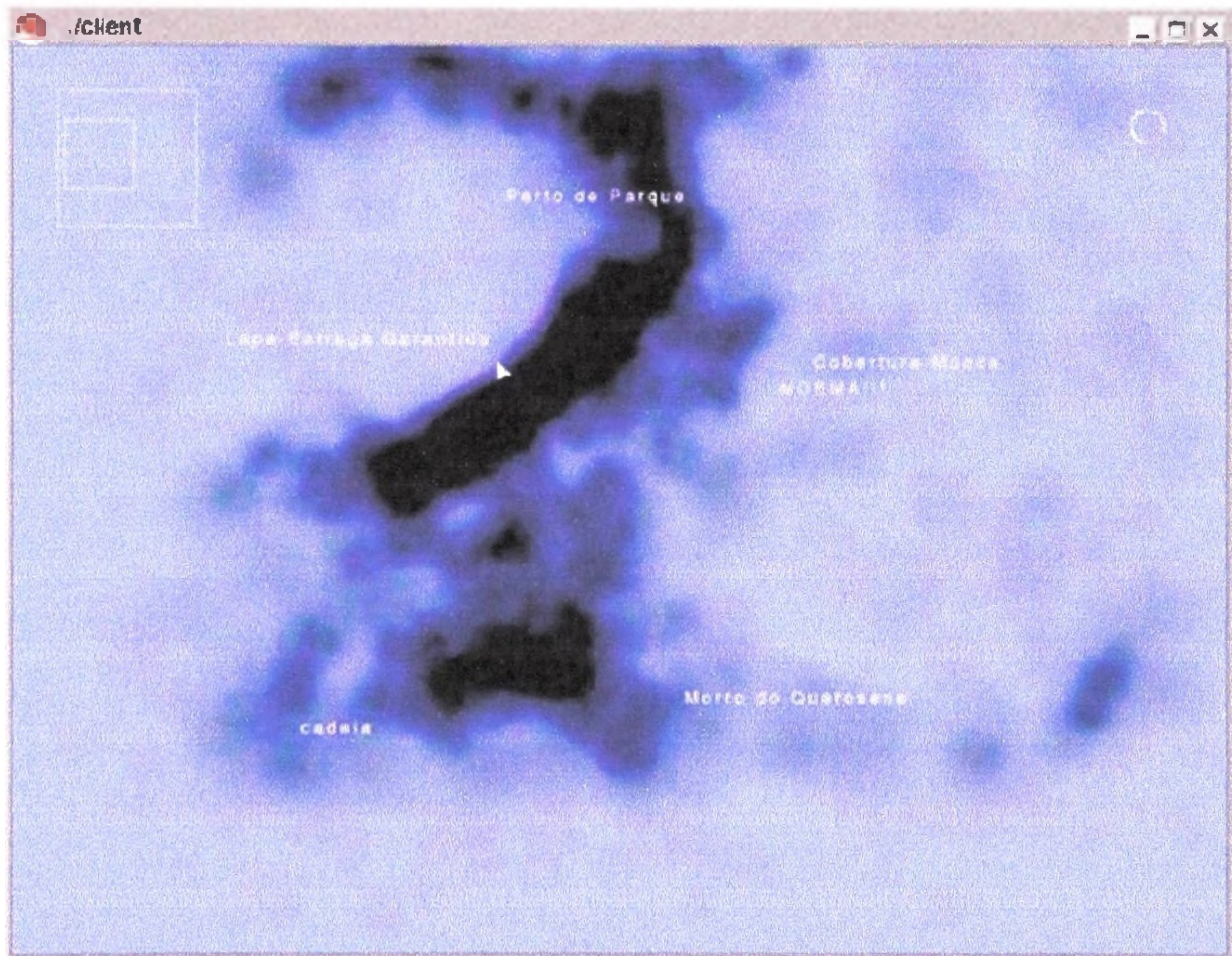


Figura - 6

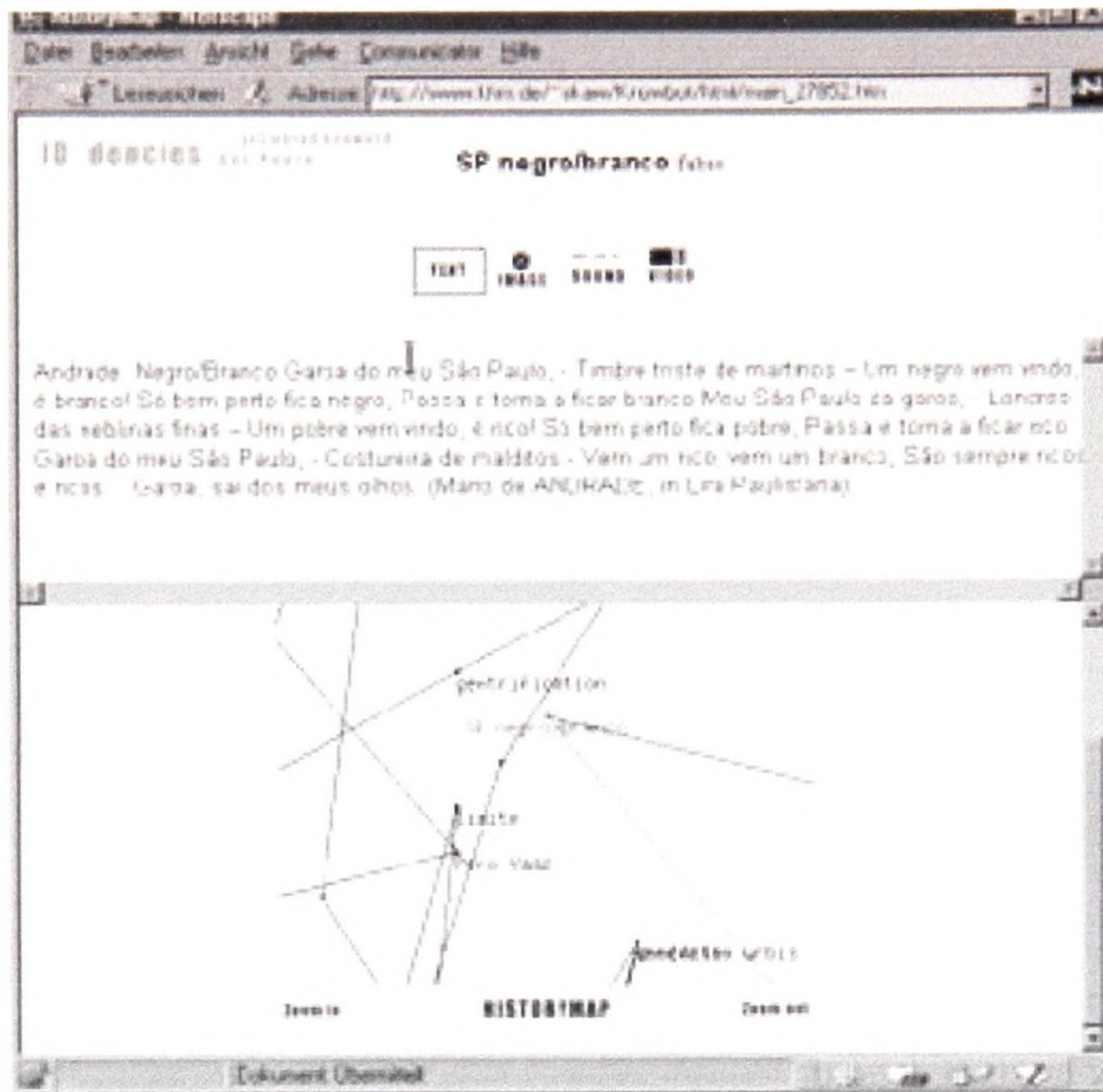


Figura - 7

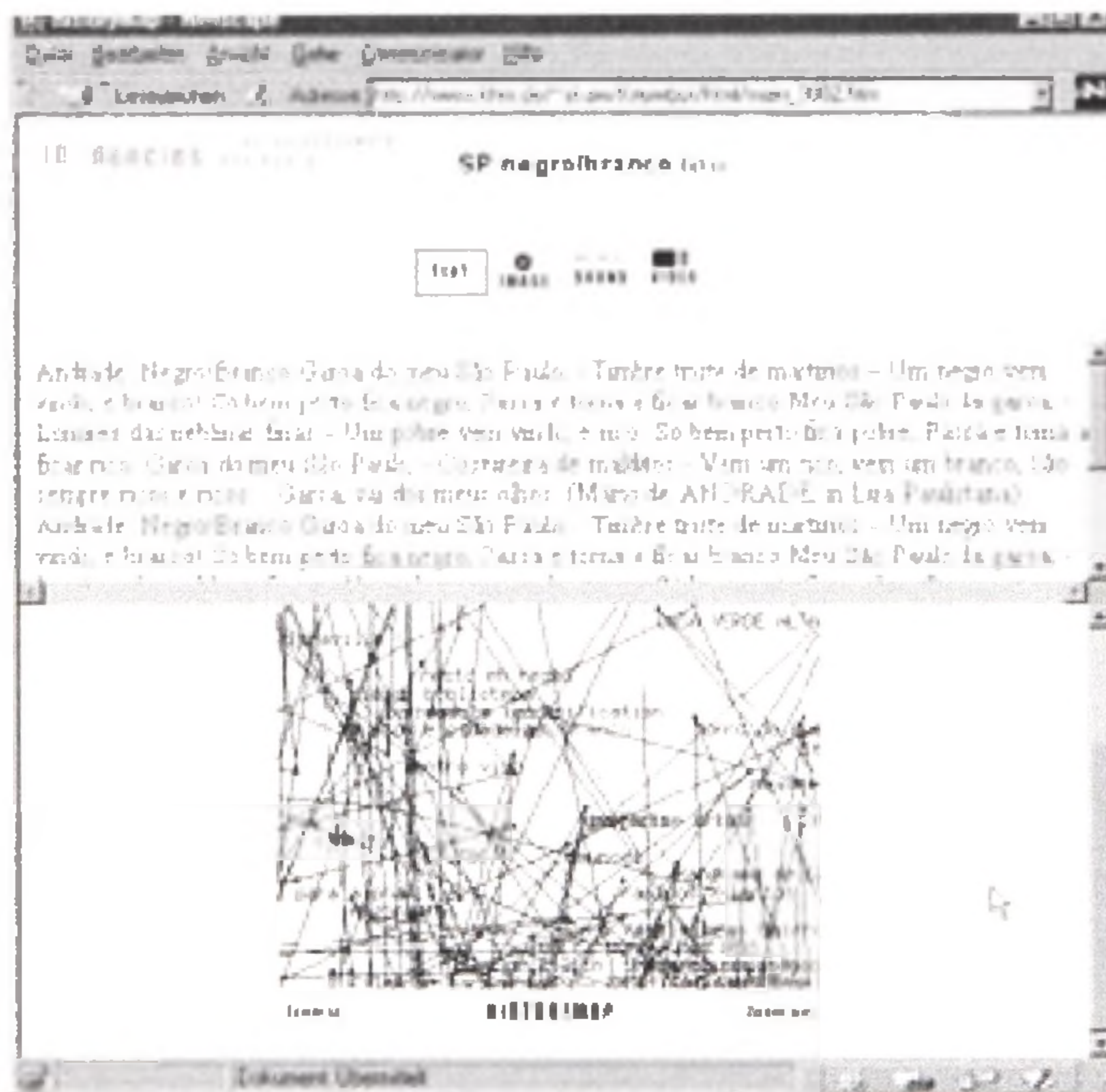


Figura - 8

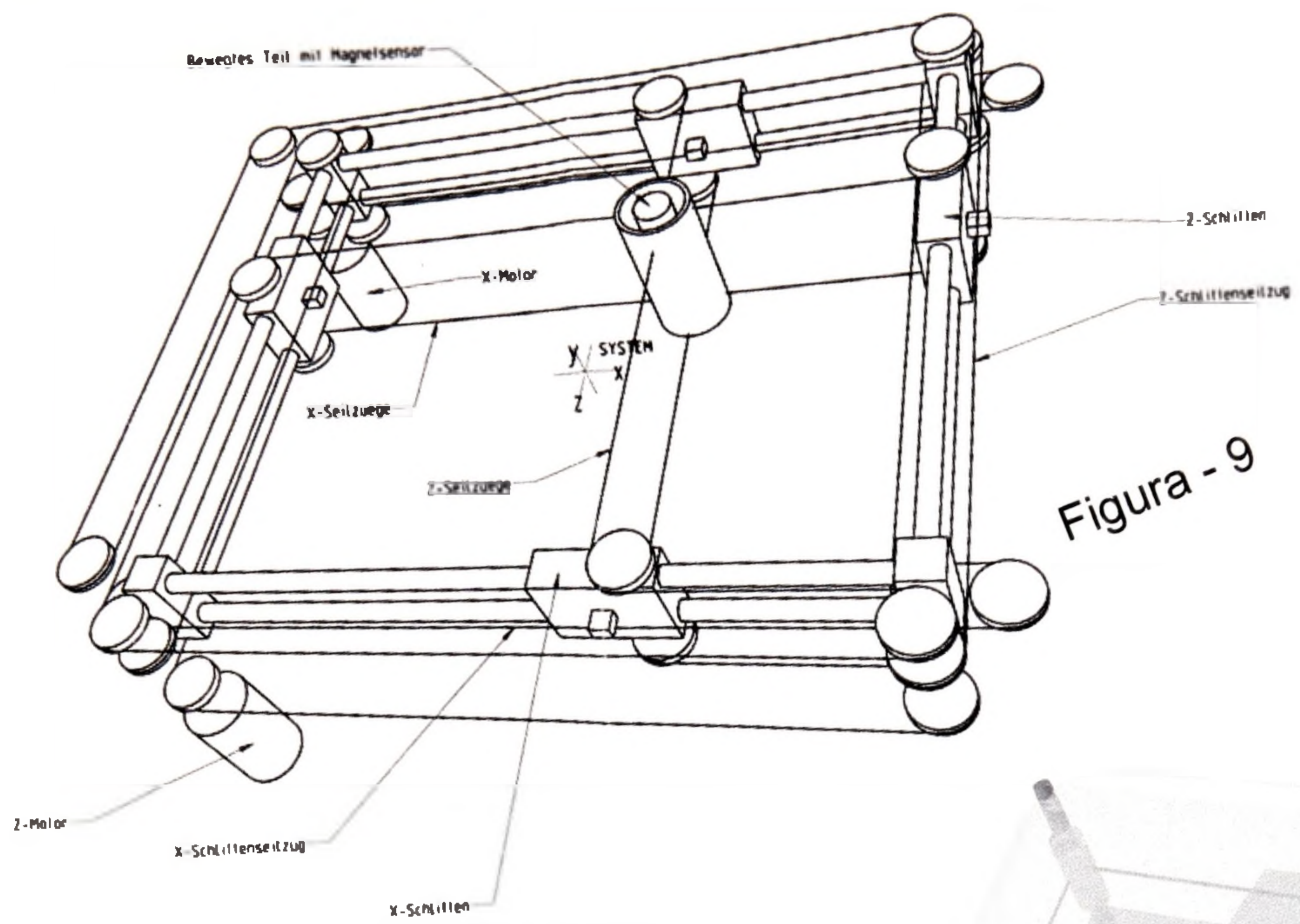


Figura - 9

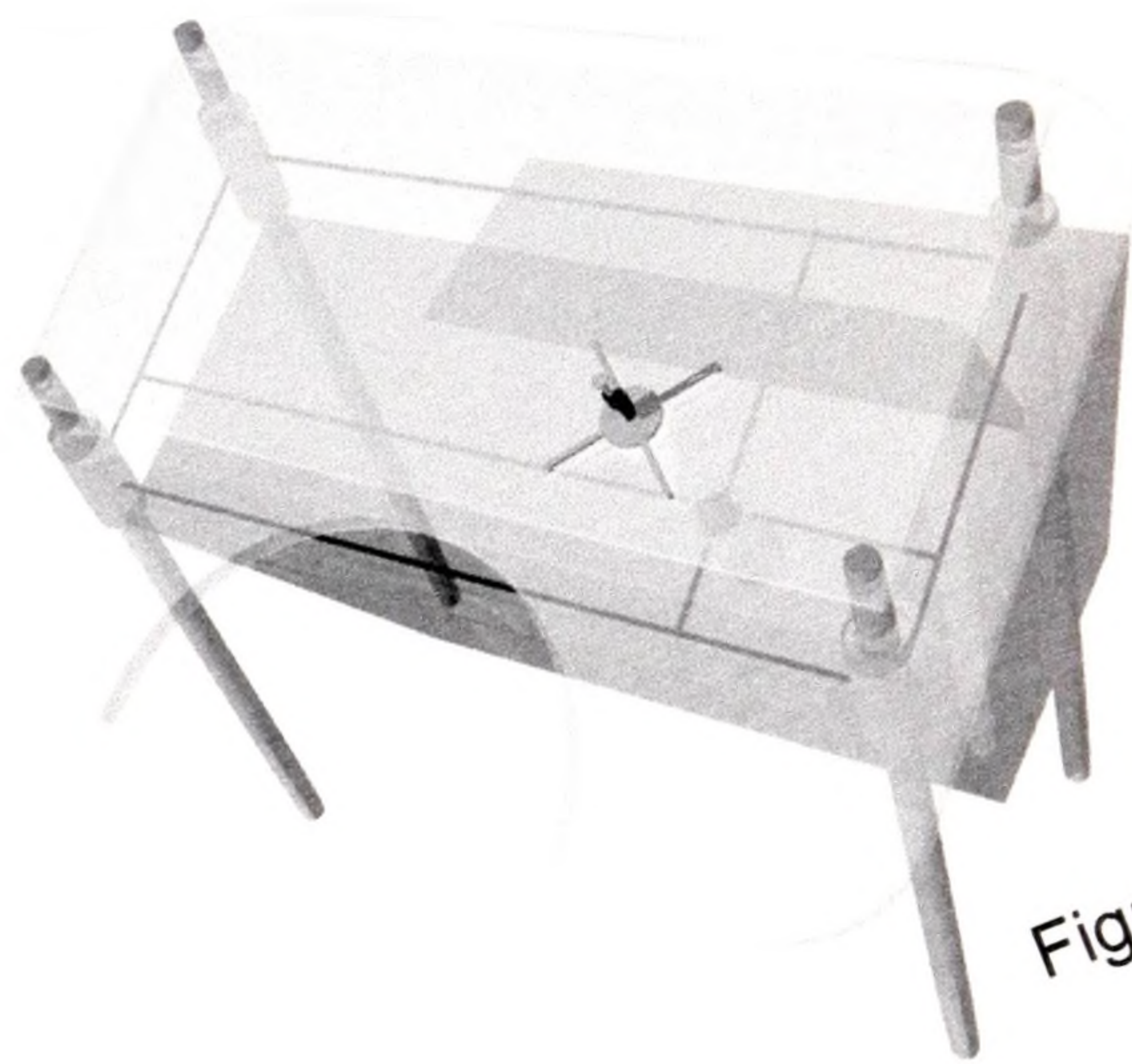


Figura - 10

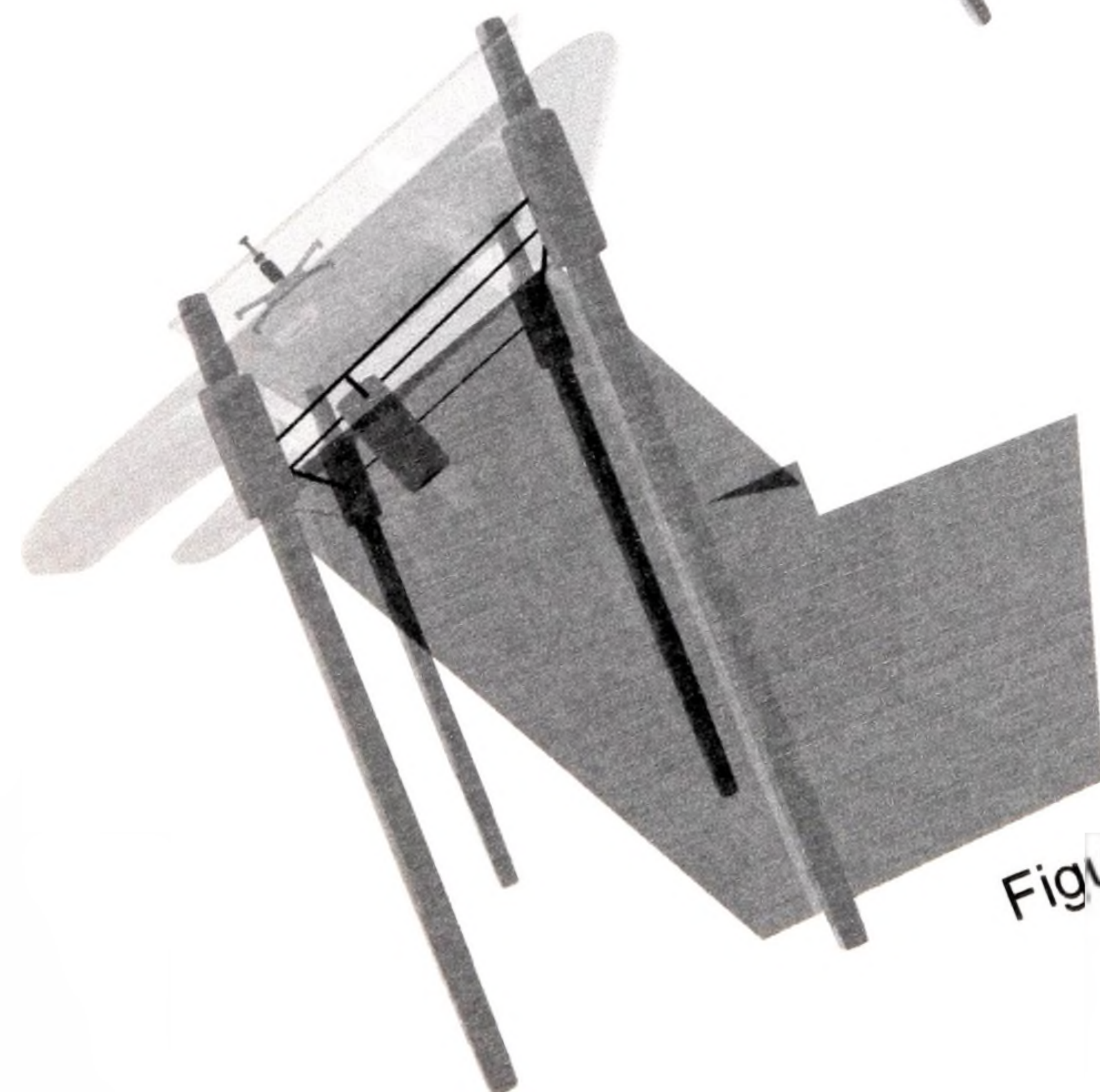


Figura - 11

8.2.4.2 Molecular Informatics (Seiko Mikami)

O usuário entra num salão onde existem vários telões dispostos entorno de uma cadeira central (fig. 12). Então, ele é orientado a se sentar nela. Em seguida é colocado nele óculos cibernéticos que, num primeiro momento, irão medir e se ajustar eletronicamente aos olhos do usuário. Esse processo, chamado de “eye tracking” possibilitará que o usuário possa ver as imagens que serão a ele exibidas a seguir de maneira estereoscópica (essas imagens serão projetadas na superfície interna das “lentes” opacas dos óculos). Além disso, esse processo faz com que o computador possa rastrear a orientação espacial das pupilas do usuário (fig 13). Com isso, o computador pode determinar para onde o usuário está dirigindo seu olhar. Feito esses ajustes iniciais, o sistema está pronto para dar início à interação (fig14).

No instante inicial da interação, o usuário não está vendo absolutamente nada, pois nada está sendo projetado dentro dos óculos. Depois de alguns segundos de indefinição, o sistema começa a reagir aos inputs do usuário (a posição de suas pupilas). Ao processar esses dados de entrada, o computador devolve quase que instantaneamente uma imagem para o usuário. Essa imagem está projetada dentro do óculos na direção e profundidade correspondente à direção do olhar que foi captada pelo computador.

As imagens projetadas consistem em representações de estruturas moleculares, de cor branca (fig. 15), que possuem um algoritmo interno que lhes possibilita um comportamento aleatório de distribuição e crescimento espacial, embora sempre inscrita na região do olhar do usuário. Este, por sua vez, enfrenta a desconfortável e quase alucinógena sensação de estar “criando” as moléculas com o seu olhar. Além disso, se torna claro para o usuário o tanto que os seus olhos tendem a fugir do seu controle, rastreando freneticamente o espaço vazio, nunca dando conta de poder observar o que gera. Toda essa coreografia do olhar que se externaliza é acompanhada por sons sincronizados à dinâmica da interação. Toda essa interação é acompanhada por visitantes que podem observar as imagens geradas pois estas são projetadas também nos telões dispostos entorno do usuário (fig. 16).

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	9	Fator Gödel	9
Fator Multiplicidade	2	Fator Onda	8
Fator Bell	0	Fator Sincronia	0
Fator Interdependência	10	Fator Sinestésico	0
Fator Usabilidade	1	Fator Cinderela	9
Fator Comunicabilidade	8	Fator Aplicabilidade	1

8.2.4.3 Interactive Plant Growing (Christa Sommerer)

Algumas plantas de plástico são colocadas em pedestais dentro de uma sala. Logo à frente deles existe um grande telão (fig 17). Na medida em que o usuário toca essas plantas, surgem versões virtuais das mesmas no telão. Quanto mais ele a toca, mais rapidamente essas versões crescem (fig 18). Esse crescimento também obedece a parâmetros pré-determinados pelas condições climáticas simuladas pelo sistema (fig 19).

Equalização (de 1 a 10):

Fator imprevisibilidade	2	Fator Gödel	2
Fator Multiplicidade	8	Fator Onda	2
Fator Bell	0	Fator Sincronia	0
Fator Interdependência	8	Fator Sinestésico	4
Fator Usabilidade	9	Fator Cinderela	8
Fator Comunicabilidade	7	Fator Aplicabilidade	2

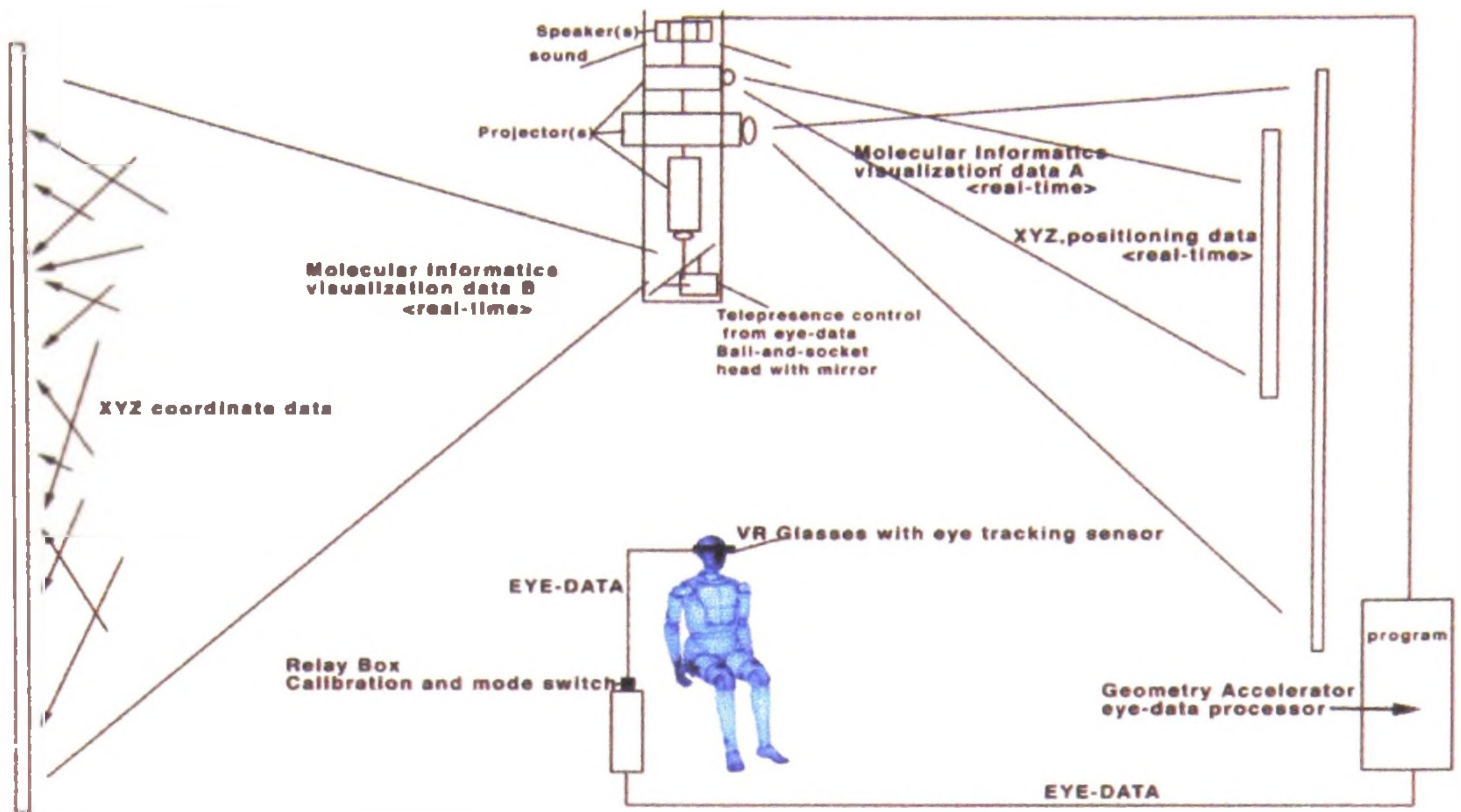


figura 12

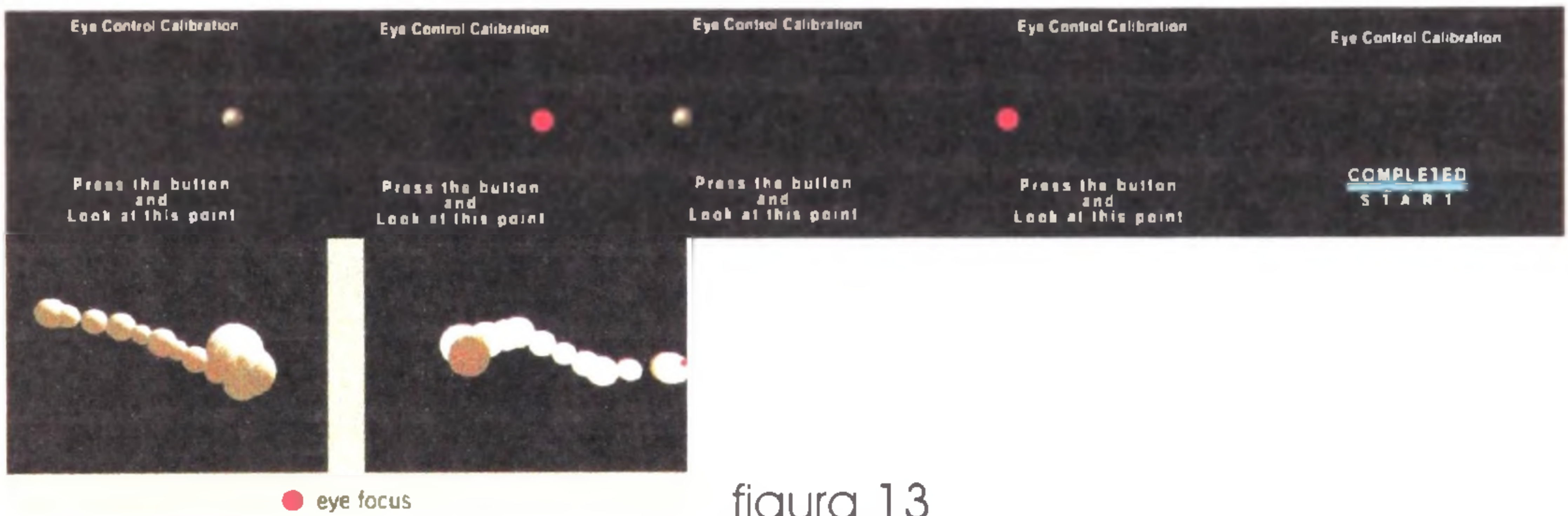


figura 13



figura 14

"Molecular Informatics" system two viewer's eye tracking version seiko mikami
DEAF96 Rotterdam Holland

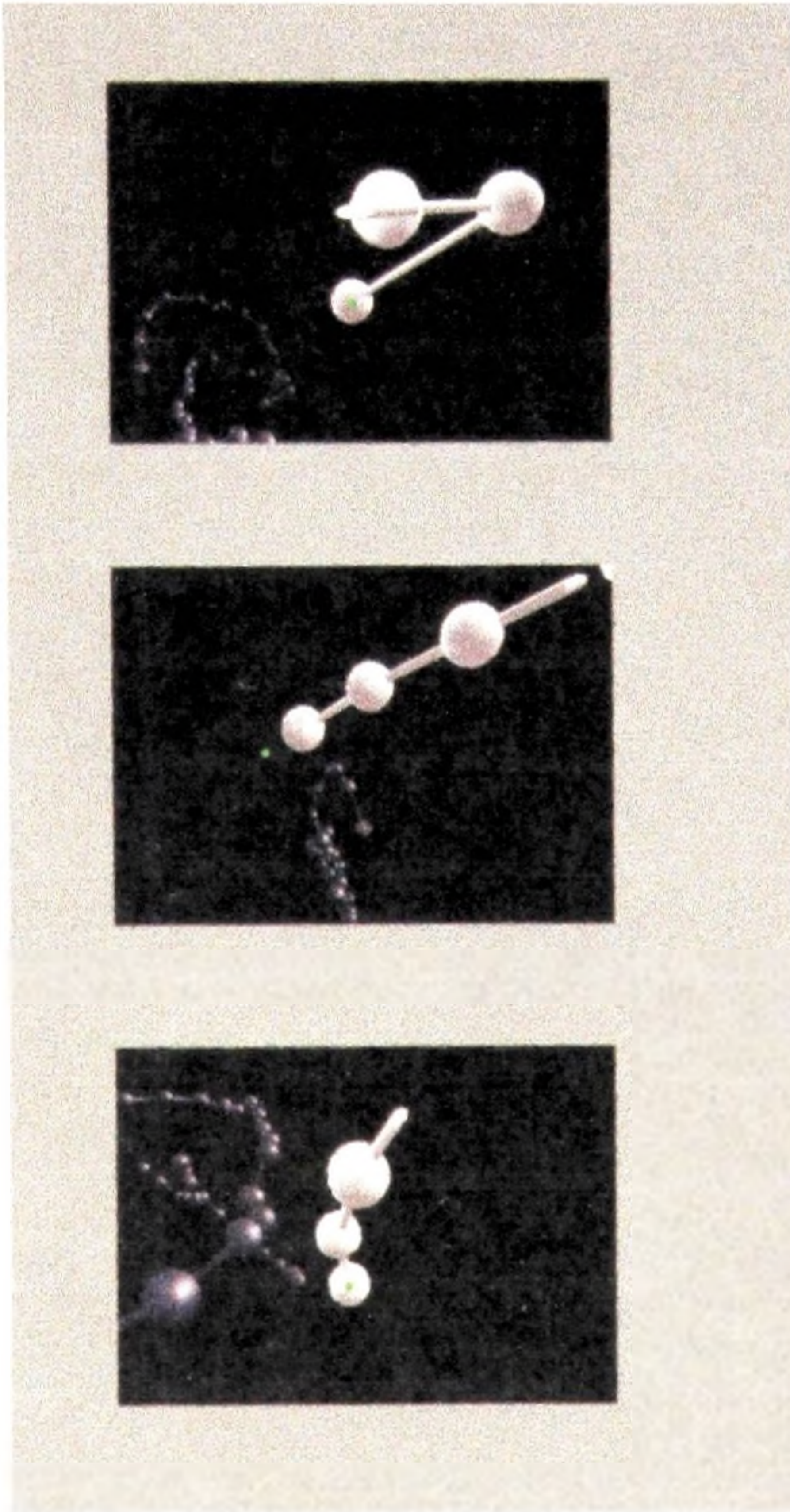
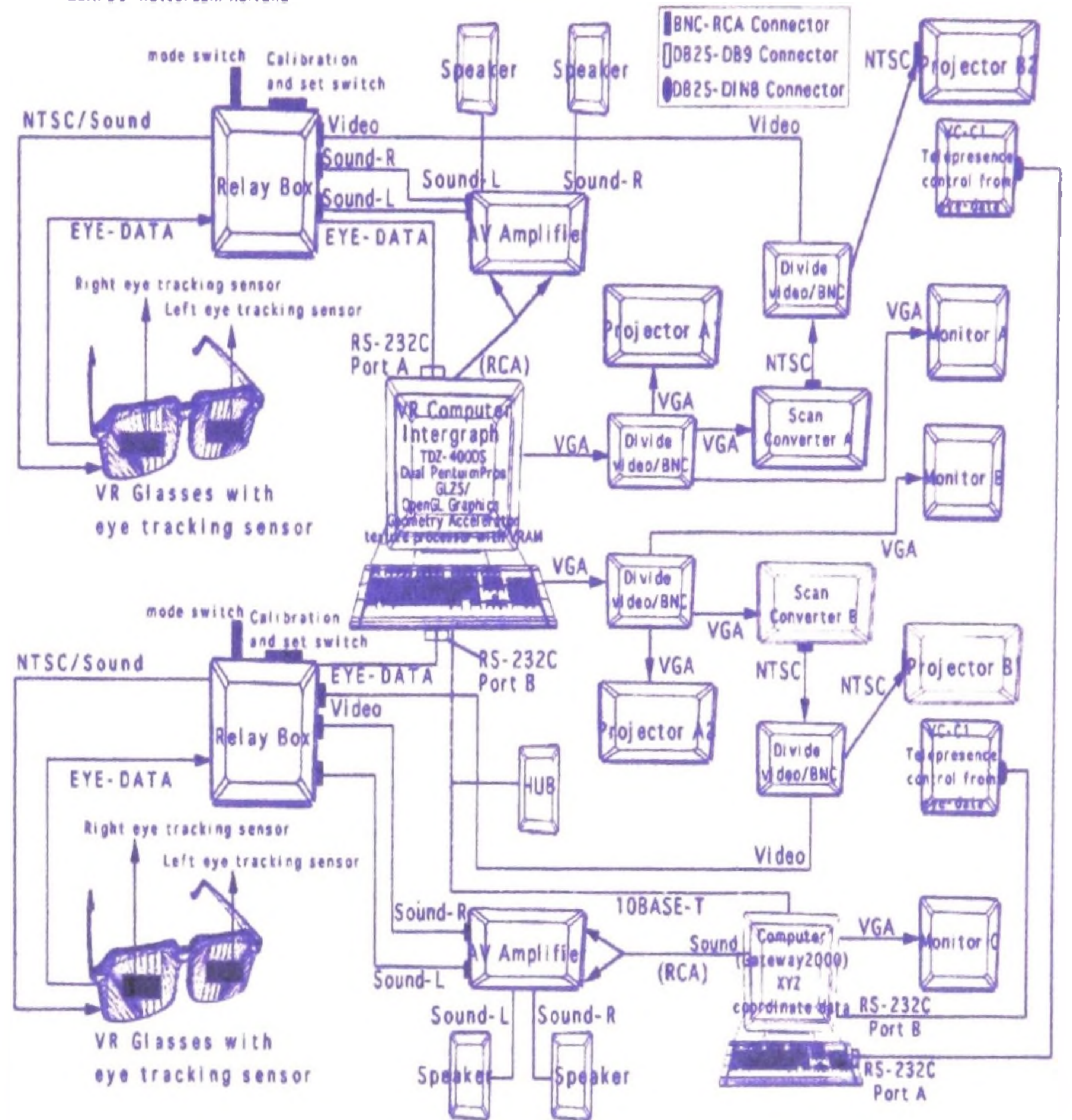
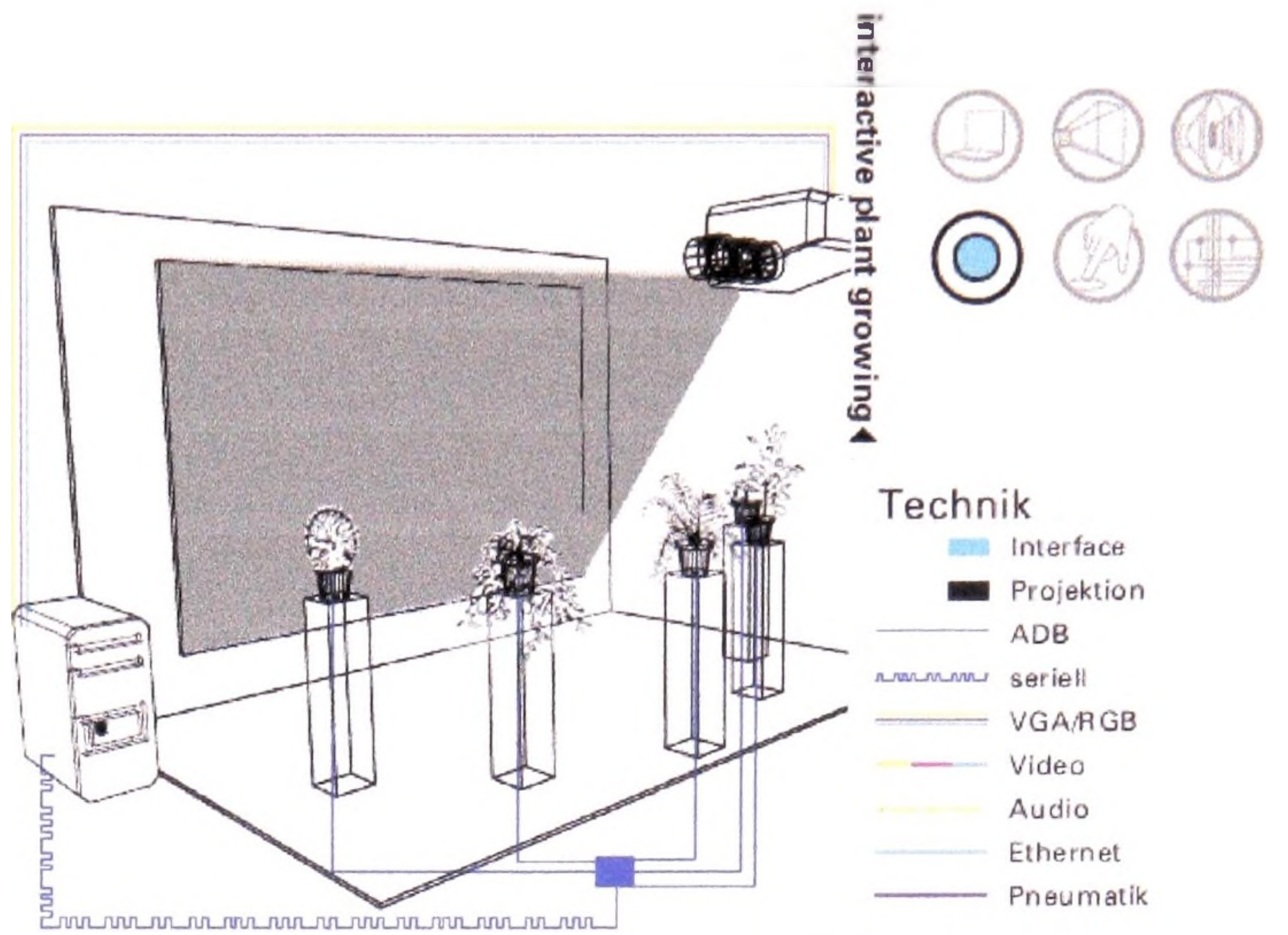


figura 15

figura 16





■ Figura 17

Figura 18

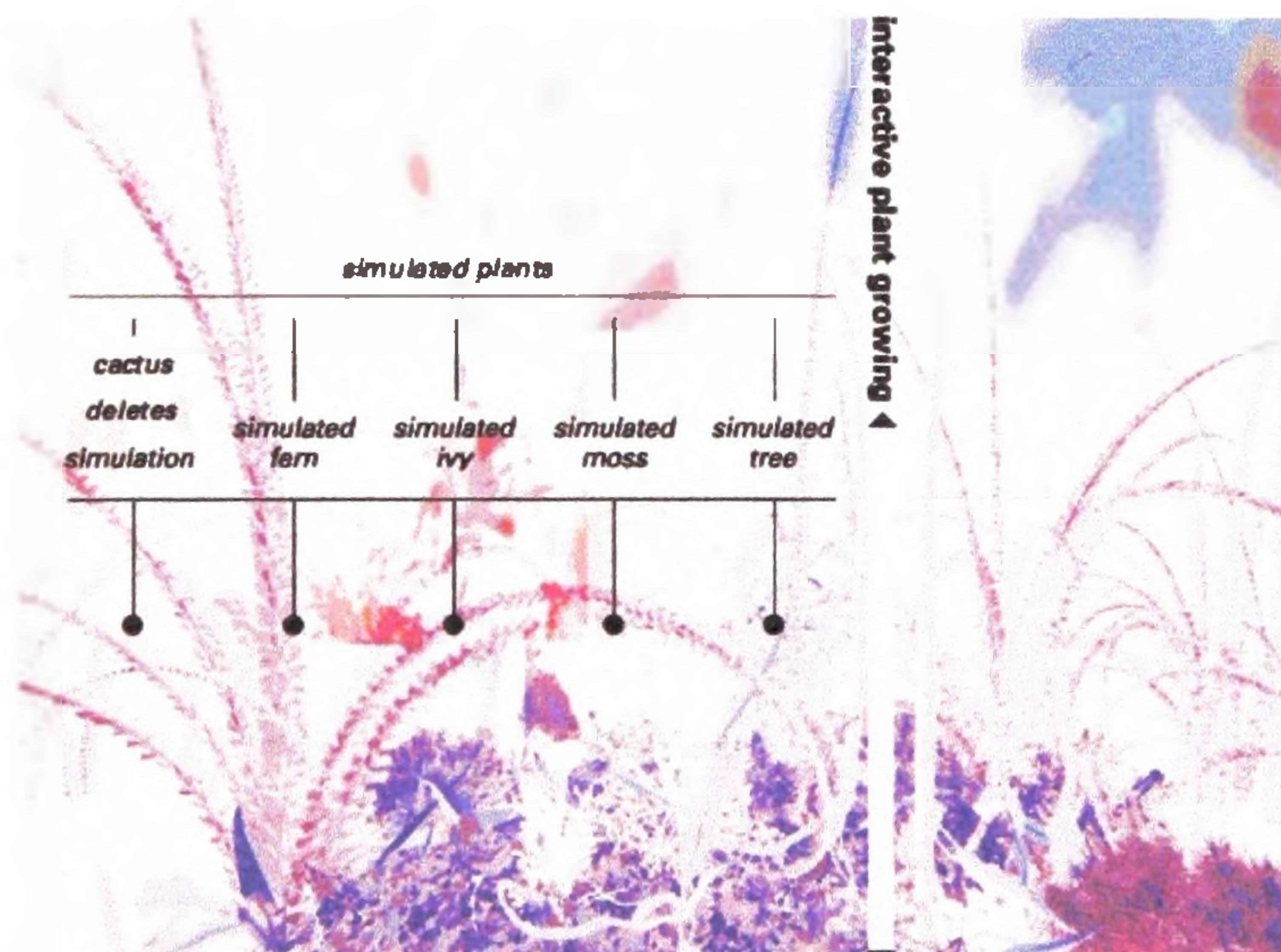
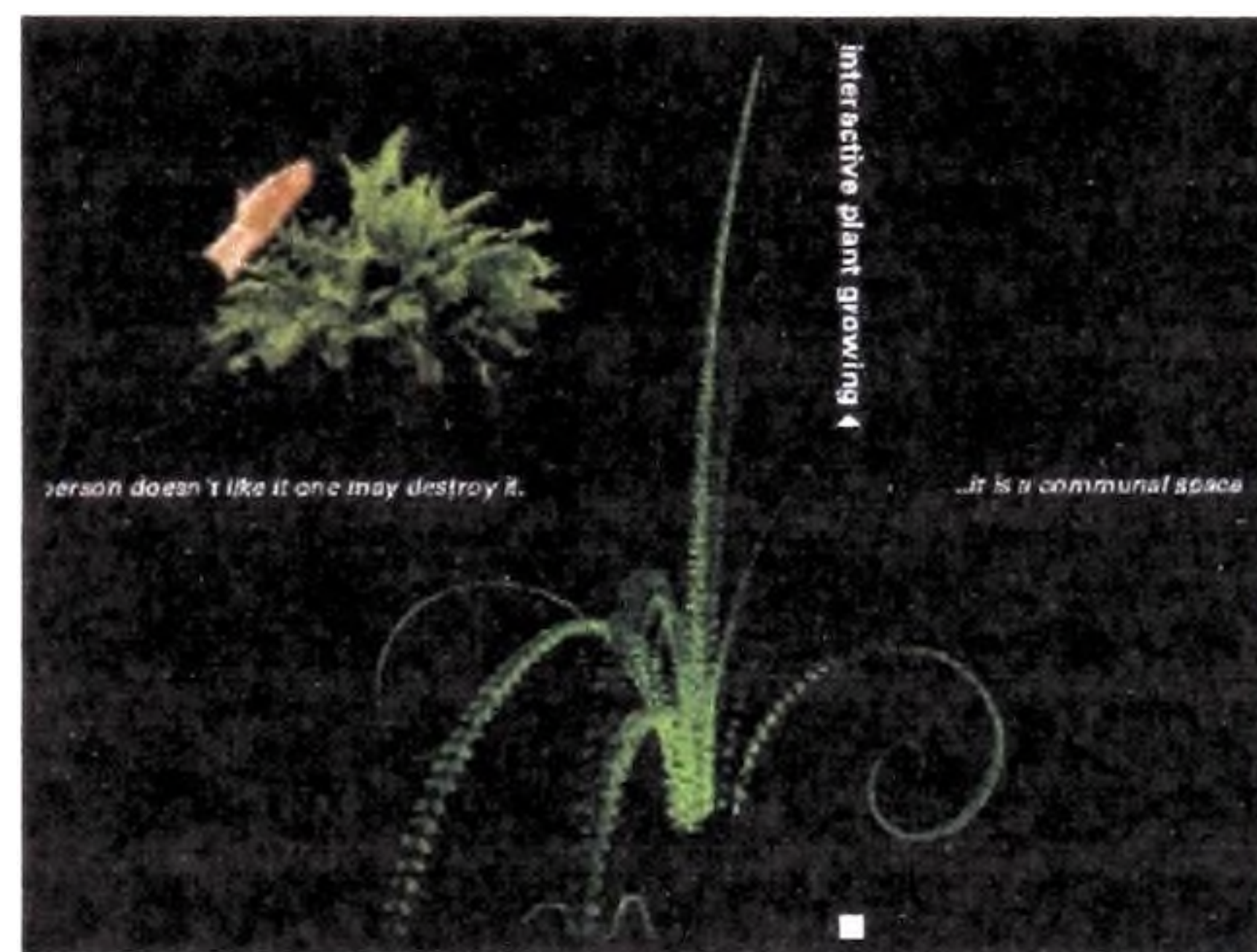


Figura 19

8.2.4.4 Legible City (Jeffrey Shaw)

Sentado em uma bicicleta, o usuário pedala e assim ativa um projetor que exhibe imagens logo a sua frente (fig 20). Essas imagens são versões tridimensionais digitais de três cidades: Karlsruhe (fig 21), Manhattan (fig 22) e Amsterdã (fig 23).

Na medida em que pedala, escolhendo o seu caminho por entre os volumes (representação das edificações daqueles locais), esses volumes se transformam em letras/palavras/frases.

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	2	Fator Gödel	2
Fator Multiplicidade	8	Fator Onda	2
Fator Bell	0	Fator Sincronia	0
Fator Interdependência	8	Fator Sinestésico	7
Fator Usabilidade	8	Fator Cinderela	8
Fator Comunicabilidade	9	Fator Aplicabilidade	1

8.2.4.5 Systems Maintenance (Perry Roberman)

Três níveis de imagem são justapostos em um imenso telão (fig 24). Cada nível é relativo a um modelo cuja natureza é distinta enquanto fisicalidade, mas que juntos são idênticos na forma (os três modelos representam móveis de uma casa). Cada modelo se apresenta num meio diferenciado:

- O 1º é uma maquete desses móveis (filmada por uma micro-câmera).
- O 2º é uma maquete virtual (exibida simultaneamente na tela de um computador e no telão).

- O 3º é um modelo em escala natural: o usuário pode sentar, deitar nesses móveis e principalmente arrastá-los (atividade viabilizada por rodinhas colocadas sob cada móvel). Esse modelo também é filmado por uma câmera (suspensa sobre os móveis).

Em todos os casos, o usuário pode mudar a disposição das partes de cada modelo, sendo que cada movimento é filmado pela respectiva câmera presente em cada um deles. Dessa maneira, todas as imagens captadas são projetadas simultaneamente no mesmo telão.

Os usuários são induzidos a tentar sincronizar as imagens de cada modelo, ajustando-os freneticamente.

Equalização (de 1 a 10):

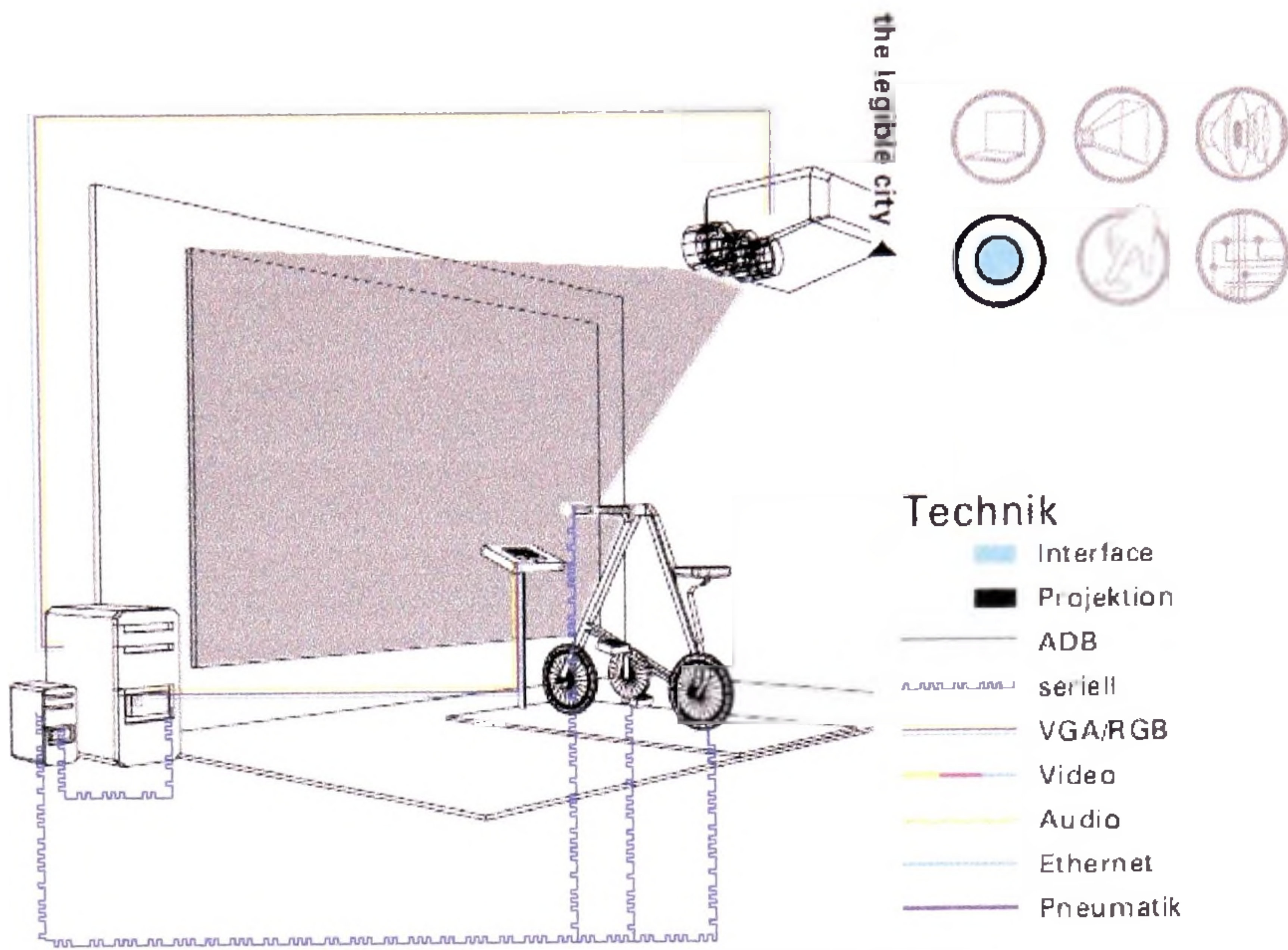
Fator Imprevisibilidade	9	Fator Gödel	8
Fator Multiplicidade	0	Fator Onda	10
Fator Bell	9	Fator Sincronia	10
Fator Interdependência	9	Fator Sinestésico	9
Fator Usabilidade	3	Fator Cinderela	2
Fator Comunicabilidade	7	Fator Aplicabilidade	1

8.2.4.6 Computer Crash (Jodi)

O grupo Jodi se caracteriza pela ironia de suas criações. Neste caso, eles simulam “panes” intermináveis em diversos computadores disponibilizados no festival. O usuário mais desavisado geralmente se desespera ao tentar usar esses computadores pseudo-infectados (fig 25).

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	9	Fator Gödel	7
Fator Multiplicidade	9	Fator Onda	1
Fator Bell	9	Fator Sincronia	4
Fator Interdependência	8	Fator Sinestésico	2
Fator Usabilidade	0	Fator Cinderela	2
Fator Comunicabilidade	8	Fator Aplicabilidade	0



■ Figura 20

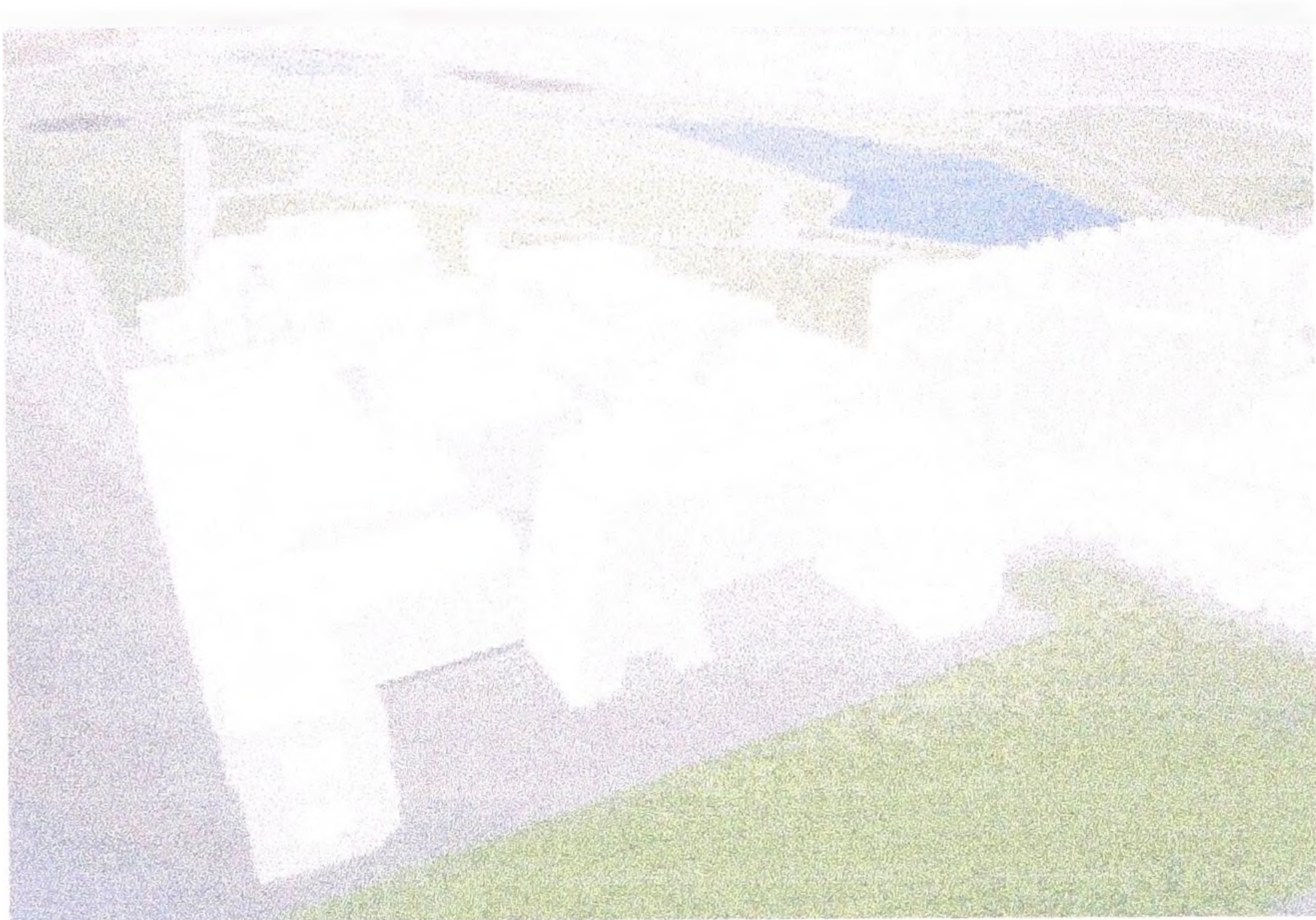


Figura 21



Figura 22

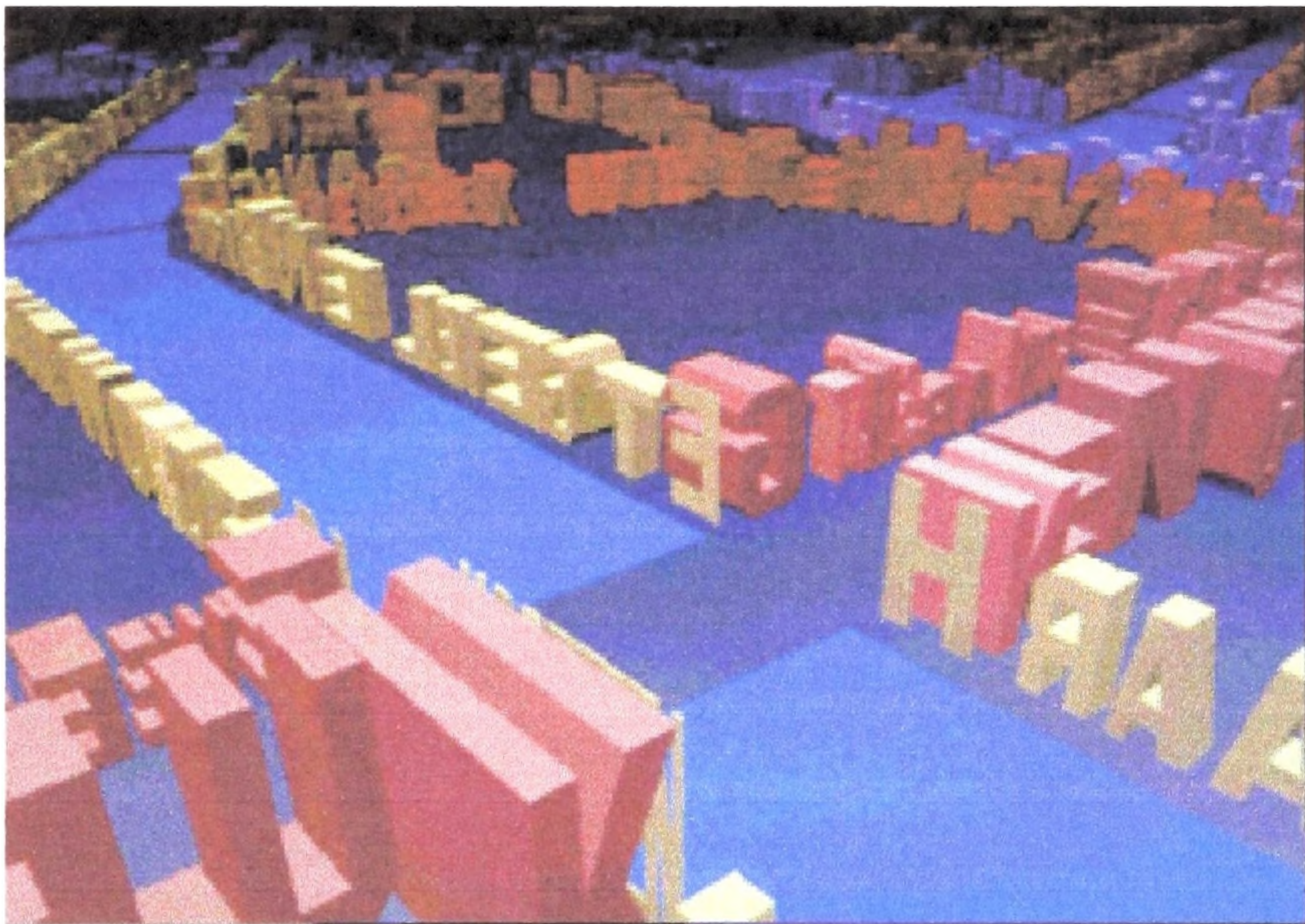


Figura 23

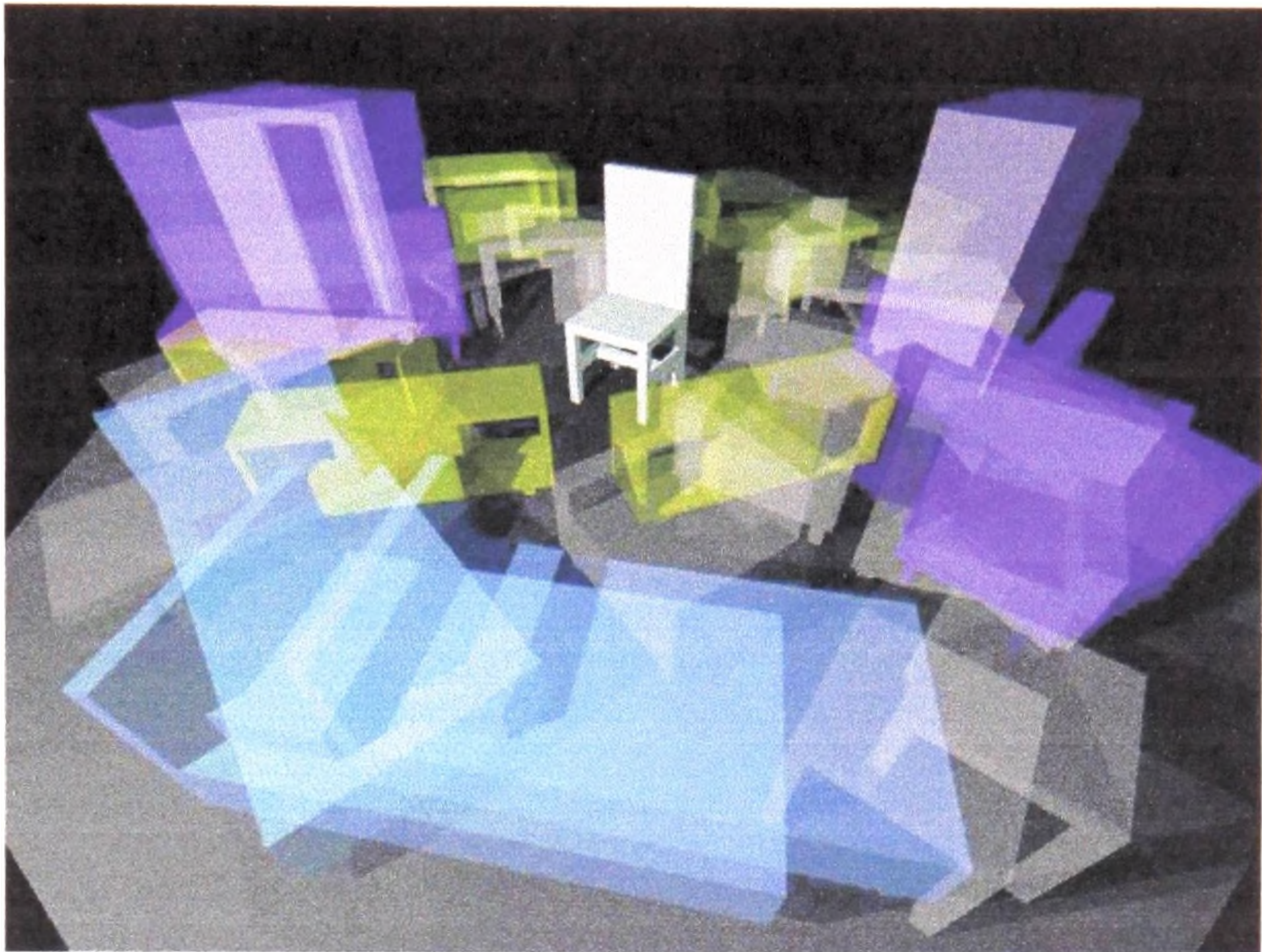


Figura 24

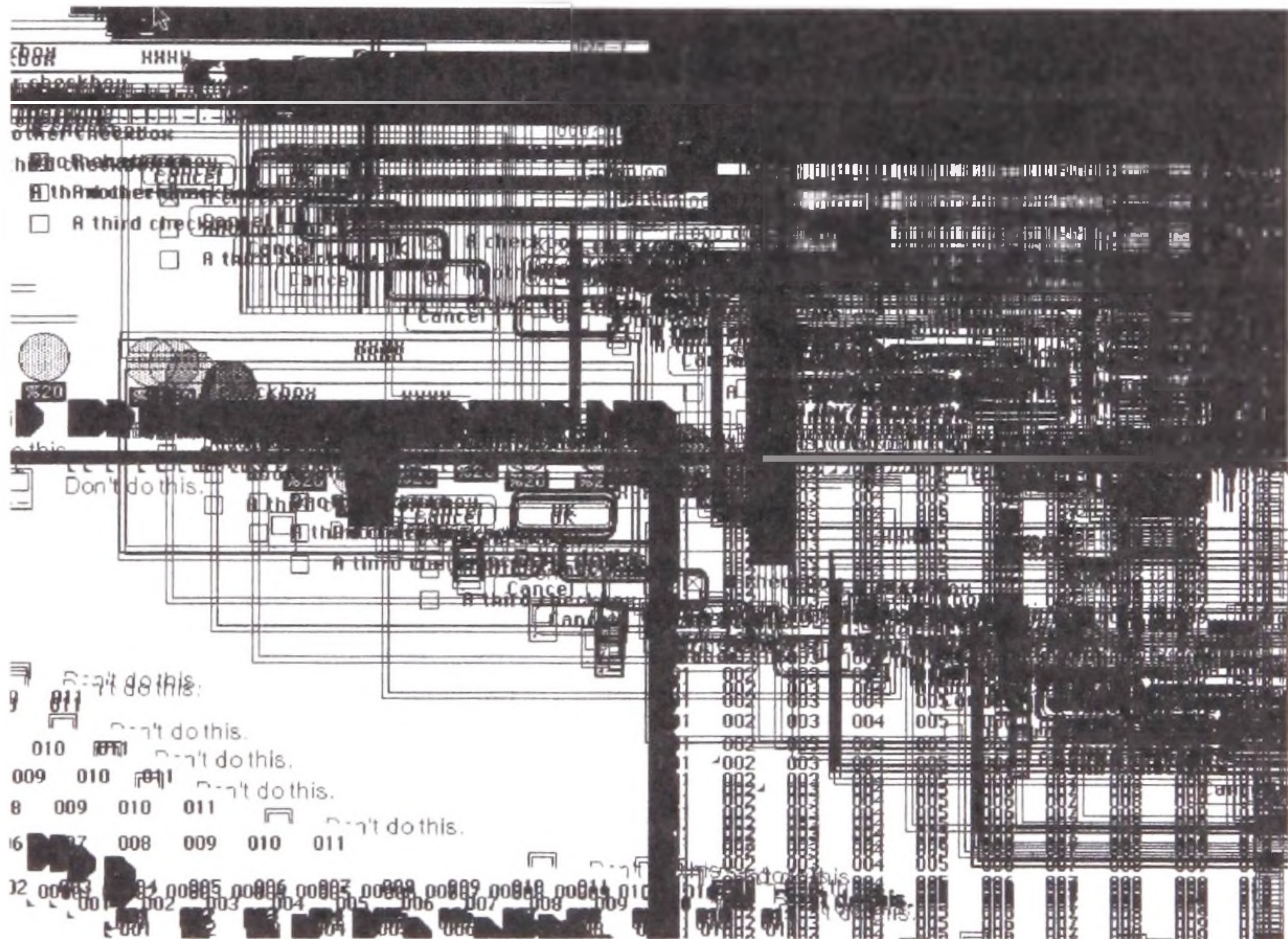


Figura 25

8.2.4.7 Dialogue with Knowbots South (K. Research)

Trata-se de uma instalação onde é possível interagir com os “Knowbots South”. Os knowbots (Knowledge + Robot, fig 26) são entidades etéreas geradas digitalmente. Eles são a manifestação visível de uma atualização contínua de dados. Esses dados são gerados na Antártica e são relativos à leituras científicas (dados climáticos e físicos) que estão em constante atualização. Essa informação é passada via satélite a centros de pesquisas que por sua vez repassam-na para os knowbots (fig 27).

Esses Knowbots são expostos em salas climatizadas (na verdade os próprios knowbots alteram as condições de temperatura dessas instalações fig 28, 29, 30).

Os usuários que adentram essas salas podem optar por “vestir” óculos cibernéticos e também conduzir uma “caneta” cibernética (fig 31). Com esses artefatos, o usuário pode interagir com os knowbots, acessando as informações objetivas as quais representam. Esse contato com os Knowbots pode torna-los mais “ativos” (fig 32).

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	7	Fator Gödel	8
Fator Multiplicidade	4	Fator Onda	6
Fator Bell	10	Fator Sincronia	4
Fator Interdependência	6	Fator Sinestésico	8
Fator Usabilidade	4	Fator Cinderela	8
Fator Comunicabilidade	4	Fator Aplicabilidade	2

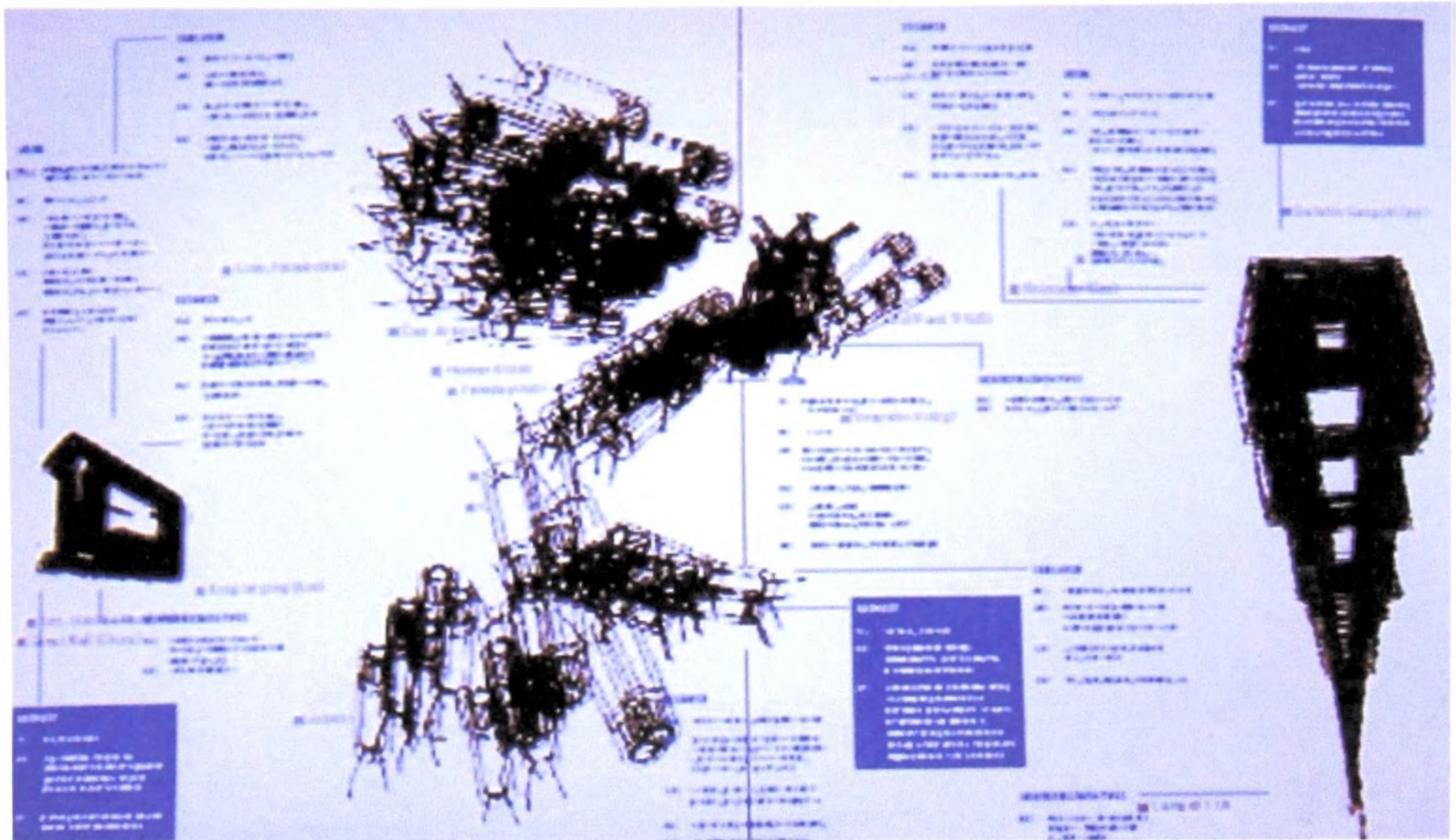


Figura 26

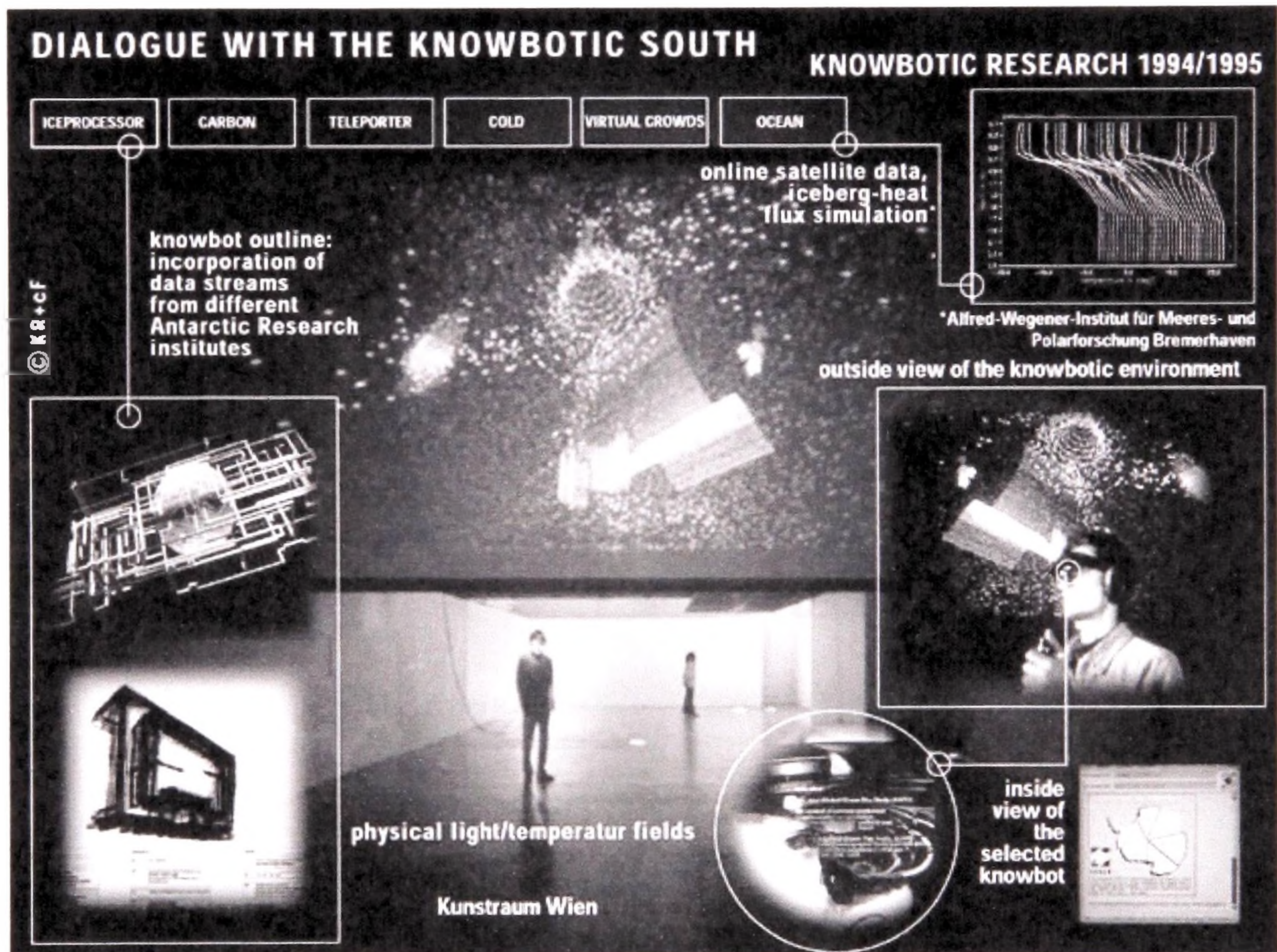


Figura 27

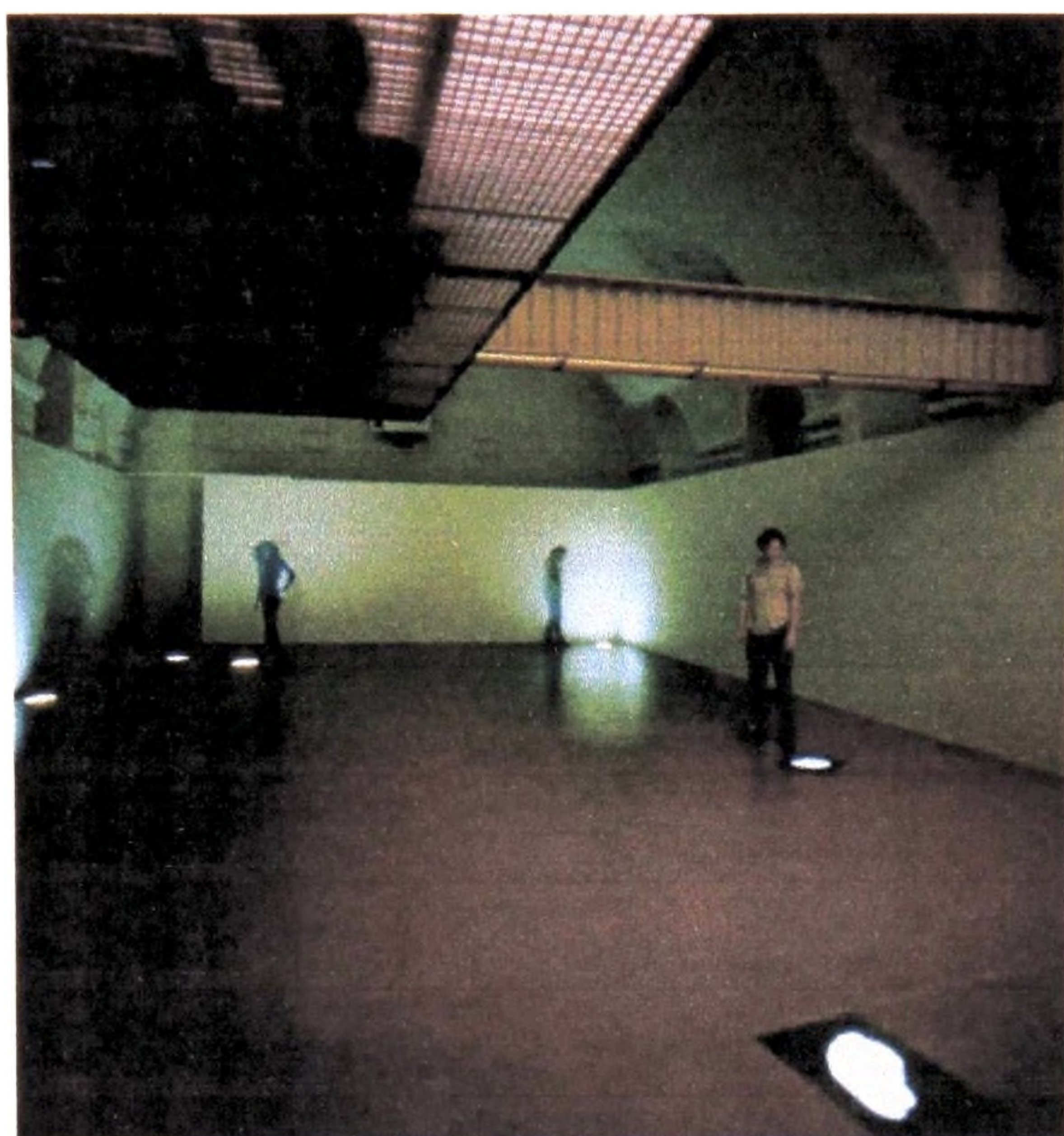


Figura 28

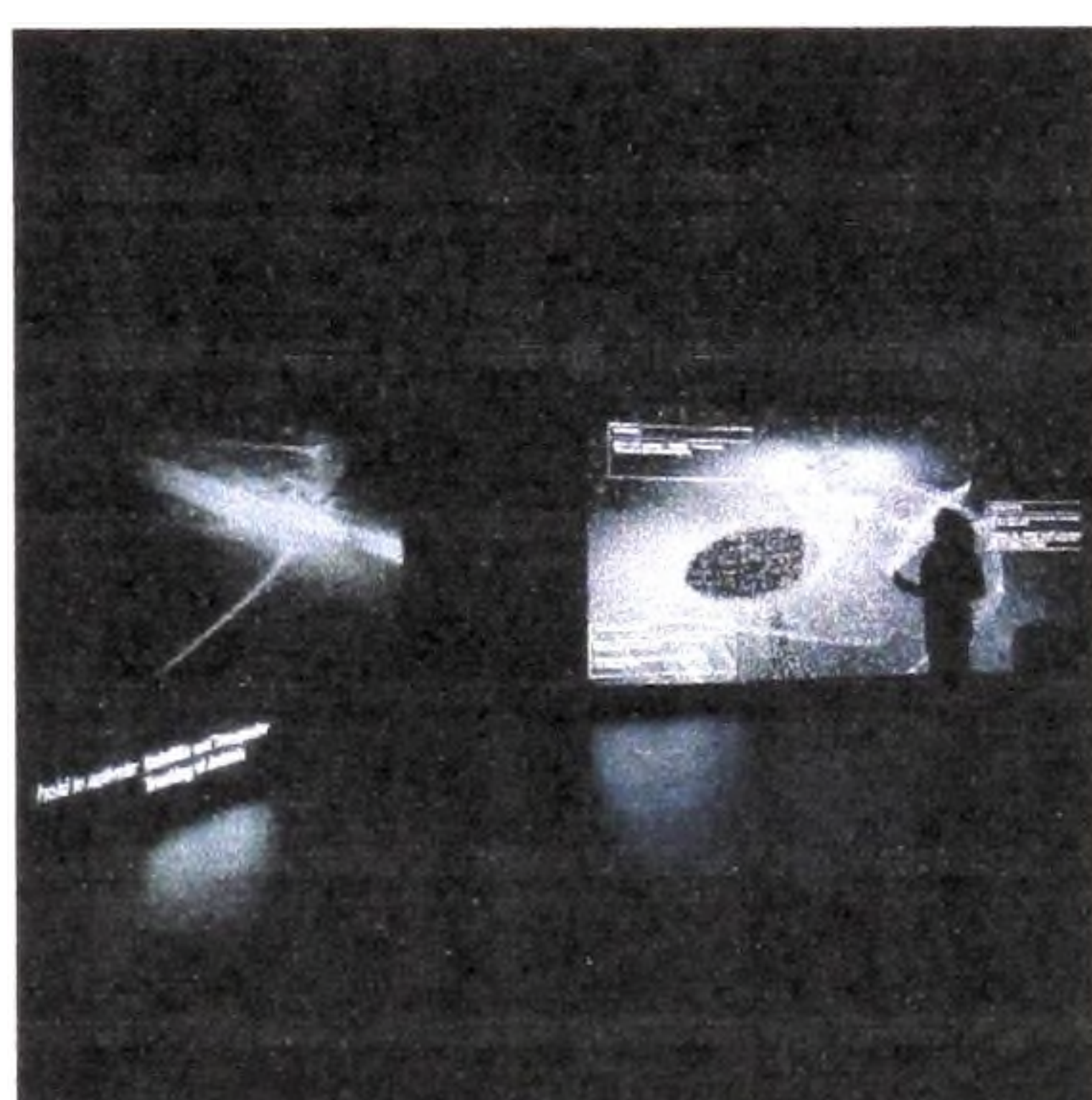


Figura 29

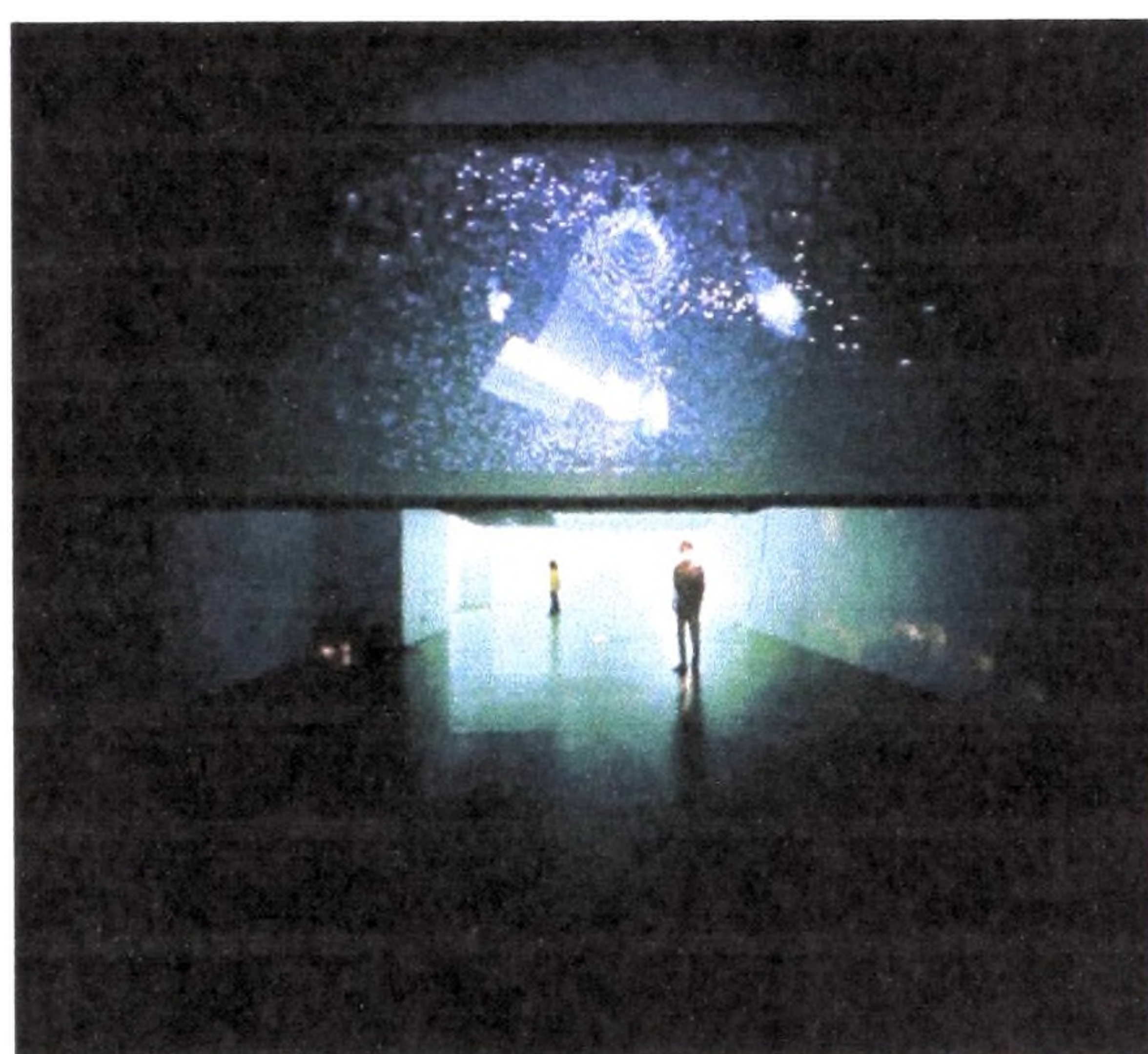


Figura 30

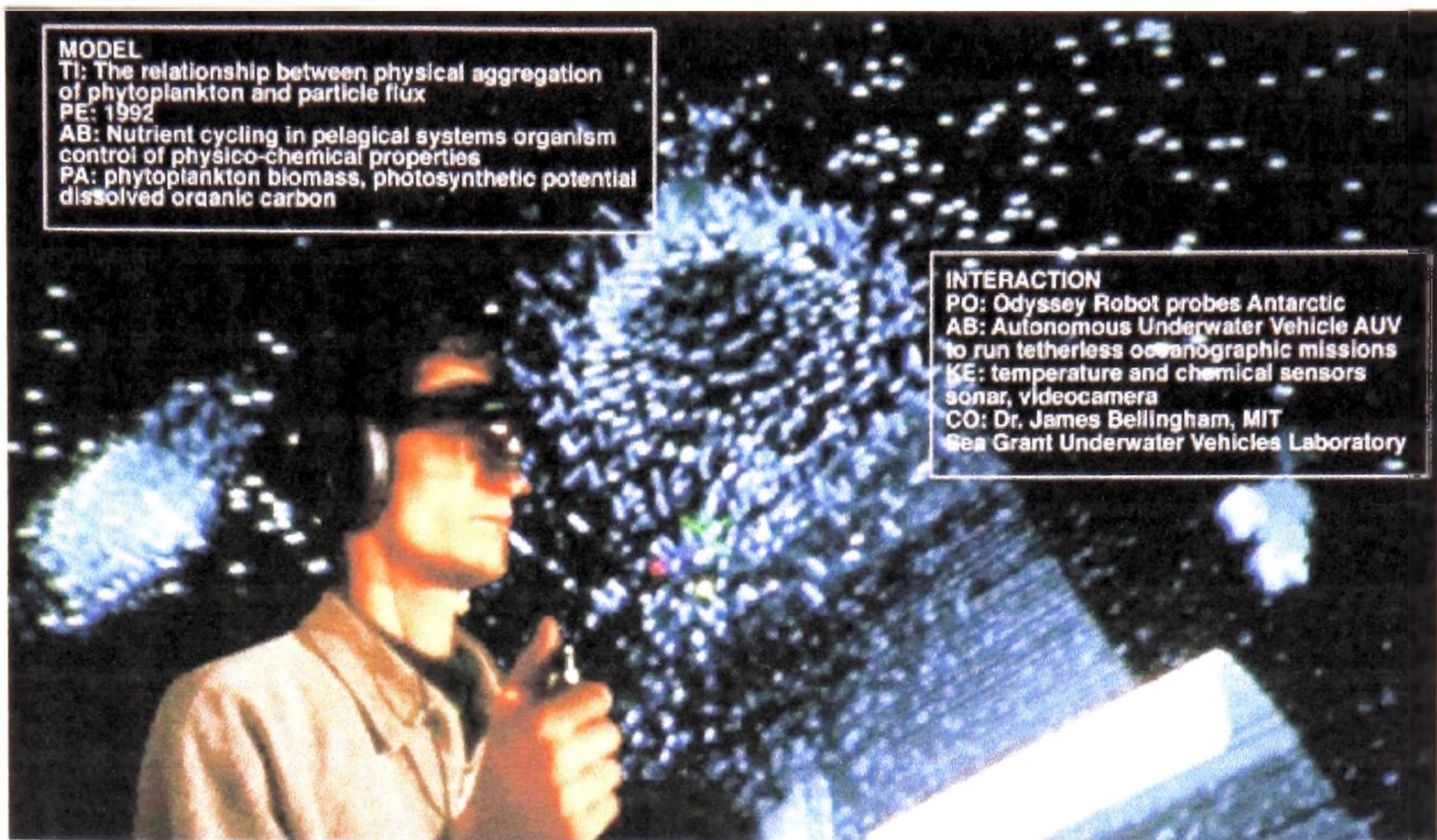


Figura 31

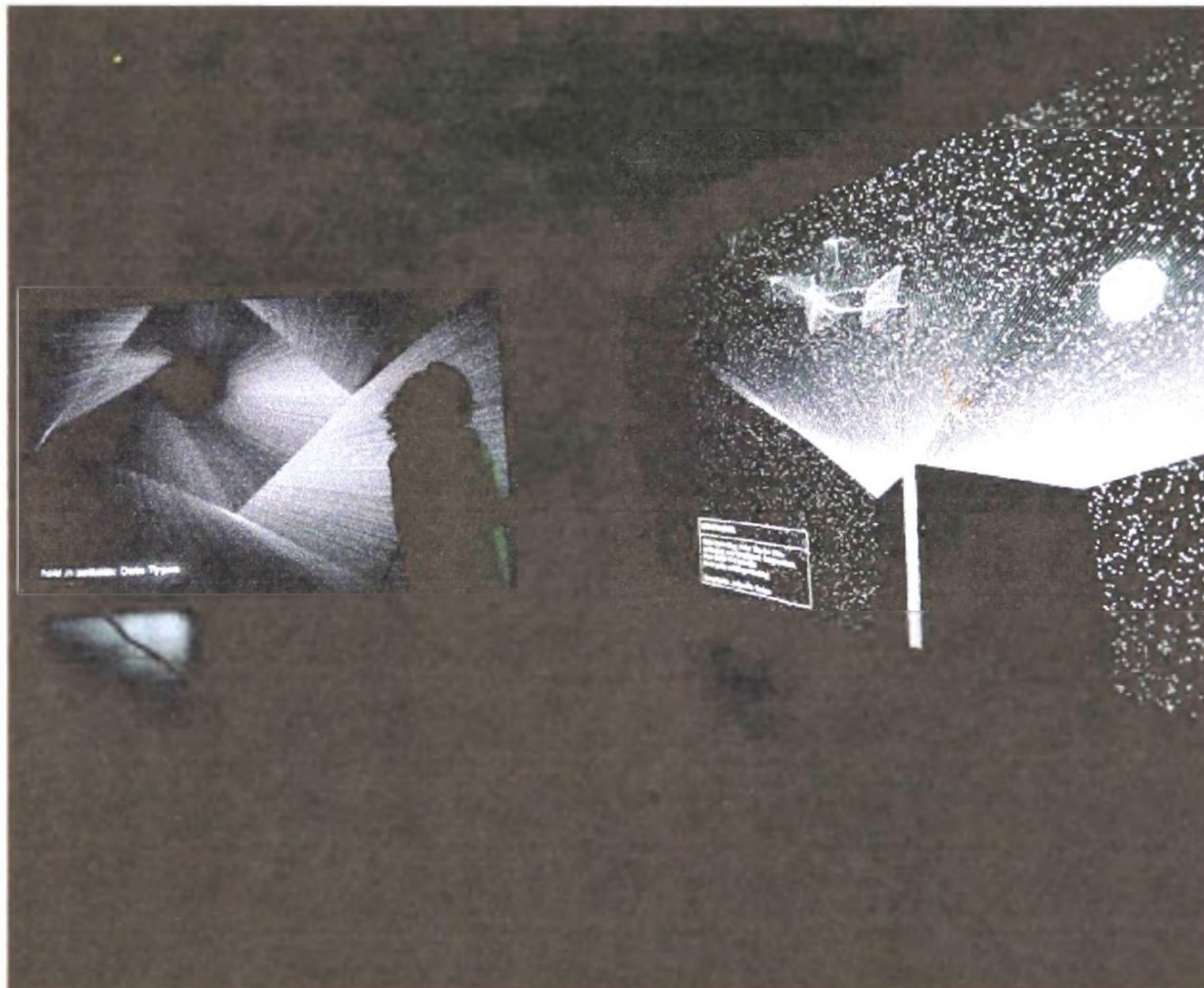


Figura 32

8.2.4.8 Theater Museum VR (Agnes Hegedüs).

O usuário adentra uma sala circular. Logo à sua frente ele vê uma grande tela. Entre a tela e ele existe uma mesa. Sobre ela existe um cilindro oco (+ ou - 1m de diâmetro). Esse cilindro possui uma pequena esfera que o usuário pode tomar em suas mãos (fig 33). Quando isso acontece, as imagens projetadas na grande tela reagem sincronizadamente aos movimentos da esfera. Na verdade, a esfera funciona como ponto de observação da superfície interna do cilindro. O interessante é que não há nada pintado na parede interna desse cilindro: as imagens projetadas são atualizações de um cilindro "virtual", cuja superfície muda constantemente, trabalhando com ícones relativos ao teatro. Isso acontece graças ao rastreamento da esfera por sensores colocados dentro do cilindro, que informa ao sistema onde e em que direção a esfera está apontada. Esse cilindro funciona como referência para a composição de coordenadas espaciais. Essas coordenadas são simuladas dentro do cilindro virtual, como se estivéssemos filmando daquele ponto de observação.

Na figura 34 temos uma ilustração mostrando uma justaposição do aspecto virtual (leituras sobre teatro) com o aspecto material do cilindro.

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	4	Fator Gödel	3
Fator Multiplicidade	3	Fator Onda	7
Fator Bell	0	Fator Sincronia	0
Fator Interdependência	8	Fator Sinestésico	6
Fator Usabilidade	6	Fator Cinderela	7
Fator Comunicabilidade	4	Fator Aplicabilidade	1

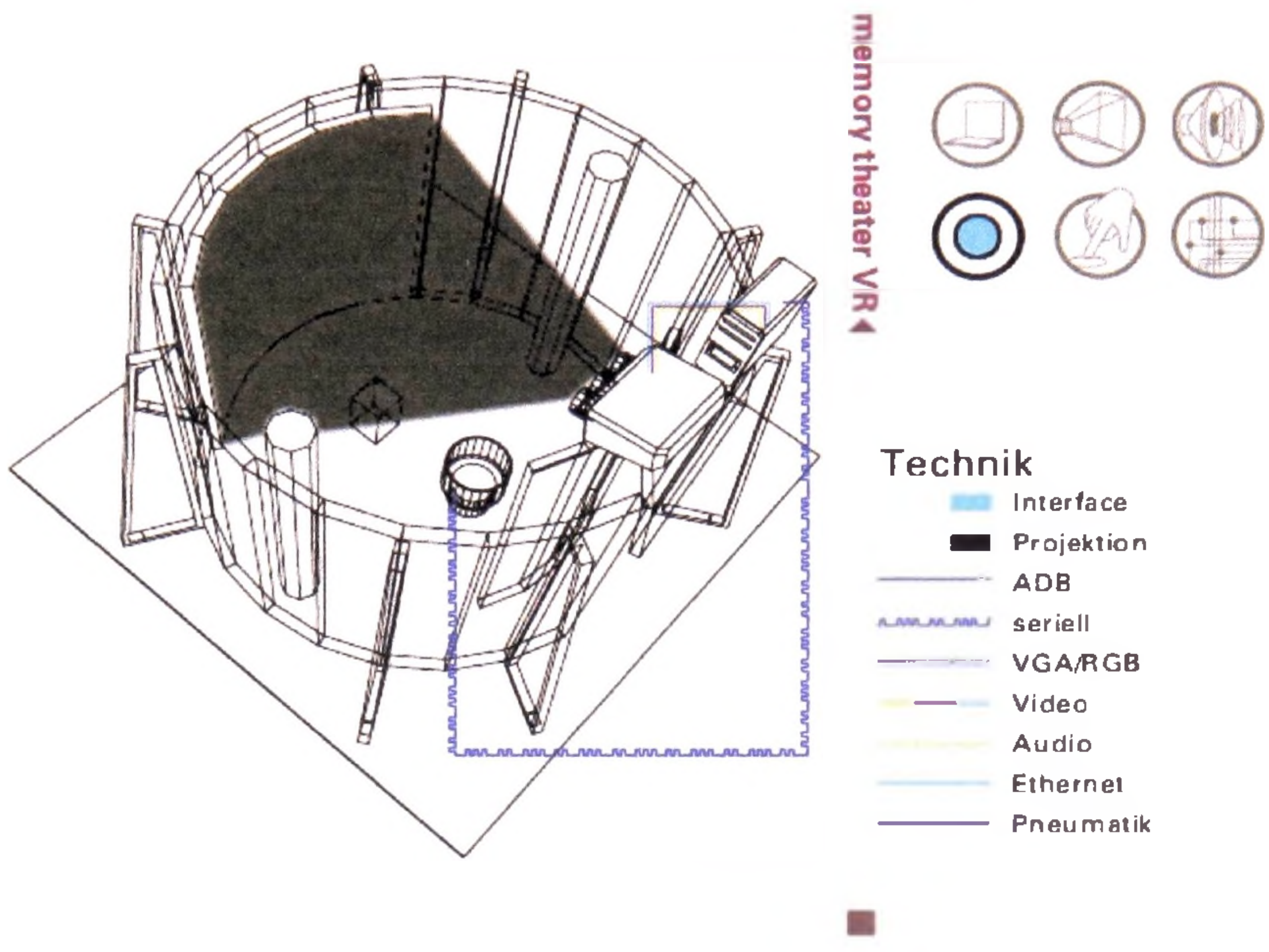


Figura 33

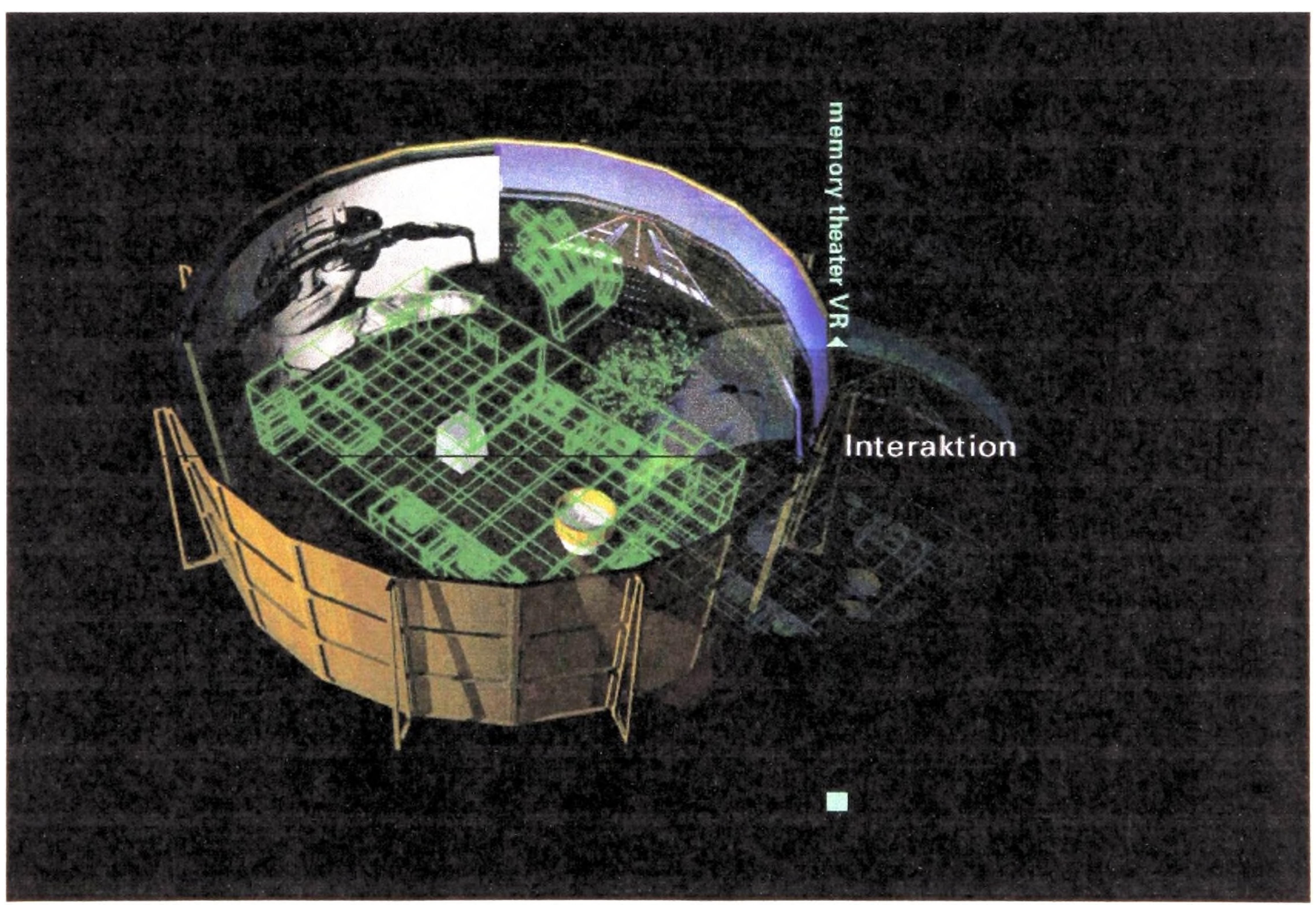


Figura 34

8.2.4.9 Tafel (Frank Fietzek)

Um aparato mecânico faz com que um monitor de vídeo deslize sobre uma lousa em branco. No entanto, ao deslizar sobre ela, o monitor exhibe palavras que estavam “escondidas” para a visão comum (fig 35). A leitura dessas palavras fantasmas só é possível quando situamos o monitor sobre elas. A efemeridade dessas palavras voláteis se explicita quando tentamos reencontrar uma palavra já lida: ao passarmos o monitor sobre o local onde se encontrava determinada palavra, acabamos encontrando uma outra (fig 36).

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	7	Fator Gödel	6
Fator Multiplicidade	4	Fator Onda	6
Fator Bell	0	Fator Sincronia	0
Fator Interdependência	6	Fator Sinestésico	6
Fator Usabilidade	8	Fator Cinderela	7
Fator Comunicabilidade	8	Fator Aplicabilidade	2

8.2.4.10 Happy Doomsday! (Călin Dan)

Essa interface é uma espécie de jogo que proporciona o embate de dois usuários entre si. Simula uma guerra onde os oponentes que escolhem um país da Europa para representar. A guerra, enquanto alegoria, é o pano de fundo para o desenrolar de uma interação um tanto quanto peculiar: ao invés de utilizarem artefatos comuns de manipulação de dados (mouse, joystick, etc), os usuários usam aparelhos de ginástica adaptados (fig 37), onde o movimento das pernas e dos braços determinam sua locomoção dentro do ambiente virtual tridimensional onde a “guerra” acontece (fig 38). Com isso, o usuário experimenta um esforço físico, sentindo a força da gravidade mesmo quando imerso nesse mundo virtual (fig 39).

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	6	Fator Gödel	4
Fator Multiplicidade	4	Fator Onda	6
Fator Bell	0	Fator Sincronia	0
Fator Interdependência	7	Fator Sinestésico	8
Fator Usabilidade	3	Fator Cinderela	6
Fator Comunicabilidade	6	Fator Aplicabilidade	2

8.2.4.11 Portrait n. 1 (Luc Courchesne)

O usuário se depara com uma imagem de um rosto de mulher que aparece numa cabine à sua frente, após um jogo de espelhos (fig 40). Um tom intimista é dado à interação quando uma quase presença (da mulher) é gerada: a escala da imagem é do tamanho natural de um rosto. A mulher tenta estabelecer contato com usuário propondo um diálogo. Sua voz é calma e sedutora. Ele então entra no jogo e se utiliza de um menu de perguntas e respostas que aparece na tela (fig41).

Hora ela parece envolvida, hora ela se mostra desinteressada...

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	3	Fator Gödel	2
Fator Multiplicidade	10	Fator Onda	0
Fator Bell	0	Fator Sincronia	0
Fator Interdependência	8	Fator Sinestésico	2
Fator Usabilidade	9	Fator Cinderela	5
Fator Comunicabilidade	8	Fator Aplicabilidade	4

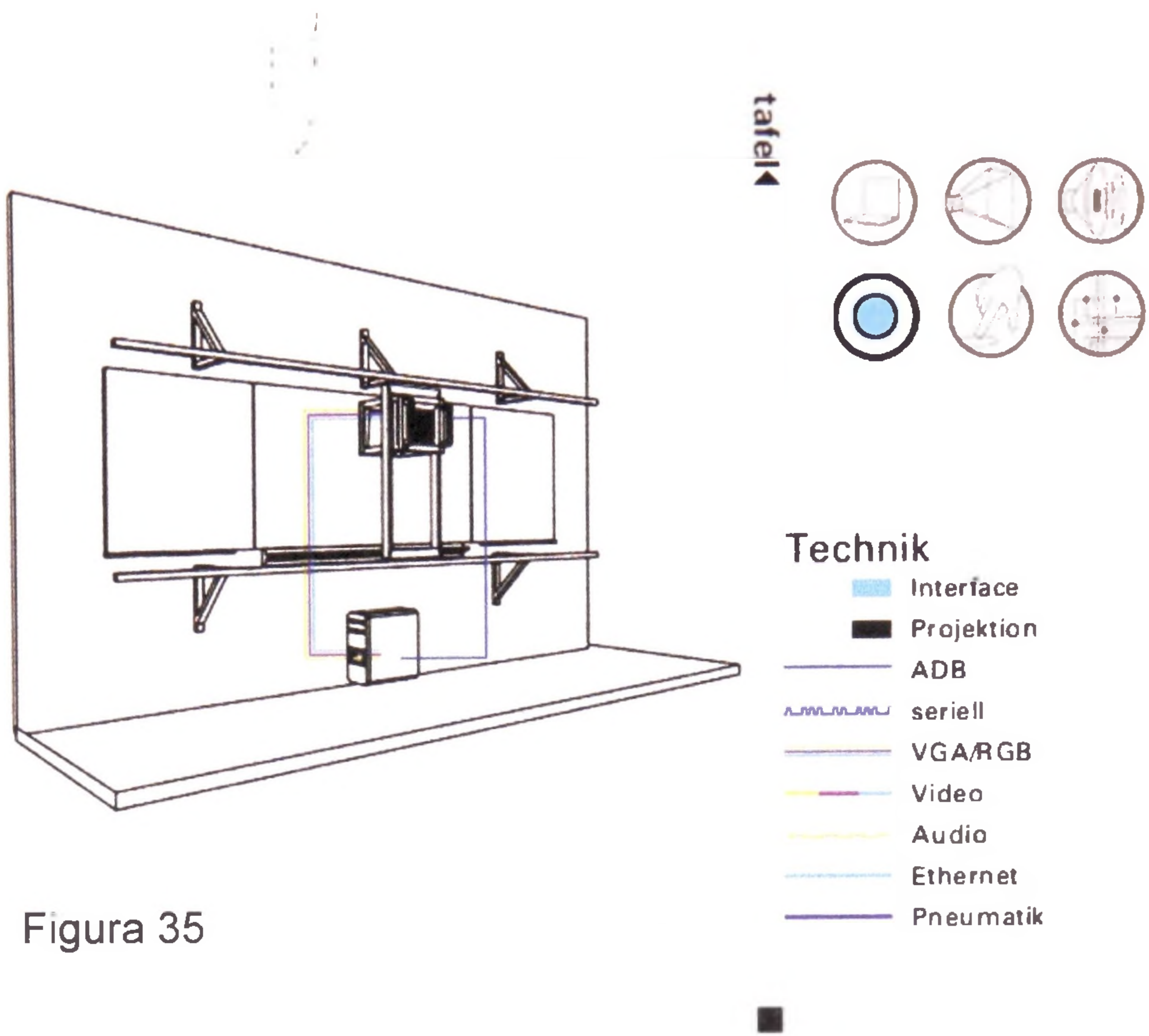


Figura 35

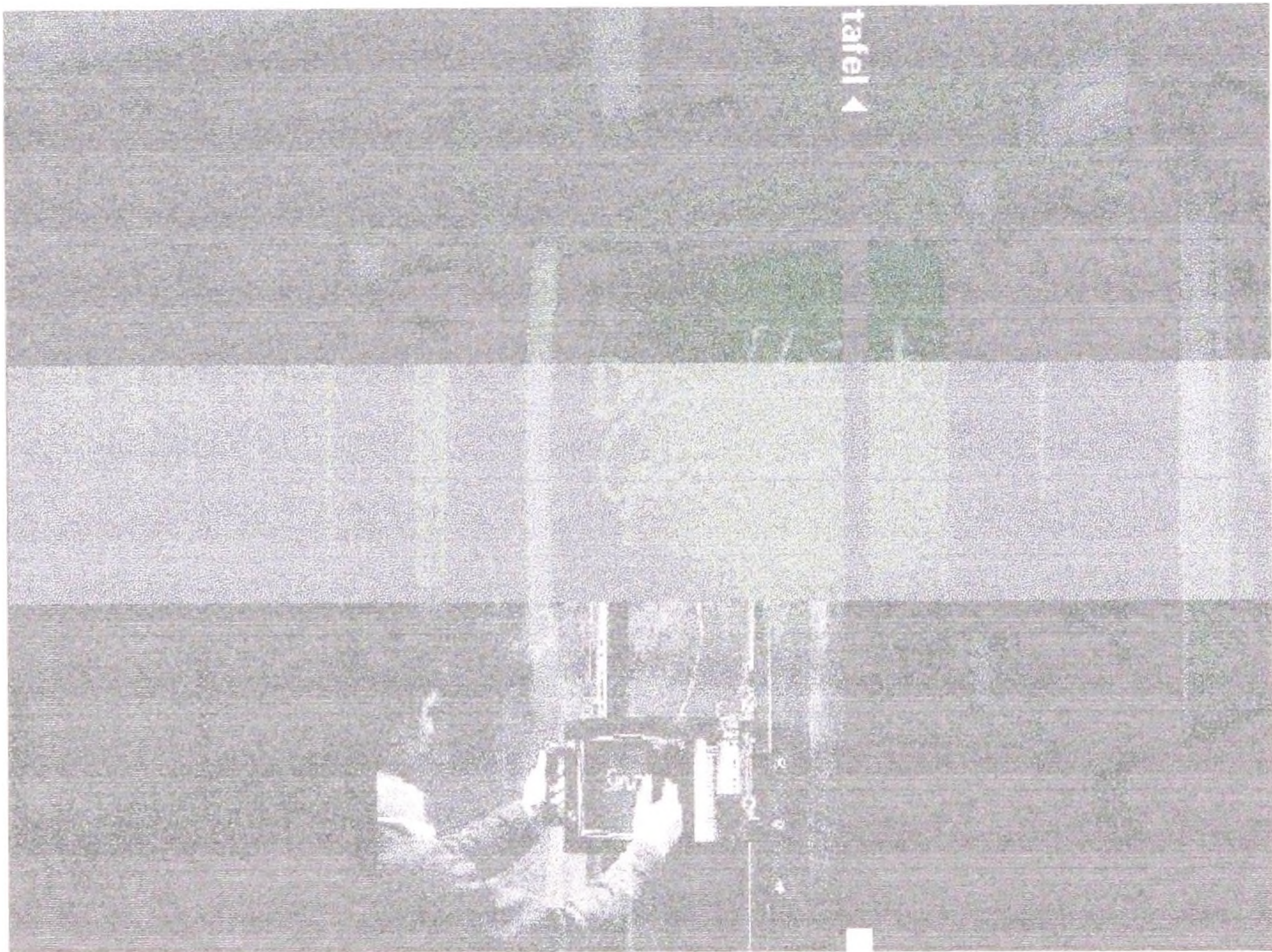


Figura 36

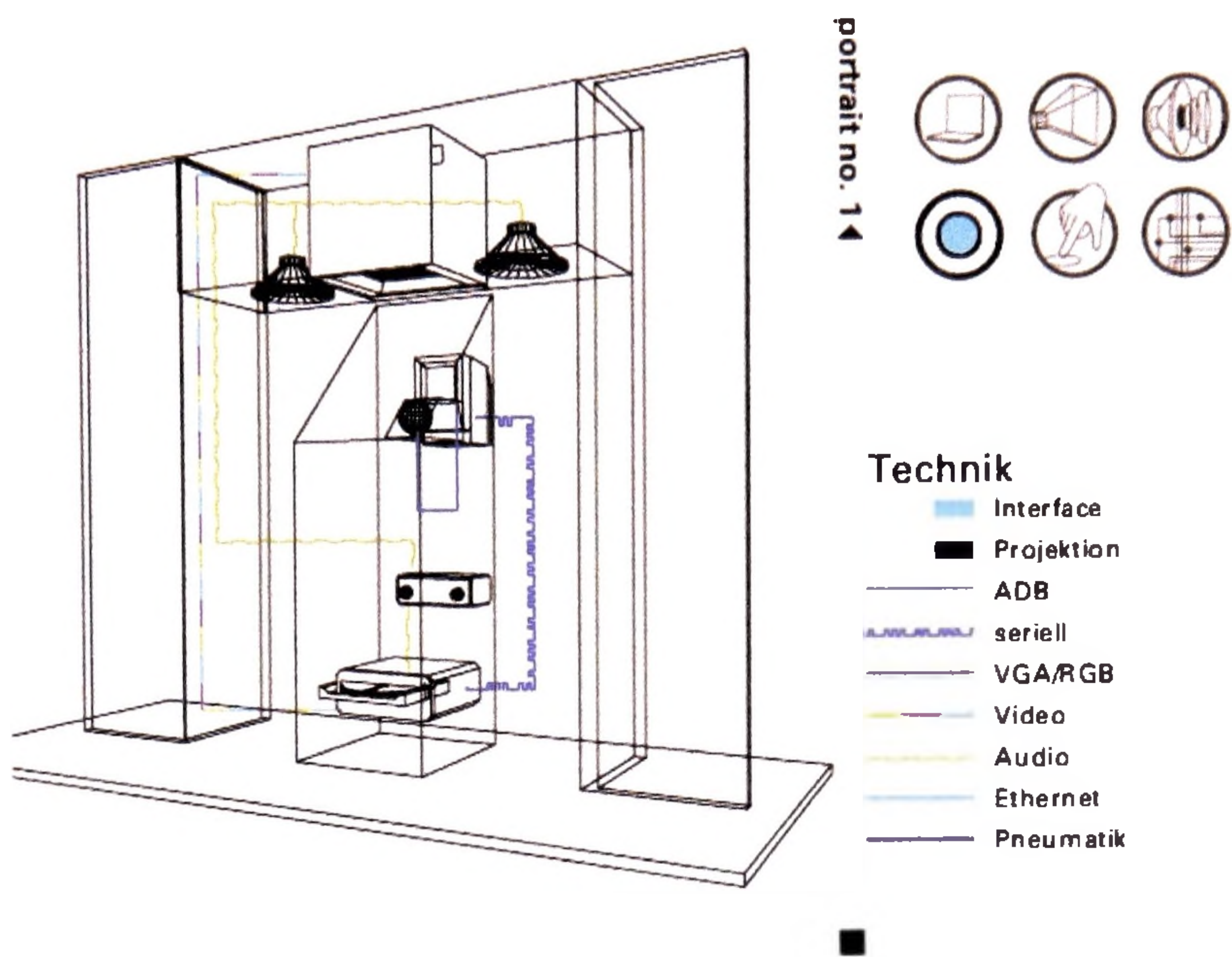


Figura 40

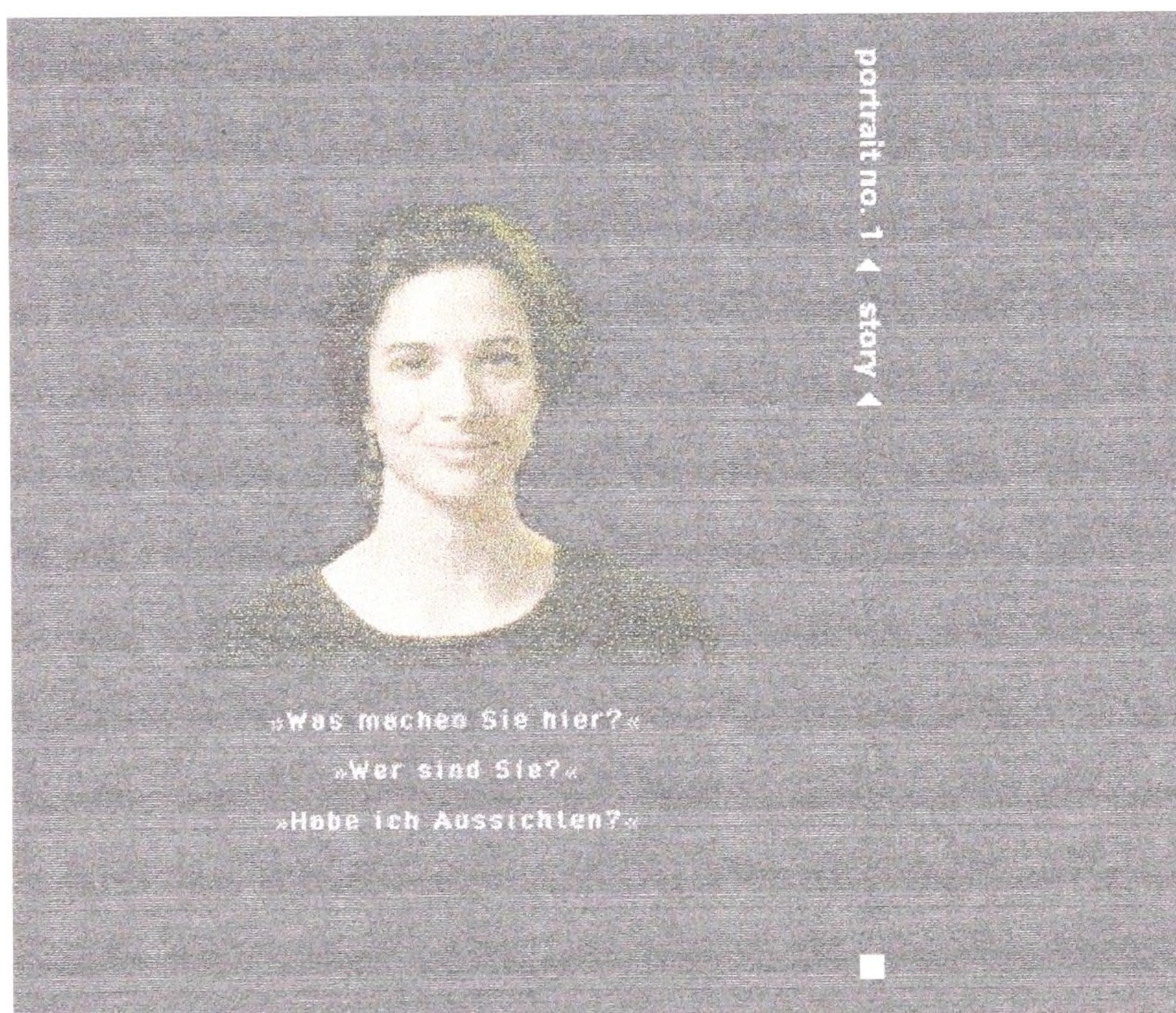


Figura 41

8.2.4.12 Digital Body Automata (Jill Scott)

Vários sensores são distribuídos em diversos pontos de uma sala (fig 42). Eles estão conectados a um sistema que controla um “autômato” (fig 43) colocado em posição destacada na sala. Quando as pessoas passeiam e se aproximam desse autômato, ele reage repulsivamente à presença “inconveniente” desses visitantes, de forma verborrágica.

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	6	Fator Gödel	5
Fator Multiplicidade	3	Fator Onda	2
Fator Bell	0	Fator Sincronia	0
Fator Interdependência	6	Fator Sinestésico	3
Fator Usabilidade	8	Fator Cinderela	8
Fator Comunicabilidade	6	Fator Aplicabilidade	3

8.2.4.13 World, Membrane & The Dismembered Body (S. Mikami)

Dentro de uma sala isolada acusticamente (fig 44), são colocados no usuário estetoscópios que transmitem sons provenientes de suas “entranhas” (coração, pulmão e intestino, principalmente). Esses sons são amplificados assustadoramente e traduzidos para uma imagem digitalizada projetada na parede interna da sala. Essa imagem consiste numa superfície aramada que “dança” ao som de “órgãos”.

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	8	Fator Gödel	8
Fator Multiplicidade	1	Fator Onda	9
Fator Bell	0	Fator Sincronia	0
Fator Interdependência	8	Fator Sinestésico	9
Fator Usabilidade	7	Fator Cinderela	9
Fator Comunicabilidade	7	Fator Aplicabilidade	3

8.2.4.14 Nuzzle Afair (Massaki Fujiata)

Dois lugares separados geograficamente estão conectados via Internet. Ao participar do evento, cada um dos vários usuários isolados assume uma identidade virtual: um avatar que mistura a imagem do rosto do usuário a volumes coloridos. Esses avatares, controlados pelos usuários, percorrem um ambiente virtual em busca do contato com outros avatares. Ao se locomover esse avatar deixa um rastro visível que pode ser percorrido por um outro avatar (fig 45). Quando isso acontece, o outro avatar alcança o primeiro, conseguindo penetrar em seu interior. Lá dentro, o avatar intruso assume o comando do avatar hospedeiro durante o tempo que lhe convir.

Equalização (de 1 a 10):

Fator Imprevisibilidade	7	Fator Gödel	3
Fator Multiplicidade	4	Fator Onda	6
Fator Bell	10	Fator Sincronia	10
Fator Interdependência	9	Fator Sinestésico	4
Fator Usabilidade	6	Fator Cinderela	7
Fator Comunicabilidade	8	Fator Aplicabilidade	6

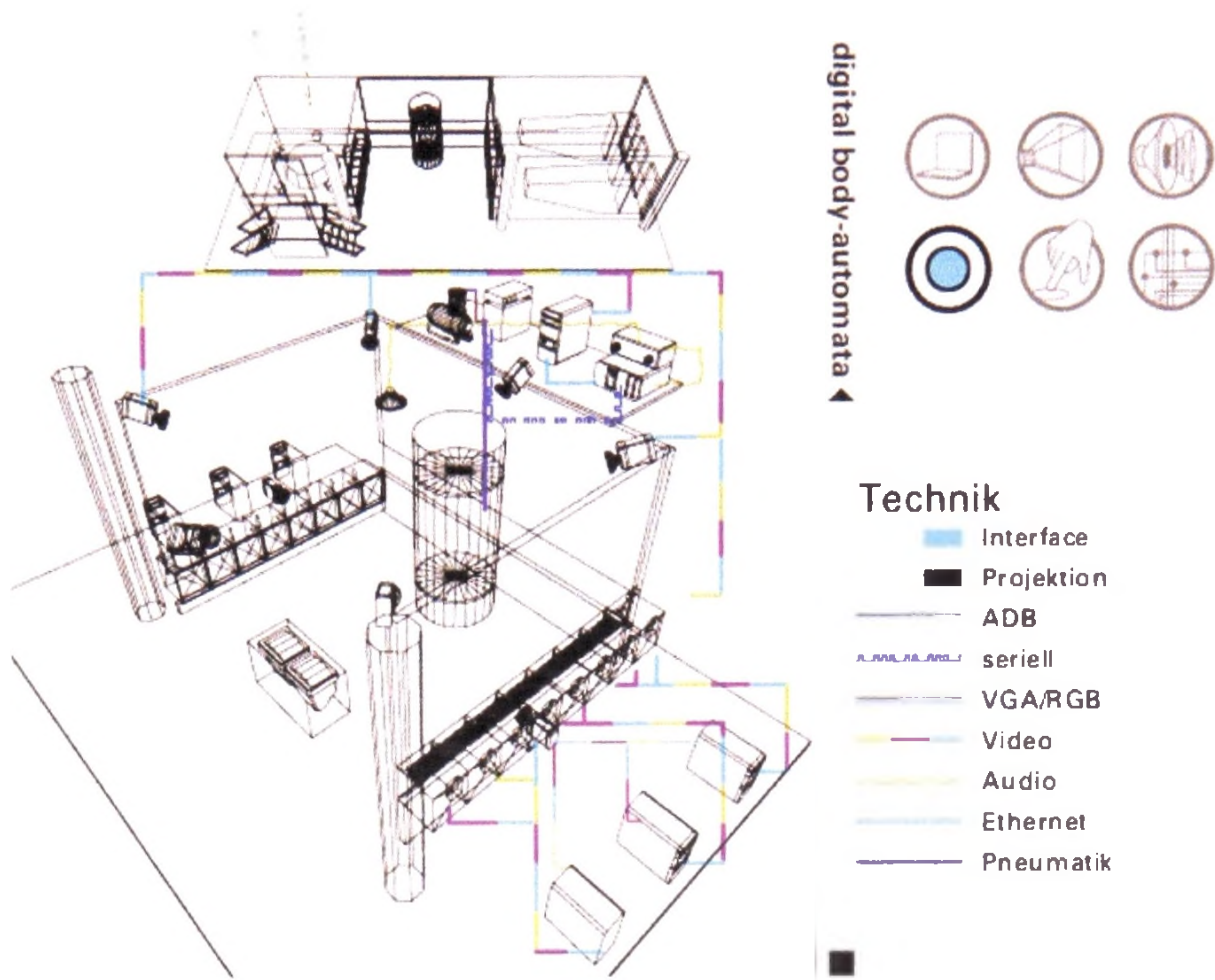


Figura 42



Figura 43



Figura 44

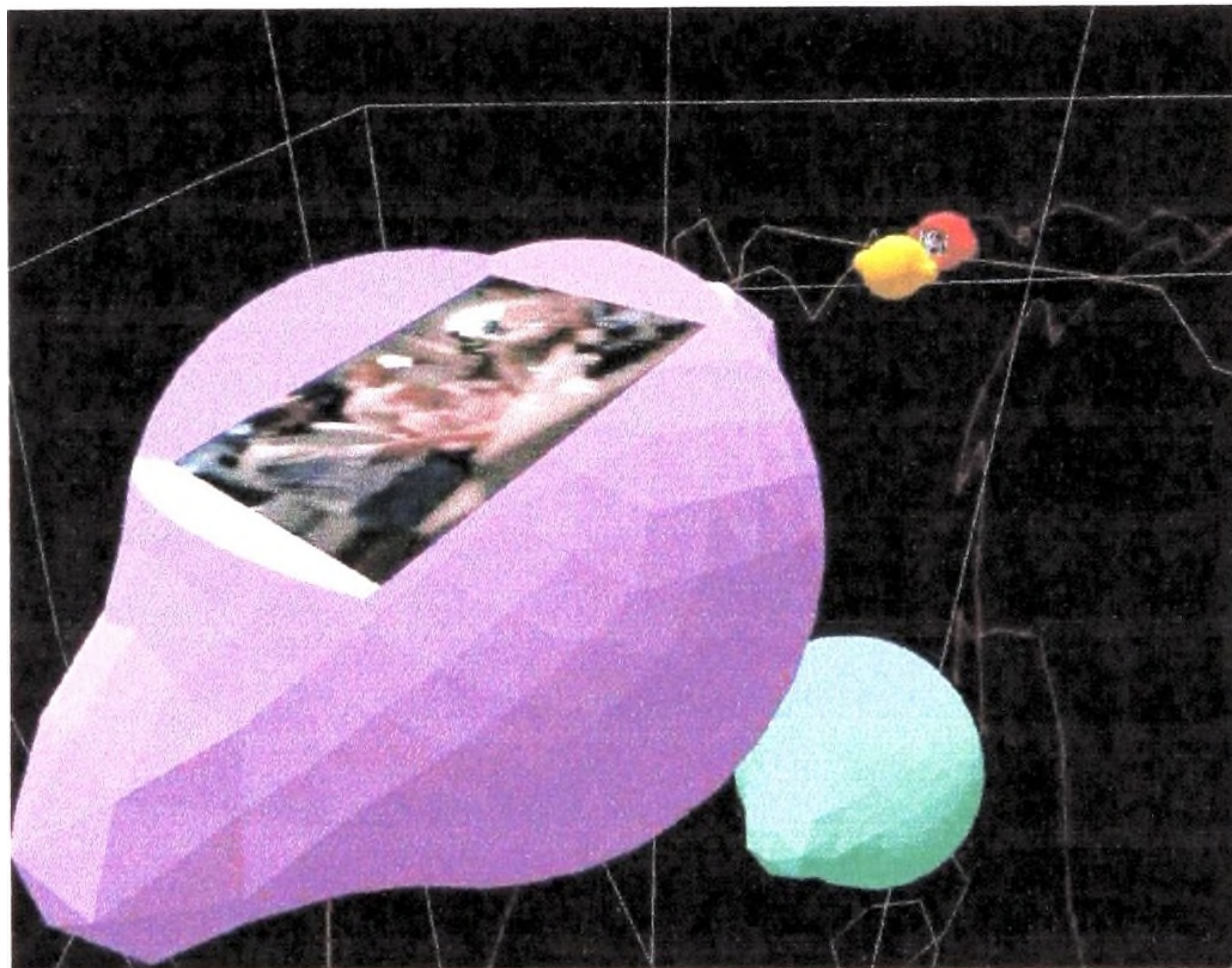


Figura 45

9 Conclusão

Como foi colocado no início deste trabalho, eu me dediquei à escrever e parametrizar um fenômeno (a interatividade de certas obras eletrônico-digitais) de forma a passar para o leitor recursos para que pudesse compreender a dinâmica do envolvimento entre o usuário e o autor da obra, via computador. Desde o início deste empreendimento, no entanto, eu estava ciente da dificuldade em sensibilizar indiretamente o leitor sobre esse envolvimento pois este, a princípio, não havia experimentado as obras citadas. Essa dificuldade se assemelha à tentativa de descrever um poema sem dar ao leitor a oportunidade de ler o poema e assim se envolver diretamente com “engenhosidade” e habilidade do autor em conduzir (até certo ponto) a fruição estética.

Voltando à interatividade, busquei caracterizá-la como uma atividade que se virtualizava no momento da concepção do jogo (do envolvimento) na mente do autor e que se atualizava no momento em que o autor externalizava e tornava esse jogo um objeto tangível. Essa tangibilidade, no entanto, se apresentava como algo ainda em processo de realização no momento da interação: o autor colocava à disposição do usuário toda a potencialidade do envolvimento. Essa potencialidade, pré-determinada por natureza, diz respeito à capacidade do jogo em “assimilar” o usuário, captando, com maior ou menor habilidade, as atividades realizadas por este durante a interação. Concordando em parte com a Engenharia Semiótica, vale dizer que a interatividade só pode ser entendida, portanto, sob a perspectiva que engloba desde a concepção virtualizante (e seus valores e conceitos embutidos subliminarmente), passando pela materialização dessa concepção que culminará num jogo tangível, cujas opções pré-estabelecidas tentarão dar conta de envolver em menor ou maior grau o usuário final. Para que esse envolvimento aconteça, é necessário que o autor consiga entrar em contato com o repertório do usuário, comunicando, de alguma maneira, as regras iniciais e sugerindo as atividades que poderão ser deflagradas na interação (Fator Usabilidade e Fator Comunicabilidade). Ressaltei que, geralmente, essa construção se dava via elaboração de uma metáfora que criava uma correspondência entre o

universo do usuário e o universo computacional. Essa correspondência “revestia” o universo computacional inóspito com características familiares ao mundo do usuário. Essa ilusão de similaridade eu comparei à idéia de pacto ficcional: O usuário finge acreditar que o que é visto não são impulsos elétricos binários que se organizam coerentemente a ponto de gerar imagens e sons tangíveis. Ele “crê” “estar” em um “lugar” ou até se envolvendo com “alguém”. Com isso, o autor consegue criar a atmosfera do envolvimento, dando muitas vezes a sensação de se estar “navegando” livremente, sendo total a liberdade de escolha do que fazer e para onde ir (sabemos, no entanto, que o que acontece realmente é a interação do Fator Multiplicidade com o Fator Onda).

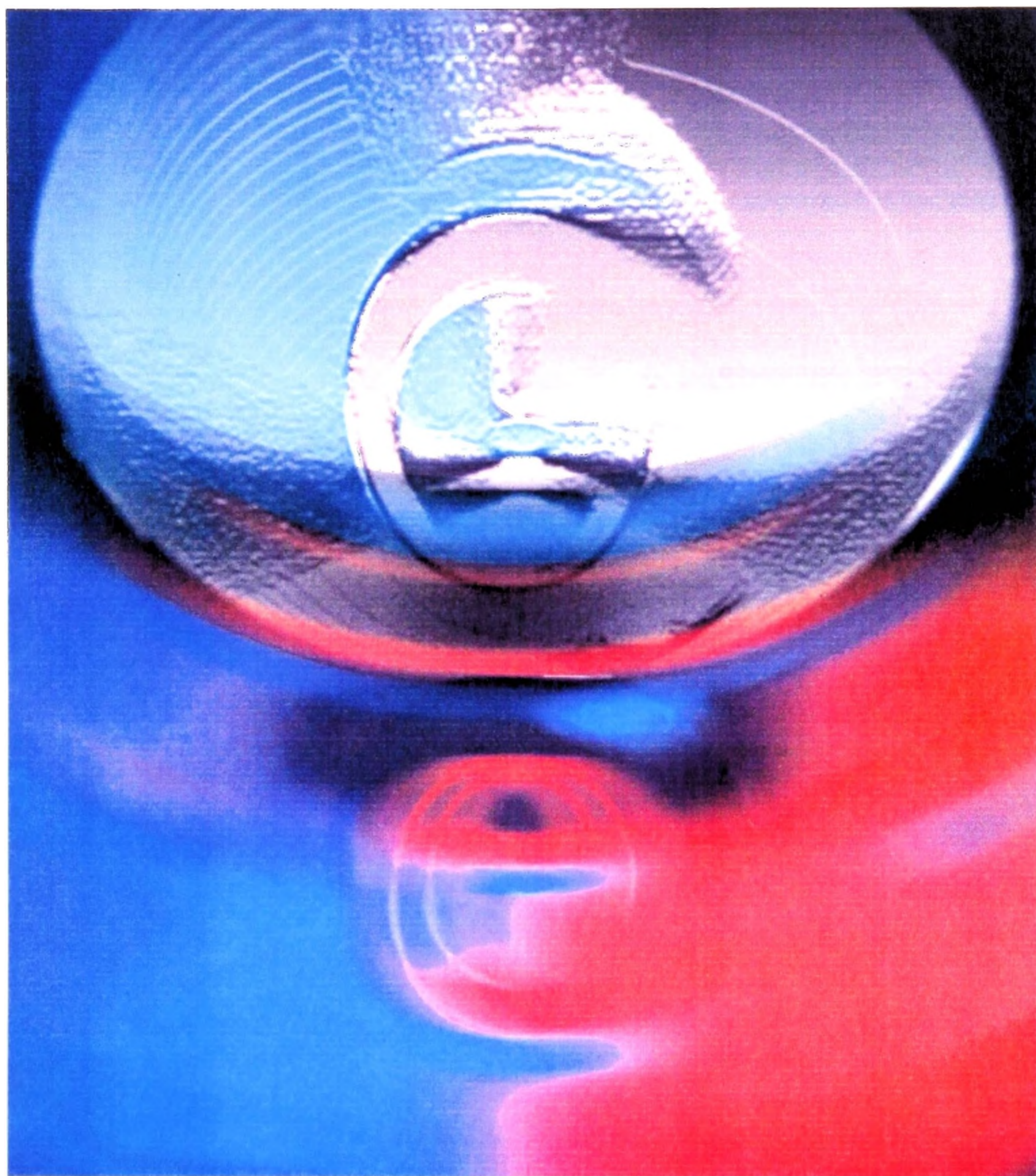
Disse ainda que, quando o pacto ficcional não é desfeito, a sensação de correspondência permanece na mente do usuário. Esse não rompimento, como foi dito, pode ser índice de que na verdade, na mente de quem criou a interação, as distinções entre o que é vivo e natural e o que é artificial e matemático são praticamente inexistentes (ver I.A. forte, por exemplo). A metáfora escolhida para efetuar o contato inicial é confundida com o próprio o objeto à quem ela se referencia, induzindo o usuário a acreditar em uma analogia quase que total entre eles. A interface gerada nesses moldes eu chamei de *membrane*, pois esta funcionaria como uma membrana permeável que possibilitaria a entrada amigável do usuário no mundo do computador, mundo este camuflado de “natural”, tangível aos nossos sentidos por consequência.

Como contraponto à essa postura, apontei as interações que em determinado momento, rompessem com o pacto ficcional, mostrando que uma ilusão de similaridade havia sido criada para que o universo do computador se tornasse tangível. O artificial para tal efeito seria conseguido via metalinguagem, explicitando a estrutura e a lógica que compõem o meio. A essas interfaces dei o nome de *Schnittstelle*. Esse rompimento (Fator Imprevisibilidade), no entanto, se tornaria mais intenso se o usuário fosse sensibilizado pela compatibilidade destes mundos distintos, isto é: como um mundo (do computador) estruturado unicamente de forma matemática, que executa todas as atividades via passagem ou não de sinal elétrico, sinais esses organizados rigorosamente dentro de uma lógica booleana, que se comunica com o que lhe é externo via discretização absoluta de dados (Fator Onda), pode gerar tal similitude com o mundo do usuário, a ponto de tornar-se familiarmente tangível?

A ambigüidade apontada acima, no entanto, precisa ser reforçada, enfatizada, para que o usuário se detenha a observá-la. Para tanto, o autor precisa usar de artifícios que revertam a analogia metalingüisticamente, ressaltando o caráter paradoxal da interação. Portanto, além de romper, é preciso analisar se existe uma certa redundância (Fator Gödel) nesse rompimento que de certa forma insista na ambigüidade.

A simultaneidade presente nessa ambigüidade, enfim, indicaria a irreversibilidade da conexão criada entre os dois universos, entre a representação e seu objeto (e vice-versa) e no tanto que

uma altera dialeticamente o outro (e vice-versa também), indefinidamente. Entre eles está o homem, e a sua condição na Terra, sentindo na sua pele a fricção da superfície lisa e espelhada do Anel de Moebius, que o carrega simultaneamente para dentro e para fora de si, para dentro e para fora do mundo do computador, sensibilizando-o da fluidez enigmática do elétron que se comunica e que sustenta tudo aquilo que sente a força da gravidade e que, portanto, vive.



10 Bibliografia

- ADRIAANSENS, Alex (org.); *The Art of The Accident* ; NAI Publishers/V2_Organisatie, Roterdã, 1998.
- ASHBY, W. Ross; *Uma Introdução à Cibernética*; Ed. Perspectiva, SP, 1970.
- BAKHTIN, Mikhail. *Speech Genres and others Late Essays*: University of Texas Press. Austin, 1986.
- Bemstein, J. *Science Observed: Essays Out of the Mind*, Ed. Basic Books. Nova York 1982.
- BRAND, Stewart : *The Media Lab : Inventing the Future at MIT* ; Ed. Viking Penguin , EUA, 1987 .
- CADOZ, Claude ; *Les Realités Virtuelles* ; Ed. Flammarion , Coi Dominos ; Paris ,1994.
- CAMPOS, Haroldo de: *A Arte no Horizonte do Provável*; Ed. Perspectiva; SP, 1969.
- CAPRA, Fritjof ; *Tao da Física* ; Ed. Nova Fronteira ; Rio de Janeiro , 1984.
- CHAUI, Marilena; *Convite à Filosofia*; Editora Ática; São Paulo; 1998.
- CRANDALL, BC (org); *Nanotechnology*; MIT Press; Cambridge, 1996.
- DELEUZE, Gilles : *The Fold : Leibniz and Baroque*; in *AD - Folding in Architecture* , vol. 102, Academy Editions , London ,1992 .
- DELEUZE, Gilles : *Lógica do Sentido* ; Ed. Perspectiva ; São Paulo , 1976.
- Design ; FAU-USP , São Paulo , abril ,1994
- DRUCKER, Vohanna; *The alphabetic Labyrinth*, Ed Thames & Hudson, Londres, 1995
- DRUCKREY, Timothy (org.) ; *Eletronic Culture – Technology and Visual Representation*; Aperture Foundation; New york, 1996.
- ECO, Umberto, *A Obra Aberta*; SP,Ed Perspectiva, 1971.
- ECO, Umberto. *Seis Passelos Pelos Bosques da Ficção*, Ed. Cia. das Letras, S.P, 1994.
- EIGEN, Manfred- *the Physicist's Conception of Nature*, D.Reidel Company , Dordrecht- Holland 1973
- ESCHER, M.C.; *The Graphic Work of M.C. Escher*; Ed. Ballantine Book ; New York , 1971.

- FLUSSER, Vilém; *Ficções Filosóficas*; Edusp; SP, 1998.
- FRY, Maxwell ; *A Arte na Era da Máquina* ; Ed. Perspectiva ; São Paulo , 1976.
- Fryer & Marshall “ *Artificial Intelligence-The Real thing?*”, *The Behavioral and Brain Sciences*, 3:435-437, 1979.
- GOMBRICH, E.H; *Arte e Ilusão*. Ed Martins Fontes, SP, 1995.
- GRACQ, Julien; *Letrines*; Ed. José Corti; Paris, 1967.
- GROSSMANN , Martin ; *Spacial Imaging: Modelling Modernity*; in First Simposium Multimedia for Architecture and Urban.
- HALACY, D.S.Computers the Machines We Think With, Ed. Dell, Nova York, 1962
- HENDERSON, L.D; *The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art*, Princeton University Press; New Jersey, 1980
- HILDEBRANDT, Stefan e TROMBA, Anthony; *Architectur in de Natuur*, WB, Maastricht, nl, 1985.
- HILTON, A.M. *Logic, Computing Machines and Automation*, world Publishing, New York, 1963.
- KANT, Immanuel, *Critic of Practical Reason*; Library of Liberal Arts ed; Londres. 1788.
- KAYSER, Win (org.); *Maravilhosa Obra do Acaso*; Ed. Nova Fronteira; RJ, 1998.
- KELLER, Evelyn Fox; *Refiguring Life*; Columbia University Press; New York, 1995.
- KLEI, Robert; *A Forma e o Inteligível*; Edusp; SP, 1998.
- LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm, *Novos Ensaio Sobre o Entendimento Humano*; Nova Cultural. São Paulo, 1996.
- LESSING , G. E.; *Laocoonte : Símbolo , Alegoria e Abstracionismo* ; trad. de Eustáqui Barjau; Ed. Tonos : Madri , 1990
- LEVY, Pierre; *O que É Virtual*; Ed.34. RJ,1992.
- LEVY, Pierre: “ *As Tecnologias da inteligência*”: Ed.34, RJ,1996.
- LIETZMANN , W. ; *Visual Topology* ; Chatto and Windus ; London, 1965 .
- LOSANO, Mário G. ; *Histórias de Autômatos*; Companhia das Letras; São Paulo, 1992.
- Lowry, R.” *The Evolution of Psychological Theory 1650 to Present*”, Ed.Aldine-Atherton, Chicago, 1971
- MAINZER, Klaus, *Thinking in Complexity: The Complex Dynamics of Matter, Mind, and Mankind*; Ed. Springer-Verlag, Berlin,1994.
- Mccorduck, P. “ *Machines Who Thinks*”, Ed. W.H. Freeman, San francisco,1979.
- McFARLAND, David e BOSSER, Thomas: *Intelligent Behavior in Animals and Robots*; The
- McLUHAN , Marshall : *A Galáxia de Gutenberg* ; Edusp ; São Paulo , 1967.
- MIKAMI, Seiko; *Molecular Informatics*; Artlab Press, Tóquio, 1997.
- MÖLLER , Christian ; *Interaktive Architektur* ; Aedes e Galerie für Architektur und Raum ; Berlim, 1994 .
- PARENTE , André (org.) ; *Imagem-Máquina . A Era das Tecnologias do Virtual* ; Ed. 34 ; Rio de Janeiro , 1993 .
- PEIRCE . Charles S. ; *Semiótica* , Ed. Perspectiva , São Paulo , 1977 .
- PIMENTEL , Ken & TEIXEIRA , Kevin . *Virtual Reality*, Windcrest Books , USA . 1993

- PLAZA, Julio ; *Tradução Intersemiótica* ; Ed. perspectiva ; São Paulo , 1982.
- PUCHKIN, V.N.; *Heurística*; Zahar Editores; RJ,1976.
- RAY, Christopher; *Tempo e Espaço na Filosofia*; Papirus, Campinas, SP, 1991.
- RETTING , Marc ; *Virtual Reality and Artificial Life*; in *AI Expert* ; New York ; agosto , 1993 .
- RUCKER, Rudy. *Infinity and The Mind*. Ed. Birkhäuser, Boston,1982
- SAARINEN , Esa TAYLOR , Mark ; *Imagologies - Media Philosophy* ; Ed. Routledge , New York , 1994 .
- SCHRONDIGER, Erwin; *O Que é Vida? / Mente e Matéria*; Ed. Unesp, São Paulo, 1992.
- SEARLE, J. *Minds, Brains and Programs*. *The Behavioral and Brain Sciences*, 3:417-457, 1980.
- SOKAL, Alan & BRICMONT, Jean -*Impostures Intellectuelles*, in *Textos para Discussão*, apostila dos Estudos Avançados- USP, 1998
- SOMMERER, Christa e MIGNONNEAU, Laurent(org.); *Art@Science*; Springer-Verlag; Wien, 1998.
- VINCE , John ; *Virtual Reality Systems*, Ed. ACM Siggraph ; New York , 1995
- WEIBEL , Peter (org.) ; *Ars Electronica 94 - Intelligente Ambiente* ; PVS Verleger : Linz ; 1994 (2 volumes)
- WEYL, Hermann; *Simmetry*; Princeton University Press; Princeton, 1980.
- WEYL, Hermann; *Simmetry*; Princeton University Press; Princeton, 1980.
- WIENER, N. *Cybernetics, or Control and Communication in the animal and the Machine*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1962.
- WITTGENSTEIN, Ludwig; *Tractatus Logicus-philosophicus*; Edusp, São Paulo, 1994.
- WORRINGER , W. ; *A Forma Artística : A Tradição Kantiana no Estudo das Artes Visuais*, (trad. de Mariana Frenk ; Fondo de Cultura Económica ; México e Buenos Aires , 1996 .

Figura 37



Figura 38



Figura 39

