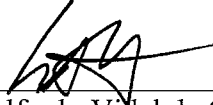


AMBIENTES VIRTUAIS NA REABILITAÇÃO COGNITIVA DE PACIENTES
NEUROLÓGICOS E PSIQUIÁTRICOS

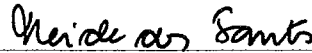
Rosa Maria Esteves Moreira da Costa

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:



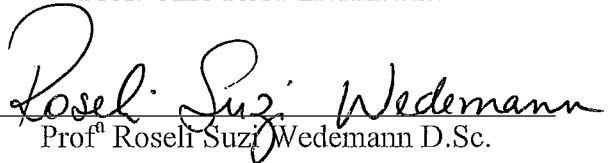
Prof. Luis Alfredo Vidal de Carvalho, D.Sc.



Prof^a Neide dos Santos D.Sc.



Prof. Cilio Rosa Ziviani PhD



Prof^a Roseli Suzi Wedemann D.Sc.



Prof. Josefino Cabral Melo Lima D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

SETEMBRO 2000

COSTA, ROSA MARIA ESTEVES MOREIRA DA

Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva de
Pacientes Neurológicos e Psiquiátricos

[Rio de Janeiro] 2000

VI, 154 p., 29,7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia
de Sistemas e Computação, 2000)

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE
1 – Realidade Virtual 2 – Reabilitação Cognitiva

I. COPPE/UFRJ II Título (série)

Este trabalho é dedicado:

In memorium, à Profa. Dóris Ferraz de Aragon, de quem tive o privilégio de ser um de seus discípulos, em longa convivência. Suas palavras e ações ficam como modelo: “O mais importante para mim é guiar, ver meus estudantes se tornarem árvores frondosas”;

À tia Carmem, que transmite sua alegria e carinho a todos com quem convive.

Mais uma vez a meus adorados filhos Jade e Luma, por iluminarem minha vida.

♥ Agradecimentos

Uma tese de doutorado é fruto de uma longa caminhada onde se sucedem fatos e pessoas. Alguns acontecimentos nos trazem uma intensa alegria e outros um pouquinho menos. Mas tudo nos faz crescer e amadurecer.

Neste momento, quero agradecer às muitas pessoas amigas que estiveram comigo nestes últimos anos e durante a minha vida, algumas bem de perto, outras nem tanto, mas todas com gestos de carinho, amizade e amor.

A lista não é longa, mas especial, pois todos sabem que a importância que têm para mim, não dá para ser descrita em uma simples folha de papel.

Agradeço:

Inicialmente, ao meu querido orientador, Luis Alfredo, pelo apoio e confiança em meu trabalho e por sua atenção em todos os momentos, que nem sempre foram fáceis ou alegres, mas que serviram para fortalecer ainda mais a amizade e o respeito que tenho por ele e por seu trabalho;

Mais uma vez, à querida prof^a Doris de Aragon, que mesmo doente aceitou me orientar, me apoiando em todos os momentos com carinho e amizade, mesmo nas horas difíceis. Sua gargalhada nos faz muita falta !

Aos professores que gentilmente participaram da banca examinadora, por suas valiosas críticas e conselhos;

Aos meus filhos, Jade e Luma por suportarem uma mãe dividida entre as tarefas acadêmicas e a atenção a eles dedicada. Luma só conheceu a mãe fazendo tese, mas daqui em diante não vai ter mais esta desculpa !

Ao Celso, meu amor, por me apoiar nos momentos difíceis e incentivar minha carreira com a compreensão daqueles que sabem o que é fazer pesquisa;

À minha maravilhosa família: meus pais Alfredo e Esmeralda, sempre carinhosamente dispostos a ajudar o crescimento dos filhos e netos; minha abuelita Dolores pela atenção e carinho; tia Carmem com sua alegria e talvez com a motivação maior para este trabalho; meus irmãos Rita e Zeca e cunhados Luis e Isabel pelas quebradas-de-galho e força em todos os sentidos; tia Rosália e meus

primos Conchita, Cris, Edu e Felipe pelo incentivo e bate papos que aliviavam minhas angústias e me proporcionavam momentos de alegria. Essa família é 10 !!!

Minha querida secretaria e amiga Marli (Lili), por toda a atenção e carinho que tem com a minha família e minha casa;

À amiga e professora Neide Santos pelo apoio e carinho;

Ao amigo Roberto Cracky, fera da Realidade Virtual, que me abriu os caminhos nesta área e aos amigos e não menos feras, Marcio Pinho, Adriano e Mariano, pelo apoio técnico e carinhosa amizade;

Aos queridos amigos que dividiram este longo período comigo, muitos dos quais, sendo um pouquinho responsáveis por este momento, pela força, carinho e amizade: Fernanda Campos, Flávia, Renata, Cristina Passos, Gisela, Clifton, Regina, Cleusa, Vera Werneck, Vera Prudêncio, Clícia, Carla O., Leonardo, Belchior, Benedito, Jorge, César, Sérgio Crespo, Yoko, Claudinha, J. Xexéo, Ariel, Fernanda Baião e Fátima Gaio;

Aos amigos da Universidade Gama Filho, Cely, Emília e Pedro pelo caloroso incentivo e carinho;

A Eugênia por me apresentar ao Centro Psiquiátrico, em especial, ao Dr. Anníbal, por seu incondicional apoio e aos pacientes que colaboraram nesta pesquisa;

Aos profs. Inês, Victor e Eliseu pela paciência e ajuda técnica na reta final deste trabalho;

Às funcionárias Cláudia, Solange, Sônia, Sueli, Ana Paula, Lucia, Mercedes, Marli, D. Gersina e aos rapazes do laboratório, pela amizade e atenção aos meus problemas técnicos e burocráticos;

Ao CNPq pelo financiamento deste trabalho através da concessão de uma bolsa de estudos;

À Deus por ter me dado forças suficientes para que mais este sonho fosse realizado.

Resumo da Tese apresentada a COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc)

AMBIENTES VIRTUAIS NA REABILITAÇÃO COGNITIVA DE PACIENTES NEUROLÓGICOS
E PSIQUIÁTRICOS

Rosa Maria Esteves Moreira da Costa

Setembro/2000

Orientadores: Luis Alfredo Vidal de Carvalho

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Este trabalho explora o potencial da tecnologia de Realidade Virtual para a Reabilitação Cognitiva de pessoas com deficiências cerebrais ou desordens neurológicas/psiquiátricas. Neste caso, os efeitos gerados pelos ambientes virtuais estimulam as mudanças plásticas do cérebro, essenciais para o processo de reabilitação.

Este estudo contempla as questões associadas a estas áreas e apresenta o processo de desenvolvimento de um Ambiente Virtual Integrado para Reabilitação Cognitiva.

Por fim, descreve os resultados de um estudo-de-caso realizado com um grupo de pacientes com esquizofrenia.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D. Sc.)

AMBIENTES VIRTUAIS NA REABILITAÇÃO COGNITIVA DE PACIENTES NEUROLÓGICOS
E PSIQUIÁTRICOS

Rosa Maria Esteves Moreira da Costa

September/2000

Advisors: Luis Alfredo Vidal de Carvalho

Department: Computer and System Engineering

This work explores the Virtual reality technology applied to cognitive rehabilitation of persons with acquired brain injury or neurological/psychiatric disorders. In this case, the effects provided by Virtual Environments stimulate cerebral neuroplastic changes, essential to the rehabilitation process.

This work discusses issues related to this field and presents the development process of an Integrated Virtual Environment for Cognitive Rehabilitation.

Finally, initial results of a case-study with a group of schizophrenic patients are presented.

Sumário

Capítulo 1	Introdução	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objetivos	3
1.2.1.	Hipóteses	3
1.3	Organização do Trabalho	4
1.4.	Contribuições	4
Capítulo 2	Plasticidade Cerebral	6
2.1.	O Sistema Nervoso	7
2.1.1.	Os Neurônios	8
2.1.2.	As Sinapses	9
2.2.	A Origem do Sistema Nervoso	10
2.3.	A Organização Cerebral	11
2.4.	Plasticidade Cerebral	15
2.4.1.	A Aprendizagem e Memória na Plasticidade	17
2.5.	Considerações Finais	20
Capítulo 3	Reabilitação Cognitiva	22
3.1.	Características Básicas	23
3.2.	Neuropsicologia	24
3.2.1.	Visão Geral da Organização Cerebral	27
3.2.2.	Os Sistemas Cognitivos Primários	28
3.3.	Testes Neuropsicológicos	34
3.3.1.	Exemplos de Testes	36
3.4.	Processos de Reabilitação	40
3.5.	Novas tecnologias Computacionais na Reabilitação Cognitiva	43
3.5.1.	Possibilidades dos Computadores na Educação e Treinamento	43
3.5.1.1.	Transpondo os Ambientes Educacionais Computadorizados para a Educação Especial	44
3.5.2.	Produtos Comerciais para Reabilitação Cognitiva	46
3.5.3.	Experiências Utilizando os Computadores	49
3.5.4.	Realidade Virtual: uma Tendência da Reabilitação Cognitiva	50

3.6. Considerações Finais	51
Capítulo 4 Os Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva	53
4.1 Ambientes Virtuais	54
4.1.1. A Evolução	54
4.1.2. Principais Características da Tecnologia de Realidade Virtual	55
4.1.3. Alguns Aspectos Técnicos e Equipamentos de Apoio	58
4.1.4. Vantagens	63
4.1.5. Alguns Problemas dos Ambientes Virtuais	64
4.1.6. Desafios da Área	66
4.1.7. O uso da Realidade Virtual para Educação e Treinamento	67
4.1.7.1. A Aprendizagem através da Imersão e Interatividade nos Ambientes Virtuais	68
4.1.8. O Mercado e a Expansão da Realidade Virtual	69
4.2. A Reabilitação Cognitiva Apoiada na Tecnologia de Realidade Virtual	71
4.2.1. A Plasticidade na Reabilitação	71
4.2.2. Experimentando os Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva	71
4.2.3. Características dos Ambientes Virtuais para Reabilitação Cognitiva	72
4.2.3.1. Elementos de Composição da Estrutura de Classificação	72
4.2.3.2. Exemplos Ilustrativos	76
4.2.3.3. A Classificação dos Ambientes	81
4.2.4. Ética	83
4.3. Comentários Finais	85
Capítulo 5 AVIRC: Um Ambiente Virtual Integrado para Reabilitação Cognitiva	86
5.1. Um Modelo de Processo de Desenvolvimento de Ambientes Virtuais	87
5.2. Um Modelo Cognitivo para a Reabilitação Cognitiva Apoiada em Ambientes Virtuais	89
5.3. O Desenvolvimento do AVIRC	93
5.3.1. Visão Geral do AVIRC	93
5.3.1.1. Motivação	93
5.3.1.2. Objetivo do Ambiente	94
5.3.1.3. Arquitetura Funcional do AVIRC	94
5.3.2. As Etapas do Processo de Desenvolvimento	95
5.3.2.1. Definição de Requisitos	95
5.3.2.2. Projeto	100
5.3.2.3. Implementação	105

5.3.2.4. Avaliação	108
5.3.2.4.1. O Experimento	109
5.4. Análise da Hipótese	116
5.5. Comentários Finais	118
Capítulo 6 Conclusões e Perspectivas Futuras	119
Bibliografia	123
Anexo 1	135
Anexo 2	142
Anexo 3	145

Lista de Figuras

- Figura 2.1: Divisão do Sistema Nervoso com base em critérios anatômicos
- Figura 2.2: Composição neuronal
- Figura 2.3: Vista superior mostrando a divisão cerebral em hemisférios e lobos
- Figura 2.4: Vista lateral do cérebro identificando os lobos
- Figura 2.5: Principais componentes do Sistema Límbico, mostrando também o Circuito de Papez
- Figura 3.1: Disciplinas relacionadas à neuropsicologia
- Figura 3.2: Conexões e dependências entre funções cognitivas
- Figura 3.3: Sistema de Memória baseado em (Kupfermann,1991), (Parenté,1996), (Grieve,1993) e (Rao,1996)
- Figura 3.4: Comparação dos principais fatores envolvidos nos processos de reabilitação cognitiva e processo educacional
- Figura 3.5: Exemplo de uma tela do Programa Digit/Symbol
- Figura 3.6: Exemplos das telas do programa de treinamento de memória visual
- Figura 3.7: Exemplo de programa que utiliza visões 3D de um labirinto
- Figura 4.1: Representação da CAVE
- Figura 4.2: Exemplo de um modelo de óculos estereoscópicos
- Figura 4.3: Exemplos modelos de HMD
- Figura 4.4: Exemplo de um equipamento BOOM
- Figura 4.5: Exemplos de luva eletrônica
- Figura 4.6: Estrutura de um ambiente virtual (Pinho,1999)
- Figura 4.7: Estrutura de classificação para o estudo dos Ambientes Virtuais
- Figura 4.8: Classificação dos exemplos segundo a estrutura de classificação
- Figura 4.9: Listagem de fatores potencialmente capazes de gerar problemas na experiência imersiva
- Figura 5.1: Processo de desenvolvimento de ambientes virtuais (Kirner,1998)
- Figura 5.2: Proposta de modelo cognitivo
- Figura 5.3: Arquitetura funcional do AVIRC
- Figura 5.4: Descrição do AVIRC de acordo com as características da estrutura de classificação definida na seção 4.2.3.1.
- Figura 5.5: Casos de uso da interação com a cidade virtual.
- Figura 5.6: Descrição da aparência e tarefas do Ambiente Virtual para Reabilitação Cognitiva (Costa,1999)
- Figura 5.7: Modelo de óculos I-glasses utilizado na experiência
- Figura 5.8: Modelagem de entidades e relacionamentos dos dados gerados no ambiente
- Figura 5.9: Visão da interface do ISB
- Figura 5.10: Visão da interface do ISA

Figura 5.11: Modelagem de classes e objetos do AVIRC

Figura 5.12: Apresentação de uma cena com uma janela Javascript

Figura 5.13: Vista Parcial da Cidade

Figura 5.14: Vista parcial do interior do supermercado

Figura 5.15: Vista da sala de alerta contendo o calendário, luminária e a foto de alguém familiar para o paciente

Figura 5.16: Interior da sala de jogos, já com um dos desenhos realizados por um paciente na primeira etapa, pregado na parede

Figura 5.17: Exemplo de um dos jogos propostos pelo ambiente

Figura 5.18: Dados pessoais dos pacientes

Figura 5.19: Resultado do questionário aplicado após a 2^a etapa

Figura 5.20: Resultado do questionário aplicado após a 3^a etapa

Figura 5.21: Paciente experimentando o ambiente com o equipamento imersivo

Figura 5.22: Questões-chave avaliadas em cada etapa da experiência

Figura 5.23: Lista de respostas fornecidas pelos usuários após cada etapa

Capítulo 1

1. Introdução

Atualmente os recursos médicos têm possibilitado um aumento da taxa de sobrevivência de pessoas atingidas por diferentes tipos de acidentes cerebrais (Moline,1997). Da mesma maneira, os novos medicamentos para pacientes neuropsiquiátricos têm diminuído o número de internações e possibilitado a permanência destas pessoas em seus núcleos familiares. Estas mudanças têm demandando novas abordagens terapêuticas, que contemplam os elementos básicos da convivência social e contribuem para melhorar a qualidade de vida destas pessoas. Em todos estes casos, percebe-se que o tempo de terapia é bastante longo, os materiais de apoio são caros e os ambientes reais são complexos de serem construídos e mantidos. A conjunção destes fatores dificultam o acesso e a difusão das práticas terapêuticas a um maior número de pessoas.

Estas barreiras têm estimulado pesquisadores de diferentes áreas a buscar opções que possam ser utilizadas para a reabilitação de um maior número de pacientes com menores custos. Neste cenário, o computador vem sendo fortemente explorado e variados produtos têm sido desenvolvidos (Digit,1996), (Shapes,1996), (Pipeline,1998), reproduzindo basicamente os testes neuropsicológicos e terapias mais difundidas. Entretanto, resultados mais precisos são pouco divulgados, dificultando a realização de avaliações mais refinadas.

Por outro lado, apesar da tecnologia de Realidade Virtual (RV) estar em seus estágios iniciais de exploração prática devido, principalmente, aos altos custos e à complexidade dos equipamentos envolvidos, vários resultados têm apontado na direção do uso desta tecnologia, ressaltando suas especificidades como fatores motivadores para a reabilitação de pacientes com diferentes tipos de danos e distúrbios cerebrais. Desta maneira, a RV pode ampliar as possibilidades terapêuticas das abordagens tradicionais, pois facilita o acesso a exercícios que estimulam variadas habilidades, sejam cognitivas ou motoras, através de ambientes virtuais, que possibilitam associações mais diretas com as tarefas da vida diária.

O foco deste trabalho situa-se no estudo do uso e do desenvolvimento de ambientes virtuais voltados para a Reabilitação Cognitiva (RC). Como a RC engloba fatores de inúmeras áreas do conhecimento, a criação de ambientes específicos para este domínio envolve aspectos interdisciplinares, integrando as áreas de neurologia, neuropsicologia, informática, ciências cognitivas e educação, entre outras.

Para possibilitar a exploração sistemática deste tema, este trabalho está organizado em seis capítulos que integram conhecimentos das várias áreas contempladas nesta pesquisa. Este primeiro capítulo introduz as questões associadas, apresenta os objetivos, a descrição dos capítulos e as contribuições deste estudo.

1.1. Motivação

Produtos tradicionais para apoiar a RC de pacientes com diferentes tipos de deficiências exploram estratégias semelhantes às utilizadas nos procedimentos usuais: tarefas de treinamento de relacionamento simbólico (Bracy, 1996a), percepção simbólica (Bracy, 1996b), memória visual (Bracy, 1996c), sendo produtos de concepção e interfaces bastante simples.

Já a maioria dos trabalhos explorando a RV descreve ambientes voltados para deficiências bem específicas, focando problemas mentais ou motores, como pode ser observado em:

- Tratamento de fobias (North, 1998);
- Manipulação de cadeiras de rodas por crianças (Inman, 1997);
- Distúrbios da imagem corporal (Riva, 1998);
- Terapias de recuperação física (Bowman, 1997);
- Desordens de atenção e movimento (Wann, 1997);
- Acidente cerebral de origem traumática (Grealy, 1999);
- Autismo (Strickland, 1997), entre outros.

Os resultados positivos encontrados nestas novas aplicações usando computadores abrem perspectivas promissoras para a recuperação de pacientes com diferentes distúrbios cerebrais. No amplo espectro destes distúrbios, seja com seqüelas cognitivas ou motoras, destaca-se a não observância de experiências envolvendo doenças de origem psiquiátrica, tais como esquizofrenia e a síndrome obsessiva-compulsiva.

Logo, dois tipos de motivação nortearam este trabalho: a primeira, foi a busca de um ambiente virtual que pudesse ser utilizado para estimular as funções cognitivas

primárias; a segunda, verificar a aceitação deste ambiente por pacientes com variados tipos de doenças ou deficiências de fundo neuropsiquiátrico.

Neste caso, a RV tem a vantagem de ser capaz de prover “tarefas cognitivas” a partir de um apertar de botão, facilitando a exploração de procedimentos terapêuticos.

1.2. Objetivos

Dentro deste panorama, o problema que queremos resolver refere-se a falta de ambientes abrangentes que permitam a pacientes com variados tipos de distúrbios, estimularem diferentes funções cognitivas em um mesmo espaço, através de tarefas específicas.

A partir destas constatações, o objetivo central deste estudo é definir e construir um ambiente virtual que integre abordagens terapêuticas para diferentes tipos de deficiências cognitivas, verificando a aceitação do mesmo junto a pacientes neuropsiquiátricos.

1.2.1. Hipóteses

Para que as amplas possibilidades oferecidas pela tecnologia de RV possam ser exploradas, é preciso, primeiramente, verificar se as características da doença permitem a aceitação do trabalho neste tipo de ambiente. Neste contexto, a partir da implementação de um protótipo do ambiente virtual, uma hipótese geral será verificada: se os pacientes neurológicos/psiquiátricos aceitam a tecnologia da Realidade Virtual e se sentem motivados a trabalhar com o computador.

Os principais itens a serem analisados a partir das experiências com o ambiente centram-se sobre a possibilidade de perceber:

- ⇒ A aceitação do trabalho com o computador;
- ⇒ O nível de motivação para usar a máquina;
- ⇒ A aceitação do equipamento de imersão (óculos especial);
- ⇒ A observação da ocorrência de algum tipo de reação e/ou ocorrência de sintomas físicos ou emocionais no contato com a tecnologia;
- ⇒ A verificação do nível de cumprimento das tarefas propostas pelo ambiente.

1.3. Organização do Trabalho

Para projetar sistemas que apoiem a reabilitação cognitiva e predizer o impacto das tecnologias nos diferentes tipos de deficiência cerebral é preciso expandir a compreensão sobre a dinâmica neuronal. Por esta razão, um elemento fundamental da área de Reabilitação Cognitiva é a pesquisa da plasticidade cerebral. Neste sentido, o Capítulo 2 aborda as principais características do cérebro, descrevendo sua origem, formação, funções e nomenclaturas associadas, que apoiarão as discussões sobre as possibilidades de recuperação de funções cognitivas a partir da recuperação de ligações entre neurônios.

O Capítulo 3 apresenta um estudo sobre a Reabilitação Cognitiva, destacando os procedimentos neuropsicológicos de testes e tratamento, fundamentais na avaliação de ganhos cognitivos. Em seguida são descritas algumas experiências do uso de computadores nesta área;

No Capítulo 4 é verificado o estado-da-arte da área de Realidade Virtual, destacando aplicações desta tecnologia na RC. O estudo das experiências realizadas neste domínio gerou uma estrutura de classificação específica para apoiar o estudo e a criação de ambientes virtuais para reabilitação;

O Capítulo 5 apresenta um ambiente virtual, AVIRC, que integra estímulos para diferentes tipos de funções cognitivas, apoiando-se em um modelo cognitivo e um processo de desenvolvimento específico. Engloba, também, detalhes de sua concepção e construção, descrevendo algumas experiências práticas vivenciadas, objetivando validar as questões que motivaram este trabalho;

O Capítulo 6 apresenta as conclusões, contribuições e indica futuros trabalhos, que podem ser desenvolvidos a partir dos resultados desta pesquisa.

Por fim, a bibliografia utilizada é listada, seguindo-se de três anexos: um que descreve as características da esquizofrenia, o segundo que apresenta o questionário utilizado na pesquisa e o último, que contém o projeto que foi submetido ao centro psiquiátrico para que a experiência fosse aprovada.

1.4. Contribuições

Este trabalho apresenta como principais contribuições:

- Estudo da área de reabilitação cognitiva, analisando a introdução do computador neste domínio;

- Revisão do uso da tecnologia de Realidade Virtual na Reabilitação Cognitiva, discutindo os aspectos éticos envolvidos;
- Definição de uma estrutura de classificação que destaca os aspectos-chave para o desenvolvimento de um produto de RV para reabilitação;
- Apresentação de um modelo cognitivo que engloba a tecnologia de RV;
- Desenvolvimento de um protótipo de ambiente virtual para Reabilitação Cognitiva;
- Análise dos resultados da testagem deste ambiente com pacientes neuropsiquiátricos;
- Definição de ações interdisciplinares nas áreas médica e tecnológica.

Capítulo 2

2. Plasticidade Cerebral

O corpo humano é formado por vários tipos de tecidos fundamentais, onde destaca-se o tecido nervoso, que se estende por quase todo o corpo formando uma grande unidade anatômica e funcional denominado Sistema Nervoso. Dentre os vários componentes do Sistema Nervoso, o cérebro ocupa posição de destaque.

O cérebro vem desafiando sucessivas gerações de cientistas que buscam compreender seu desenvolvimento, suas funções e suas relações com os aspectos comportamentais e cognitivos. Em 1979 Hubel (Hubel,1979) afirmava que apesar das primeiras pesquisas sobre o funcionamento do cérebro humano serem muito antigas, as questões envolvidas nesta área permaneciam como um grande desafio para a ciência moderna. Passados vinte anos, muitas destas questões continuam em aberto, incentivando pesquisas que integram diferentes áreas do conhecimento: medicina, psicologia, neurobiologia, ciências cognitivas e mais recentemente, a ciência da computação.

A evolução tecnológica tem permitido a confirmação de muitos resultados iniciais e comprovado a incoerência de outros. Um dos temas que vem se privilegiando fortemente dos avanços da ciência relaciona-se com a capacidade regenerativa do cérebro após algum tipo de doença ou trauma.

A convergência dos resultados obtidos mais recentemente vem mostrando que circuitos cerebrais lesionados ou disfuncionantes podem ser substituídos por circuitos vizinhos intactos, em maior ou menor grau, dependendo da especialização da área afetada. Este fenômeno, denominado **plasticidade**, pode ser explorado na reprogramação das redes neuronais cerebrais, de forma a diminuir os efeitos provocados por diferentes deficiências ou danos neurológicos.

As discussões sobre plasticidade envolvem muitos elementos, estruturas e funções referentes ao Sistema Nervoso e seus componentes, principalmente o cérebro. Para um melhor entendimento das funções e elementos envolvidos na plasticidade, a seguir é apresentada uma descrição do Sistema Nervoso baseada em critérios anatômicos, de

forma a melhor situar a estrutura cerebral na árvore do sistema nervoso e em seguida, seus principais elementos e características são sucintamente abordados.

2.1. O Sistema Nervoso

O Sistema Nervoso é um todo, sendo que a sua divisão em partes visa facilitar o estudo de suas complexas estruturas. Neste caso, esta divisão pode considerar critérios anatômicos, embriológicos e funcionais, entre outros. Abaixo é apresentada sua divisão anatômica.

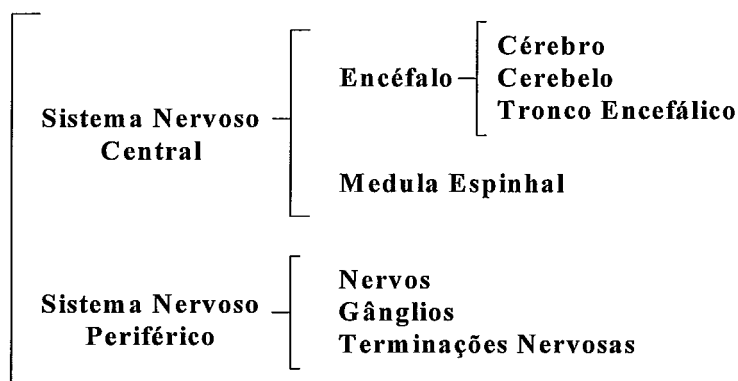


Figura 2.1: Divisão do Sistema Nervoso com base em critérios anatômicos (Machado,1998)

O sistema nervoso é formado por nervos e células nervosas, denominadas neurônios. Estes elementos são os responsáveis por conduzir ondas de excitação, chamadas de impulsos nervosos e gerados pela junção dos estímulos externos e internos, até os músculos e as glândulas. Outros importantes elementos presentes no sistema nervoso são os gliócitos, encarregados de alimentar e garantir a saúde do neurônio. Entretanto, mais recentemente, constatou-se que eles atuam na transmissão de sinais químicos de orientação do crescimento dos neurônios durante o desenvolvimento e de comunicação entre eles, durante a vida adulta (Lent,1998).

O Sistema Nervoso Central (SNC) é aquele que se localiza dentro da cavidade craniana e do canal vertebral. O Sistema Nervoso Periférico se distribui por todo o corpo. Os dois sistemas se comunicam através dos impulsos nervosos em um contínuo ajuste ao meio ambiente.

2.1.1. Os Neurônios

O número de células nervosas ou neurônios é da ordem de 10^{11} . Um neurônio típico consiste de um corpo celular de onde emana uma longa terminação fibrosa, denominada axônio e numerosas terminações menores, os dentritos.

O corpo celular contém o núcleo do neurônio e as estruturas bioquímicas capazes de sintetizar as enzimas e outras moléculas essenciais à vida de uma célula.

Os neurônios possuem certas características especiais que outros tipos de célula não têm, dentre as quais, destacam-se sua capacidade de transmitir impulsos nervosos mantendo seu equilíbrio iônico e aquela associada com sua habilidade em elaborar e liberar uma cadeia especial de mensageiros químicos, os neurotransmissores.

Em geral, os dentritos e o corpo celular são responsáveis por receber impulsos. O corpo celular combina e integra-os, emitindo respostas que são transportadas ao axônio, responsável por transmiti-las a um novo grupo de neurônios. O funcionamento do cérebro depende deste fluxo de informações elaborado através de circuitos constituídos de redes neurais (Lent, 1998).

Existem 3 tipos de neurônios: aferentes, de associação e eferentes.

São aferentes os neurônios, fibras ou feixes de fibras que trazem impulsos a uma determinada área do sistema nervoso e eferentes os que levam impulsos desta área.

As terminações sensitivas corporais quando estimuladas por alguma forma de energia, dão origem a um impulso nervoso, que vai de alguma parte do corpo em direção do SNC. Os neurônios de associação fazem a propagação destes impulsos nervosos, de modo a provocar respostas síncronas em neurônios localizados em diferentes segmentos do Sistema Nervoso.

As terminações nervosas motoras existem na porção terminal das fibras eferentes e são os elementos de ligação entre estas fibras e os órgãos efetutores: músculos e glândulas.

A transmissão dos impulsos entre neurônios é realizada por meio das sinapses.

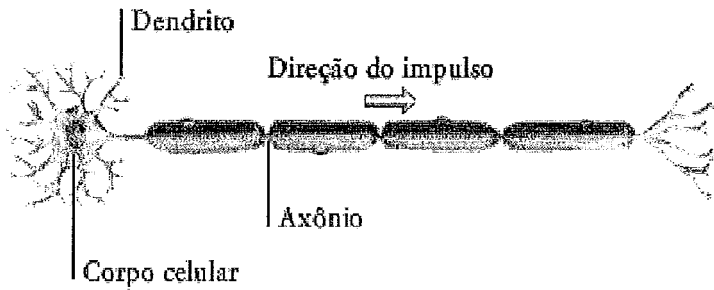


Figura 2.2: Composição neuronal

2.1.2. As Sinapses

A sinapse é a ligação dos ramos de um axônio de um neurônio com dendritos ou corpo celular de outro neurônio. A palavra sinapse é uma derivação de uma palavra grega que significa unir. A sinapse transfere informações de um neurônio para outro através de processos eletroquímicos (Kandel,1991).

Tanto nas sinapses elétricas como nas sinapses químicas os sinais são transmitidos do lado pré-sináptico (axônio) para o lado pós-sináptico (célula vizinha). Na maioria das sinapses, as mensagens nervosas transmitem-se através de neurotransmissores químicos.

Quando um impulso chega no terminal do axônio, uma substância transmissora química é desprendida da membrana pré-sináptica, difundida entre o estreito espaço que separa duas células e afeta a membrana pós-sináptica. Os canais da membrana respondem a estes estímulos químicos se abrindo quando o neurotransmissor alcança uma área receptiva. Estes neurotransmissores estão depositados em vesículas sinápticas e quando são liberados pelo axônio de uma célula, se ligam quimicamente aos receptores específicos do neurônio pós-sináptico.

A membrana neuronal possui, também, propriedades elétricas especiais e de permeabilidade seletiva a vários tipos de íons, o que a mantém com um certo potencial elétrico.

O neurônio possui em seu interior dez vezes mais potássio que o exterior e o meio exterior possui dez vezes mais sódio que o interior. Tanto o potássio como o sódio irão atravessar os poros da membrana celular. Logo, o impulso nervoso coincide com a mudança da permeabilidade da membrana neuronal entre íons de sódio e potássio.

O interior do axônio está, normalmente, a 70 milivolts negativos em relação ao exterior. Se esta diferença de voltagem é reduzida pela chegada de um impulso nervoso, o canal de fluxo sódio se abre na membrana, permitindo que os íons de sódio entrem no axônio, mudando o potencial de negativo para positivo. Em seguida, o canal de sódio se

fecha e o canal de potássio se abre, permitindo a saída de potássio e restaurando a voltagem interna da célula. Essa seqüência de abertura e fechamento dos dois tipos de canais efetua a propagação do impulso nervoso. Neste caso, a habilidade de uma célula em responder a um estímulo e a natureza das respostas são determinadas pela capacidade de transmissão de voltagem de sua membrana.

2.2. A Origem do Sistema Nervoso

O sistema nervoso se desenvolve através de uma série de etapas ordenadas em uma seqüência temporal específica para cada estrutura neuronal.

Durante a terceira e quarta semana após a concepção, o sistema nervoso se origina de uma camada de células na superfície dorsal do embrião, chamado de Platô Neural.

Os passos iniciais de seu desenvolvimento são denominados **determinação** e asseguram que uma certa população de células do embrião irão gerar as células do sistema nervoso.

Em um segundo momento, a **diferenciação**, é assegurado que as células descendentes de uma determinada população irão gerar populações e subpopulações de neurônios específicos, característicos de várias regiões do sistema nervoso e ainda, que esses neurônios se proliferarão, migrarão para locais apropriados, farão conexões precisas, formando os circuitos neurais.

De maneira simplificada, oito estágios podem ser identificados no desenvolvimento do cérebro (Cowan,1979), (Lent,1998):

- 1) Indução do platô neural com a formação de uma fina camada de células ectodérmicas na superfície dorsal do embrião;
- 2) Proliferação localizada de células em diferentes regiões através da replicação de seus DNA;
- 3) Migração de células da região onde foram geradas para suas localizações definitivas;
- 4) Agregação de células, formando partes identificáveis do cérebro;
- 5) Maturação das células;
- 6) Formação de conexões com outros neurônios (conexões entre grupos relacionados);
- 7) Morte seletiva de certas células;
- 8) Eliminação de algumas conexões inicialmente formadas e a estabilização de outras.

Cada estrutura neural, especialmente as mais complexas como o cérebro ou a medula espinhal, não possui somente um tipo de célula, sendo que cada um deles é gerado somente durante um único período de desenvolvimento. É fundamental para a biologia moderna a visão de que a estrutura e o funcionamento de uma célula ou órgão, suas atividades e comportamentos, são determinadas por seus gens.

Durante o curso de desenvolvimento, os neurônios devem expressar um conjunto de gens específicos, que diferenciem propriedades neuronais especiais (transmissoras-sintetizadoras e processadoras de enzimas, receptoras de proteínas) e formem conexões periféricas apropriadas. Para que o neurônio em desenvolvimento realize estas conexões, ele deve elaborar axônios e projetá-los até o tecido correto, selecionando as células deste tecido com as quais irá formar sinapses (Kandel,1991).

Pesquisas nesta área mostraram que um núcleo celular pode dar origem a vários tipos de neurônios com diferentes funções. Enquanto um tipo de célula se multiplica outro tipo está migrando ou se conectando. O ambiente em que estão imersos fornecem elementos bioquímicos que influenciam os seus passos subsequentes de desenvolvimento (Schacher,1991). A membrana celular tem um papel fundamental no reconhecimento das outras células durante o desenvolvimento embriônico, permitindo que cada célula encontre seu próprio lugar na rede de 10^{11} células.

Na formação cerebral, o tamanho da população neuronal é estabelecida em duas etapas: um estágio onde um grande número de células é gerado e um estágio posterior onde o número de neurônios é ajustado de modo a preencher o tamanho do campo a ser enervado. Parece que o fator determinante para a definição do número final de células é o número de contatos funcionais dos seus axônios, estabilizados através das condições ambientais geradas na fase pós-embriônica.

2.3. A Organização Cerebral

Como visto anteriormente, o cérebro é uma estrutura complexa e não homogênea, permitindo a classificação e individualização de suas várias áreas seguindo diferentes tipos de critérios. Em uma classificação anatômica, o cérebro é dividido em dois hemisférios, direito e esquerdo. As depressões encontradas em sua superfície são denominadas sulcos e alguns deles ajudam a delimitar os lobos e áreas cerebrais. Os hemisférios possuem a mesma estruturação, mas cada lado é associado com o

processamento de diferentes tipos de informações, que serão mais profundamente explorados no próximo capítulo.

O cérebro é dividido pelo sulco central em divisão anterior e posterior. A divisão posterior (lobos parietal, occipital e temporal) recebe estímulos da medula. A divisão anterior (frontal) recebe estímulos do córtex posterior e também da parte baixa-central do cérebro (Grieve,1993).

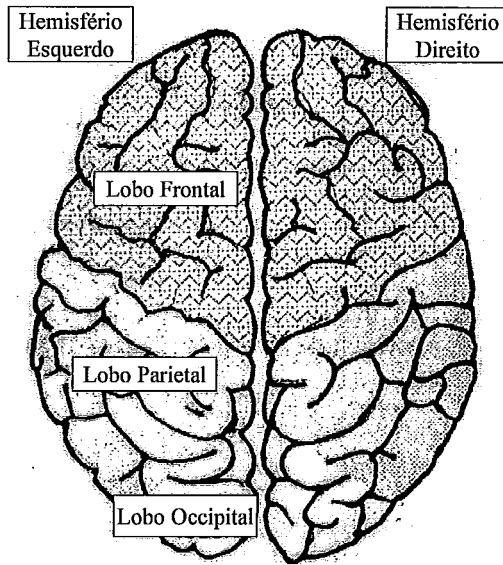


Figura 2.3: Vista superior mostrando a divisão cerebral em hemisférios e lobos

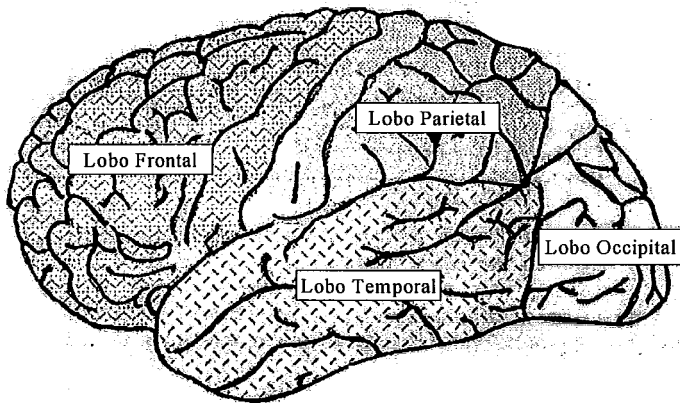


Figura 2.4: Vista lateral do cérebro identificando os lobos

O cérebro é formado por três estruturas principais: Córtex, Sistema Límbico e Substância branca.

▪ **Córtex ou Neocórtex**

É a parte mais externa do cérebro e uma das mais importantes, sendo constituído por uma camada de substância cinzenta cuja espessura varia de 1,5 a 4 mm. A superfície dos hemisférios, extremamente pregueada, permite que a camada de substância cinzenta tenha uma grande superfície sem que haja aumento do volume cerebral.

O córtex recebe impulsos provenientes de todas as vias da sensibilidade, que aí tornam-se conscientes e são interpretadas. Dele saem os impulsos nervosos relacionados com os movimentos voluntários, fenômenos psíquicos e funções.

Durante o desenvolvimento, o córtex cerebral é elaborado em seis camadas, que vão aumentando de acordo com a proliferação diferenciada e migração das células (Ham,1967). A mais externa é a camada molecular, rica em fibras de projeção horizontal e com poucos neurônios, seguida pela camada granular externa, piramidal externa, granular interna, piramidal interna e polimorfas. Em cada camada predomina o tipo de neurônio que lhes dá nome, sendo que, dentre os diferentes tipos de células, destacam-se as do tipo piramidal e estelares.

As células piramidais projetam seus axônios para outras áreas do cérebro e medula espinhal, são neurônios excitatórios e a maioria dentre os neurônios de projeção do córtex cerebral. As células estelares são arredondadas e seus axônios não deixam o córtex e servem para estabelecer as conexões com as colunas corticais. Praticamente todas as áreas corticais possuem conexão com os centros subcorticais.

As tentativas de localizar funções no córtex cerebral datam da descoberta de dois tipos de controle motor em áreas específicas do lobo frontal: controle da fala expressiva, em 1862, por Broca e controle do movimento voluntário, em 1870, por Fritsch e Hitzig (Cowan,1979). As pesquisas subsequentes determinaram os vários córtices sensoriais: primário, secundário e terciário(visão, audição, sensações e sabor) nos lobos occipital, parietal e temporal.

▪ **Substância branca**

Situa-se abaixo do córtex, sendo constituída, essencialmente, por feixes entrelaçados de fibras, responsáveis por estabelecerem as ligações entre as diferentes regiões do cérebro.

Distingue-se dois tipos de fibras:

- De projeção: ligam o córtex cerebral a centros subcorticais;
- De associação: unem áreas corticais situadas em diferentes pontos do cérebro.

▪ Sistema Límbico

Localiza-se no núcleo do cérebro, recoberto pela substância branca. É constituído pelo Giro do Cíngulo, Istmo do Giro do Cíngulo, Giro Parahipocampal, Hipotálamo, Tálamo, Hipocampo, Fórnix, Amígdala, Úncus, Corpo Mamilar, Corpo Caloso, entre outros (figura 2.5). Estas estruturas estão associadas aos fenômenos de emoção, comportamento e controle do sistema nervoso autônomo. Juntamente com o Tálamo e o Hipotálamo são conhecidos como o Circuito de Papez (Machado,1998).

Tálamo

É constituído por duas grandes massas ovóides com uma extremidade anterior pontuda e outra posterior bastante proeminente. Possui importantes conexões com a área não motora do lobo frontal. É, fundamentalmente, constituído de substância cinzenta, sendo considerado um agregado de núcleos e conexões e por conseguinte, possui funções diversas. Suas principais funções relacionam-se com a motricidade, comportamento emocional e sensibilidade, pois a maioria dos impulsos sensitivos, antes de chegar ao córtex, passam pelos núcleos talâmicos (Machado,1998).

Hipotálamo

É uma área relativamente pequena, situada abaixo do Tálamo e é constituído, basicamente, de substância cinzenta. O Hipotálamo constitui menos de 1% do total volume do cérebro e contém um grande número de circuitos cerebrais envolvidos com as funções vitais. É responsável pelo controle do sistema nervoso autônomo, regulação da temperatura, sono, fome, sede, batimentos cardíacos e pressão arterial, dentre outras. É uma área relacionada com o comportamento emocional e o controle do sistema endócrino, realizado através da Pituitária.

Por causa da relação do Hipotálamo com os sistemas autônomo e endócrino, este parece ocupar o ponto central nos mecanismos regulatórios da fisiologia e do comportamento (Kupfermann,1991b). Funciona em conjunção com os sistemas de controle do sistema límbico e o neocórtex. Os centros corticais de alto nível se comunicam com o hipotálamo através do sistema límbico.

As conexões aferentes do hipotálamo são tão amplas que admite-se que por meio delas ele sofre influências, diretas ou indiretas, de todas as partes do encéfalo (Machado,1998).

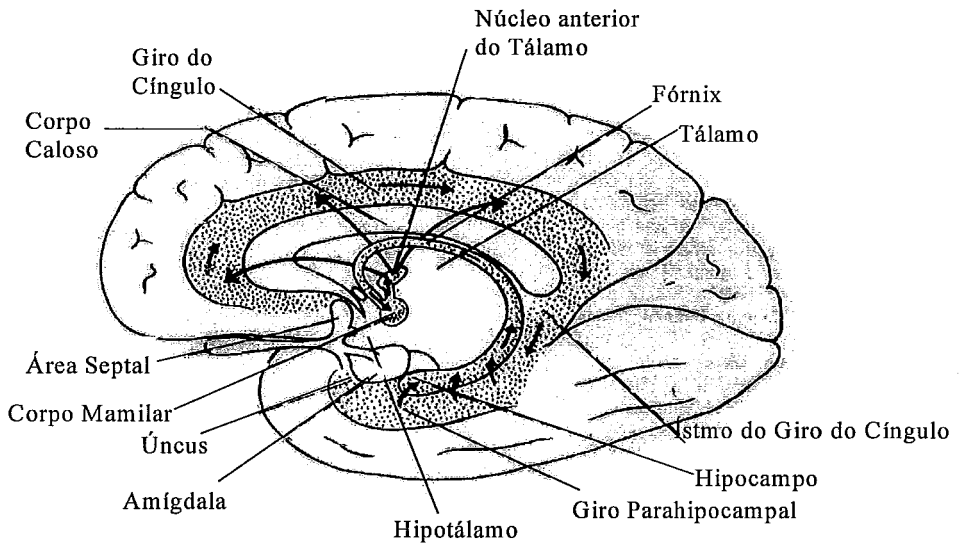


Figura 2.5: Principais componentes do sistema Límbico, mostrando também o Circuito de Papez

De acordo com Schwartzkroin & Fuchs (Schwartzkroin,1989), há algum tempo atrás, considerava-se que o SNC alcançava sua forma final pouco depois do nascimento e mostrava-se incapaz de adaptar-se a danos ou traumas. Este ponto de vista apoiava-se na incapacidade dos neurônios multiplicarem-se depois da formação e migração, onde não mudariam de função durante seu tempo de vida.

Contrastando com esta visão, as pesquisas mais recentes, impulsionadas pelas experiências bioquímicas e da biologia molecular, além das imagens geradas em tomografias computadorizadas e ressonância magnética, demonstraram que mesmo o cérebro de um adulto é capaz de responder a estímulos externos, adaptando-se e mudando as interações entre os neurônios. Ou seja, aprender novos comportamentos, adquirir capacidade de memória e adaptar-se a mudanças de situações do ambiente: o SNC dos mamíferos é capaz de **plasticidade**.

2.4. Plasticidade Cerebral

A capacidade de substituir circuitos cerebrais lesionados ou disfuncionantes por circuitos vizinhos intactos é denominado plasticidade neuronal. Este fenômeno pode ser

explorado na reprogramação das redes neuronais cerebrais, de forma a diminuir os efeitos provocados por diferentes deficiências ou danos neurológicos (Schwartzkroin,1989).

Quando comparada com a variedade de plasticidade demonstrada pelas espécies inferiores, a plasticidade nos SNC dos mamíferos parece limitada, pois vertebrados inferiores podem regenerar novos membros com sua completa enervação, recuperar um corte da coluna vertebral ou restabelecer as conexões do sistema nervoso com os receptores sensoriais. Já os mamíferos não possuem esta capacidade de regeneração, entretanto, podem exibir outros tipos de plasticidade, particularmente, as que envolvem o aprendizado de comportamentos complexos. Apesar das diferentes capacidades plásticas entre espécies mais e menos desenvolvidas, os mecanismos que as governam são semelhantes (Kandel,1979).

Várias pesquisas vêm sendo realizadas para tentar identificar partes do cérebro relacionadas com a plasticidade. Segundo Schwartzkroin & Fuchs (Schwartzkroin,1989), é possível demonstrar uma correlação entre a atividade celular e uma mudança de comportamento, mas ainda é difícil estabelecer qual atividade celular gera a mudança comportamental. Apesar das dificuldades, as experiências neuropsicológicas têm demonstrado plasticidade em um grande número de comportamentos de variadas espécies.

Os mecanismos envolvidos na plasticidade permanecem indefinidos, impulsionando pesquisas que exploram diferentes linhas de atuação:

- os aspectos eletroquímicos envolvidos nos mecanismos de transmissão de impulsos nervosos e a atuação da membrana celular na realização das sinapses;
- as mudanças morfológicas no cérebro associadas a circulação de substâncias, como por exemplo, hormônios, que são resultado de um condicionamento social
- as mudanças nas propriedades da célula nervosa a partir de danos cerebrais, onde as respostas do organismo para o trauma são a regeneração e a brotação de nervos;
- o transplante de tecido neural de fetos em cérebros danificados de animais adultos. Estes transplantes permitiram uma recuperação parcial do desempenho em algumas tarefas, que foi mais acentuada nos animais mais jovens, reforçando a teoria de que os sistemas nervosos imaturos são mais plásticos

que os sistemas maduros porque possuem potencial plástico codificado em seus gens e estes gens são expressos nos últimos estágios do desenvolvimento.

A partir dos vários resultados obtidos, percebe-se que entre as funções que emergem das interações entre neurônios, as possíveis de serem mais fortemente influenciadas por fatores externos são aquelas associadas ao aprendizado (ou a capacidade de modificar o comportamento em resposta a experiência) e à memória (capacidade de guardar esta modificação por um período de tempo).

2.4.1. A Aprendizagem e Memória na Plasticidade

As similaridades de alguns processos de aprendizagem entre os animais e os homens sugerem que seus mecanismos cerebrais possuem características comuns. A dificuldade de estudar estes sistemas nos cérebros humanos nos leva a examinar esses processos em animais mais simples, que dividem muitos padrões comportamentais com os homens. Estudos efetuados com diferentes espécies de invertebrados mostrou que o comportamento em animais simples é totalmente capaz de ser modificado através do aprendizado. A partir de experiências realizadas com uma lesma de nome *Aplysia*, chegou-se a duas formas simples de aprendizado: habituação e sensibilização (Kandel, 1979).

Habituação é um decréscimo de intensidade de uma resposta comportamental que ocorre quando um novo estímulo é apresentado repetidas vezes.

Quando um animal recebe um estímulo, ele responde com uma combinação de reflexos defensivos e orientados. Se a estimulação é repetida o animal prontamente reconhece o estímulo. Se o estímulo é inócuo ou não provê recompensas, o animal reduz e até mesmo suprime suas respostas ao estímulo. Kandel (1979) coloca que repetidas sessões de treinamento podem deprimir as conexões sinápticas entre as células sensoriais e motoras, ou seja, a habituação de longo e curto prazo envolvem aspectos do mesmo mecanismo celular: a depressão da transmissão excitatória.

A habituação é considerada a mais difundida forma de aprendizado, sendo considerada como o primeiro processo de aprendizagem que emerge nas crianças sendo comumente utilizada para estudar o desenvolvimento de processos atencionais, de percepção e de memória. Neste sentido, as experiências com a *Aplysia*, indicaram que a habituação nos invertebrados dá origem as memórias de longo e curto prazo.

As mudanças provocadas pela habituação são verificadas através do exame das mudanças em duas células e do conjunto de conexões entre elas: o neurônio sensorial pré-sináptico e o neurônio motor pós-sináptico. Os resultados mostraram que o lugar da habituação de curto-prazo são os terminais pré-sinápticos dos neurônios sensoriais e que o mecanismo de habituação é uma progressiva diminuição na quantidade de moléculas transmissoras, liberada pelos terminais neuronais sensoriais. Em resumo, a habituação de curto prazo envolve uma mudança na força das conexões feitas entre os neurônios sensoriais, os neurônios de associação e os neurônios motores.

O cálcio é um dos principais ions envolvidos na geração de cada ação potencial dos terminais, sendo essencial para a liberação de transmissores. A força de uma conexão é determinada pela quantidade de transmissores liberados. Deste modo, a armazenagem da memória para a habituação de curto-prazo reside na persistência, minutos ou horas, da depressão da corrente de cálcio nos terminais pré-sinápticos.

Enquanto habituação de curto-prazo envolve uma transitória diminuição na eficácia sináptica, a habituação de longo-prazo produz um mudança mais prolongada e profunda, conduzindo a uma disrupção da maioria das efetivas conexões prévias. Estes dados são interessantes por mostrarem que, surpreendentemente, pouco treinamento é necessário para produzir uma mudança profunda na transmissão sináptica dos neurônios envolvidos no aprendizado.

Já a sensibilização é considerada como uma forma mais complexa de aprendizado e também pode ser observada no reflexo da *Aplysia*.

Sensibilização requer que o animal aprenda a prestar atenção a um estímulo porque ele é acompanhado por um potencial perigo ou conseqüências negativas. É uma forma de aprendizado e memória na qual a resposta a um estímulo é aumentada por causa de outro estímulo mais perigoso.

Os resultados de experiências feitas por Carew, Castellucci e Kandel (Kandel,1979) mostraram que a sensibilização reverte o comportamento depressivo e que as sinapses desativadas podem ser restauradas através de estímulos. Logo, os neurônios podem ter sua funcionalidade inativada e reativada através da experiência.

“Se estas descobertas forem aplicáveis ao cérebro humano, isto implica que mesmo durante simples experiências sociais, como quando duas pessoas conversam, a ação da máquina neuronal do cérebro de uma pessoa é capaz de

ter um efeito direto e talvez longo, sobre a modificável conexão sináptica no cérebro do outro”(Kandel, 1979, p.68).

Sensibilização possui uma posição de destaque na hierarquia do aprendizado, sendo considerada como a precursora do condicionamento clássico, pois em ambos, um reflexo de resposta a um estímulo é aumentado como resultado da ativação de outro caminho. Habituação e sensibilização (Kandel,1991b) são processos de aprendizagem que podem estabelecer ou interromper as sinapses de neurônios específicos.

Os estudos sobre aprendizagem e memória usam animais, mas também utilizam pessoas que sofreram danos cerebrais em diferentes áreas cerebrais.

Lashley (in Schwartzkroin,1989) pesquisou a representação neuronal para memória de um evento, testando ratos em uma variedade de tarefas dentro de um labirinto, após danificar partes de seus neocórtex. Pequenas lesões corticais não interrompem a capacidade do rato em lembrar-se de tarefas que requerem a escolha e opções certas. Somente grandes lesões afetam o comportamento no labirinto aprendido. O efeito de uma lesão foi proporcional ao seu tamanho, então Lashley concluiu que o engrama para diferentes comportamentos é distribuído no córtex.

Por outro lado, Olds et al. (in Schwartzkroin,1989), que registraram a atividade neuronal em muitas partes do cérebro do rato durante diferentes comportamentos, concluíram que o engrama para alguns comportamentos aprendidos podem estar localizados em estruturas específicas do cérebro.

Pesquisas com ratos com lesões hipocâmpais, indicaram que o hipocampo é necessário para certos tipos de atividades de memória. Estes experimentos relacionaram o hipocampo e o tálamo posterior ao processamento de memória. Experiências com pessoas que removeram o hipocampo bilateral, amígdala e córtex temporal para tratamento de epilepsia podem aprender normalmente, mas esquecem tudo rapidamente, enquanto que pacientes com lesões no tálamo aprendem lentamente mas retêm o aprendizado por períodos normais de tempo (Schwartzroin,1989).

Estes resultados sugerem que pacientes com lesões no sistema límbico são incapazes de converter memória de curto prazo em longo prazo enquanto que pacientes com lesões no tálamo posterior têm dificuldades em adquirir memória de curto prazo, mas não têm dificuldades em consolidá-la.

Experimentos mais recentes realizados com ratos (Kempermann,1997) confirmaram a importância da aprendizagem na preservação do número de células

cerebrais ativas. Se um neurônio não recebe estímulos de neurônios vizinhos, ou recebe neurotransmissores inibitórios, ele não terá nenhum tipo de atuação. Ao contrário, se um neurônio envia muitos impulsos excitatórios a outros neurônios, a sinapse entre eles será reforçada. Logo, as interconexões entre neurônios e grupos de neurônios não são fixas e estão em constante mudança.

Das (Das,1997) relata vários resultados através dos quais aborda a possibilidade da ligação entre o processamento cortical e a plasticidade, sugerindo que a plasticidade cortical pode ser alterada por padrões apropriados de estímulos.

Estes estudos ainda não são definitivos, contudo, mostram que diferentes estruturas cerebrais estão envolvidas tanto nos processos de aprendizagem, quanto nos processos de memória. Apesar da estrutura do cérebro ser especificada através de processos genéticos e de desenvolvimento, observa-se que o padrão de interconexões entre neurônios depende da experiência. Ou seja, o cérebro é remarcavelmente plástico: ele é capaz de mudar seu desempenho e mesmo suas estratégias como resultado de estímulos externos. Resultados mais atuais vêm confirmando esta capacidade do cérebro e a importância desses estímulos na preservação das sinapses e do próprio neurônio (Enchanted,1998).

2.5. Considerações finais

Este capítulo abordou as características básicas do SNC e, em especial, aquelas associadas ao cérebro. Para que as questões envolvidas na plasticidade cerebral fossem melhor compreendidas, foi necessário apresentar os principais componentes e aspectos funcionais envolvidos nos processos plásticos.

Verificou-se que as experiências realizadas com animais simples indicam que o aprendizado produz mudanças estruturais e funcionais em específicas células nervosas. Em especial, nos humanos, estas alterações refletem-se em mudanças no padrão básico das interconexões características dos vários sistemas sensoriais e motor, sendo percebidas através de mudanças comportamentais.

As pesquisas na área de neurobiologia têm comprovado que a plasticidade do sistema nervoso permite o desenvolvimento de alterações estruturais em resposta à experiência.

Uma abordagem comportamentalista considera que o comportamento pode ser analisado em função da quantidade de estímulos e das respostas observáveis geradas. O estudo dos aspectos comportamentais ligados ao desempenho celular levou a duas

formas de aprendizagem: habituação e sensibilização. A partir delas, o fluxo sináptico pode ser interrompido e restaurado funcionalmente através de experiências de aprendizagem. Hoje, esta visão recebe influências da área da psicologia cognitiva e considera, também, os fatores genéticos e da experiência na representação interna do conhecimento e no seu afloramento através do comportamento.

Todas as funções do cérebro representam uma interação entre os processos genéticos e de desenvolvimento com os fatores ambientais, como o aprendizado. Ou seja, o mapa cerebral de um adulto está sujeito a constantes modificações baseadas na exploração de seus caminhos sensoriais. Neste caso, a possibilidade de plasticidade cerebral abre perspectivas para a busca de soluções dos problemas causados por danos e deficiências cerebrais associadas a variados tipos de acidentes ou doenças.

Logo, a possibilidade de plasticidade cerebral a partir de influências ambientais é essencial para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas para tratamento de diversas desordens cerebrais. A identificação e avaliação do grau das deficiências, assim como a prescrição de procedimentos de reabilitação são alvo de uma área do conhecimento denominada Neuropsicologia, que será o tema do próximo capítulo.

Capítulo 3

3. Reabilitação Cognitiva

Cognição é uma complexa coleção de funções mentais que incluem atenção, percepção, compreensão, aprendizagem, memória e raciocínio, entre outras. Estes atributos mentais permitem que o homem compreenda e relacione-se com o mundo e seus elementos (Parenté,1996). A cognição compreende todos os processos mentais que nos permitem reconhecer, aprender, lembrar e conseguir trocar informações no ambiente em que vivemos. Cognição também refere-se ao planejamento, solução de problemas, monitoramento e julgamento, que são consideradas como funções cognitivas de alto nível.

Se uma pessoa sofre algum tipo de dano cerebral, uma ou várias destas funções podem se tornar deficientes. Para recuperá-las será necessário empreender estratégias terapêuticas específicas para cada tipo de deficiência detectada. Neste contexto, a Reabilitação Cognitiva (RC) é o processo que visa recuperar ou estimular as habilidades funcionais e cognitivas do homem, ou seja, (re)construir seus instrumentos cognitivos. A RC popularizou-se nos anos 80 e firmou-se nos anos 90.

Em muitos casos a RC vem complementar o tratamento farmacológico, necessário em vários tipos de distúrbios. A aplicação dos procedimentos de RC explora diferentes estratégias terapêuticas e educacionais. A partir de meados dos anos 80 o computador passou a ocupar um lugar de destaque, tanto nos processos avaliativos, como nos de reabilitação.

Normalmente, o processo de reabilitação cognitiva se inicia após análise médica realizada por um neurologista que identifica o insulto neuronal em termos anatômicos e fisiológicos. Posteriormente, o neuropsicólogo concentra sua atenção na avaliação das deficiências efetivamente provocadas pela lesão em termos cognitivos e afetivos. Finalmente, o psicólogo, seguindo as instruções dos especialistas, treina o paciente através de exercícios especialmente projetados para a reabilitação em sua deficiência cognitiva.

Neste capítulo serão descritas as principais características da RC, as disciplinas associadas, assim como métodos de avaliação e estimulação cognitiva. Em seguida, serão discutidas algumas propostas e experiências de aplicação das novas tecnologias neste processo, apontando as tendências nesta área: o apoio da tecnologia de Realidade Virtual.

3.1. Características Básicas

A RC trabalha com variados tipos de desordens e deficiências: desordens de atenção e concentração, negligência espacial e visual, deficiências de controle da fala e de movimentos, descontroles emocionais e de comportamento, entre outros (Stringer,1996).

Existem diferentes abordagens para a reabilitação cognitiva, que se diferenciam a partir do critério conceitual utilizado. Segundo Rizzo e & Buckwalter (Rizzo, 1997b) o enfoque restaurador utiliza a repetição sistemática e hierárquica para obter melhora de desempenho dos componentes cognitivos. Já as estratégias compensatórias são trabalhadas visando o desempenho de tarefas.

Outra dimensão conceitual explorada refere-se ao conteúdo das tarefas de tratamento. Algumas focam no treinamento do componente do processo cognitivo, como atenção e memória, enquanto outras focam no treinamento de habilidades funcionais, como a prática de um conjunto de passos em um trabalho de rotina.

A RC pode, ainda, ser centrada na pessoa ou centrada no ambiente. Ou seja, se a pessoa tem capacidade de recuperar habilidades cognitivas ou se o ambiente em que vive terá que ser reestruturado para apoiar sua independência.

A exploração de um destes enfoques não exclui a utilização de outro. Muito pelo contrário, estas abordagens se complementam e possibilitam a integração de vários aspectos essenciais para a recuperação do paciente.

Uma questão fundamental na RC refere-se aos conceitos de generalização e transferência.

Ocorre transferência quando o aprendido pode ser aplicado a outro contexto dividindo-se em:

- Transferência positiva: quando o que é aprendido em um contexto facilita o aprendizado em outro contexto;

- Transferência negativa: quando o que é aprendido em um contexto impede o aprendizado em outro contexto.

Na generalização o novo conhecimento pode ser aplicado com sucesso em uma variedade de novos contextos e requer o uso de estratégias de memória e habilidades de pensamento. O objetivo central de qualquer programa de reabilitação é a generalização, que pode proporcionar autonomia e independência.

Podemos ressaltar ainda, os aspectos associados a teorias pedagógicas como o comportamentalismo e construtivismo. Em geral, os processos de RC possuem o trabalho inicial de recuperação bastante comportamentalista e algumas vezes, sem associações diretas com a vida diária. Entretanto, para alcançar a generalização é necessário a exploração da memória, que realiza as atividades de recuperação de informações armazenadas, associação destas informações com a situação real, interpretação e análise deste conjunto de informações. Observa-se que estes procedimentos possuem um enfoque mais construtivo e contextualizado (Costa, 1998).

Como visto, a RC envolve questões de diferentes áreas, onde destaca-se Neuropsicologia, que através da integração do conhecimento de diferentes domínios, propõe métodos de avaliação e recuperação de deficiências cerebrais.

3.2. Neuropsicologia

A neuropsicologia origina-se da convergência da Ciência Médica em Neurologia e em Psicologia através do estudo dos efeitos de disfunções cerebrais sobre o comportamento e a cognição (Grieve,1993). Os modelos e técnicas neuropsicológicas se sofisticaram através da emergência da neuropsicologia cognitiva como uma disciplina científica. A metodologia da psicologia cognitiva vem sendo incorporada nesta área para apoiar o estudo das deficiências dos sistemas cognitivos e envolve, principalmente, as disciplinas relacionadas às funções cognitivas, como pode ser visto na figura abaixo.

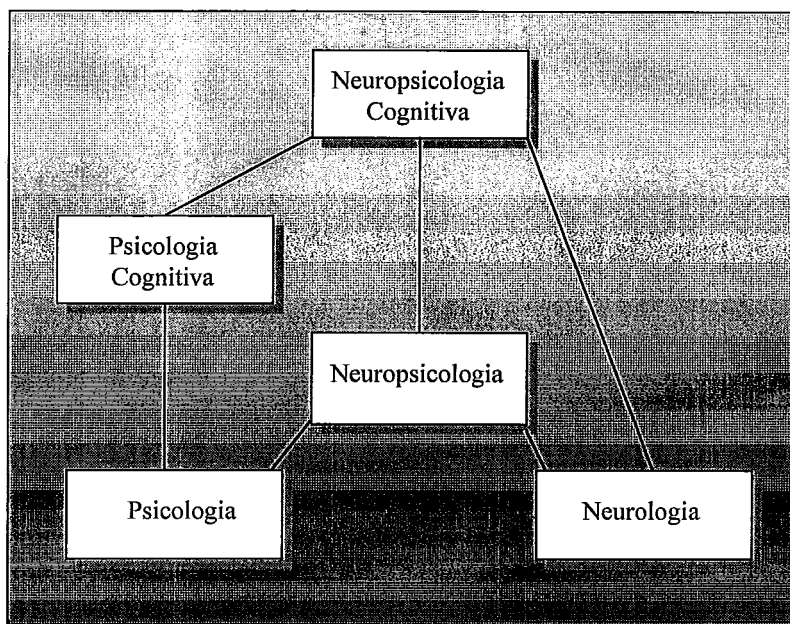


Figura 3.1: Disciplinas relacionadas à neuropsicologia (GRIEVE,1993).

A área de neuropsicologia cresceu exponencialmente nas últimas duas décadas, juntamente com outras áreas de pesquisa ligadas à neurociência (Rao,1996). A ênfase da neuropsicologia humana engloba os indivíduos com as mais diferentes disfunções cerebrais, desordens psiquiátricas e desordens afetivas, que podem ser resultado de uma ampla gama de circunstâncias: acidentes de parto, acidentes vasculares, quedas, acidentes esportivos, esquizofrenia, ou ainda desordens neurológicas causadas por paralisia cerebral, mal de Alzheimer, mal de Parkinson, esclerose múltipla, entre outras. Nos mais jovens, as deficiências são associadas a vários problemas de desenvolvimento, falta de atenção causada por hiperatividade (ADHD - Attention-deficit hyperactive disorder) ou problemas de aprendizagem. Segundo Rizzo (Rizzo,1998), em um sentido amplo, a neuropsicologia é a ciência aplicada que verifica como as atividades específicas do cérebro são expressas em comportamentos observáveis.

De acordo com Lent (Lent,1998), as pesquisas para mapear as funções cerebrais começaram no início do século XIX. Os cientistas pioneiros consideravam que o cérebro era dividido em partes com diferentes funções intelectuais e funcionais. Estes estudos foram evoluindo através de exames em pessoas mortas que tinham algum tipo de deficiência,

reconhecendo hemisférios cerebrais associados a fala e aspectos da linguagem. Experiências com estímulos elétricos em animais identificaram áreas localizadas, que produzem movimentos do lado do corpo oposto a elas. Áreas cerebrais relativas a visão, audição, sensações corporais e movimento foram identificadas em lóbulos específicos de cada hemisfério cerebral.

Hoje a tomografia computadorizada (TC) impulsionou a área, sendo usada rotineiramente, na investigação de desordens neurológicas e psiquiátricas (Brito,1994), (Cohen,1999), e na identificação de deficiências cognitivas associadas a áreas cerebrais lesionadas (Lent,1998), (Mendozzi,1998). A validação da localização dos modelos de lesões são obtidos através da comparação de imagens sofisticadas do cérebro, usadas para extrair informações estruturais e funcionais, com aquelas provenientes de um cérebro humano intacto.

Apesar da importância da localização anatômica das lesões, a visão holística da neuropsicologia propõe que o processamento mental ocorre em paralelo em subsistemas ou módulos que não são necessariamente relacionados com áreas anatômicas. A interrupção da coordenação desses módulos pode resultar no surgimento de um baixo nível de atividade de percepção ou ação. Nos anos 30, alguns resultados mostraram que as deficiências funcionais estavam relacionadas com a extensão do dano no córtex e não com a localização do dano (Grieve,1993).

Atualmente, métodos da neuropsicologia cognitiva são usados para identificar módulos de processamento mental na avaliação de pacientes com danos cerebrais. O dano cerebral é interpretado em termos da perda de um específico componente ou da desconexão entre componentes. Se um aspecto no desempenho de um paciente é deficiente, enquanto em outros é preservado, isto sugere a presença de um módulo de processamento separado. Esta abordagem para a investigação dos sistemas cognitivos produz métodos de avaliação para funções debilitadas que não são ligadas a áreas cerebrais particulares, mas sim, a componentes de habilidades e capacidade funcionais no cérebro.

Avaliando as funções cognitivas envolvidas em cada um destes módulos, o nível de deficiência pode ser identificado e podem ser propostos planos de tratamento ou estratégias para a terapia ocupacional.

A força conjunta de psiquiatras, psicólogos, neuropsicólogos, terapeutas e teóricos de RC vem identificando muitos subsistemas cognitivos, variáveis que podem afetar o desempenho cognitivo, assim como, o mapeamento do sistema cognitivo em relação às várias estruturas cerebrais.

3.2.1. Visão Geral da Organização Cerebral

Apesar da visão holística considerada no processamento de informações realizado pelo cérebro, existem diferentes capacidades reconhecidas e associadas a cada região cerebral.

Na maioria das pessoas o hemisfério esquerdo é dominante para todas as funções da linguagem: leitura, escrita, compreensão e produção da fala. Estas funções envolvem o processamento de seqüências, letra por letra, palavra por palavra e seqüência de ações, que é a base da maioria dos nossos movimentos. Por estas capacidades o hemisfério esquerdo é conhecido como “analisador”.

O hemisfério direito possui uma grande capacidade de processar informações visuais e espaciais, que não podem ser descritas em palavras. O reconhecimento de objetos, a posição de partes do corpo durante um movimento e a relação espacial de objetos e fronteiras são relacionadas ao hemisfério direito. Este hemisfério pode ser chamado de “sintetizador”, aquele que trata o todo ao invés de partes. O hemisfério direito é associado, também, ao comportamento emocional.

Em geral, observa-se que pacientes com lesões no lado esquerdo possuem problemas de linguagem; enquanto que pacientes com lesões do lado direito possuem problemas de percepção visual.

Como visto no capítulo 2, a divisão cerebral posterior (lóbulos parietal, occipital e temporal) recebe estímulos da medula com o processamento perceptual desses estímulos ocorrendo no córtex posterior, que realiza as seguintes funções: visão, audição, tato, construção 2D e 3D, reconhecimento de faces e linguagem receptiva.

Já a região frontal, que recebe estímulos do córtex posterior e também da parte baixa-central do cérebro é responsável pela produção do movimento, da fala e comportamentos e possui um importante papel nas altas funções cognitivas, tais como: planejamento, resolução de problemas, monitoramento e julgamento.

Essas diferenças na capacidade de processamento da divisão posterior e anterior significa, de maneira geral, que: danos cerebrais na parte posterior ocasionam deficiências na percepção visual e espacial; e danos cerebrais anteriores geram incapacidade de planejar e produzir ações e comportamentos (Grieve,1993).

As funções da região interna central do cérebro (também descritas no capítulo 2) mostram que lesões nestas partes atingem, fortemente, as capacidades de memória e altas funções cognitivas, além de deficiências motoras e emocionais.

Na avaliação cognitiva do paciente a localização da lesão constitui-se apenas de uma informação inicial, pois devido ao funcionamento integrado das diversas partes do cérebro, uma lesão pode causar deficiências muito mais profundas do que aquelas associadas a áreas específicas.

Para identificar de maneira mais precisa, os diferentes níveis de deficiências cognitivas, é necessário realizar, além de exames físicos, uma avaliação neuropsicológica que é o pré-requisito para o diagnóstico, tratamento e compreensão científica dos danos cognitivos e deficiências funcionais.

Para que os testes e processos de reabilitação sejam melhor compreendidos, a seguir serão descritos, de maneira sucinta, os processos cognitivos primários, base das funções cognitivas mais complexas.

3.2.2. Os Sistemas Cognitivos Primários

Os processos cognitivos primários são ligados à percepção de situações e conceitos e às capacidades de atenção/concentração e memória. Algumas fronteiras destas funções cognitivas são bastante tênues, criando situações de interdependência.

De forma a melhor ilustrar estas relações, a partir dos resultados apresentados por diferentes autores, dentre os quais, (Stringer,1996), (Grieve,1993), (Rodrigues,1995), (Parenté,1996), estabelecemos um diagrama que exemplifica as conexões e dependências entre estas funções, abaixo apresentado.

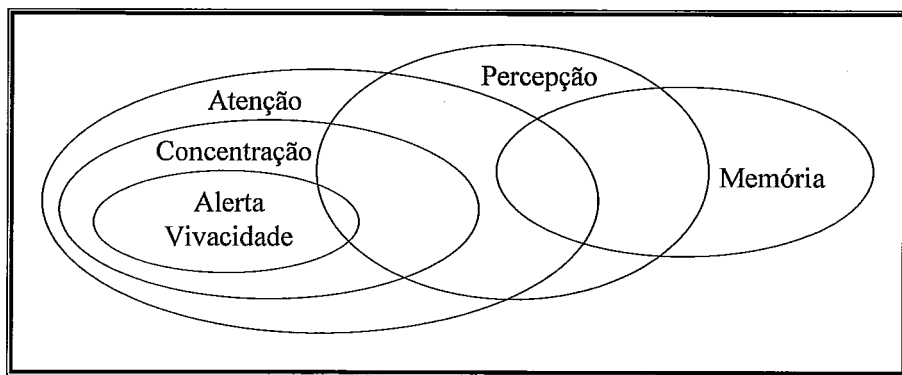


Figura 3.2: Conexões e dependências entre funções cognitivas (Costa,1999)

A seguir estas funções serão descritas, ressaltando-se suas características básicas e as principais causas de deficiências associadas a cada uma delas.

▪ **Alerta/Vivacidade/Vigília**

O estado de alerta/vivacidade refere-se à disposição física e mental para se concentrar e prestar atenção. Isto pressupõe que a pessoa esteja desperta, sem sonolência, fadiga ou enfermidades comatosas. O estado de alerta/vivacidade pode ser alterado por medicamentos e em estados depressivos.

A estrutura associada ao tono cortical, que regula o nível de vigília, é a formação reticular do tronco cerebral (Luria,1981).

▪ **Percepção**

A todo momento nossos sentidos captam informações do mundo que nos envolve e do interior do corpo. A percepção é o processo mental que transforma essas informações em experiências mediatas do mundo. Nossas expectativas e experiências passadas possuem uma influência ativa na percepção (Grieve,1993). A percepção normal é tão espontânea e automática que é difícil compreender a experiência de uma percepção danificada em um paciente com danos cerebrais.

Percepção está fortemente associada aos processos sensoriais, atencionais e de memória, como visto na figura 3.2. Se o sistema sensorial está danificado, pouca informação será capturada e conseqüentemente, irá impactuar as outras funções cognitivas.

A percepção visual dá significado para toda informação que entra pelos olhos, através da atividade de neurônios no córtex visual primário, que situa-se no lobo occipital. O sistema perceptual visual processa as características de forma, profundidade, e tamanho de figura, e ainda, texturas de superfícies e orientação de linhas, que formam parte da percepção espacial. Durante o movimento, as relações espaciais do movimento do corpo são integradas com a percepção do espaço que é usado. A percepção auditiva primária encontra-se no lobo temporal, enquanto a percepção tátil no lobo parietal. Entretanto, é importante ressaltar que a atividade perceptiva não é realizada em sua totalidade pelas estruturas do córtex occipital, mas envolve muitas áreas cerebrais, cada uma desenvolvendo seu papel para a formação do processo perceptivo (Luria,1981).

Deficiências na percepção e cognição podem ocorrer em: acidentes vasculares cerebrais (AVC), traumatismos de crânio, encefalites virais, esclerose múltipla, doença de Parkinson, amnésia de Korsakoff, entre outras (Stringer,1996).

▪ **Atenção/Concentração**

A concentração consiste de um direcionamento voluntário do pensamento e ações para um estímulo ou vários estímulos (Stringer,1996). Em geral, desordens nestas funções são causadas, dentre outras, por doenças cerebrovasculares, infecção do SNC, doenças degenerativas, abuso de drogas ou deficiências no metabolismo cerebral. Como conseqüência, gera principalmente, incapacidade vocacional, ou seja, altera o desempenho humano na realização de tarefas.

A atenção tem sido definida de diferentes maneiras. Pode se referir a vivacidade de perceber o que se passa a nossa volta, mas pode referir-se também, a capacidade de selecionar o objeto de foco e elaborar respostas para situações ou circunstâncias particulares. A atenção inclui, além do direcionamento do pensamento, a capacidade de detectar e orientar os estímulos e o foco do processamento mental em aspectos ambientais ou em conceitos. Quando a atenção diminui, o indivíduo tem dificuldade em realizar tarefas que requerem desempenho mental contínuo, falhando inicialmente na percepção para detalhes e finalmente a capacidade de observar estímulos novos (Engelhardt,1996).

Existem limitações na capacidade cerebral para o processo atencional, sendo que nossas vivências diárias requerem diferentes níveis de atenção, que divide-se em atenção

rotineira e atenção não-rotineira. A atenção rotineira é a habilidade de desempenhar uma tarefa sem necessariamente dispensar uma grande quantidade de trabalho mental. Já a atenção não-rotineira envolve um intenso foco em objetos e tarefas e pode ser desmembrada em (Rao,1996), (Rizzo,1997):

- Focar atenção: relaciona-se ao processo de busca e foco em algum objetivo específico;
- Dividir atenção: o foco situa-se em dois ou mais eventos simultâneos;
- Alternar atenção: alterna o foco igualmente entre dois aspectos;
- Sustentar atenção ou vigilância: é a manutenção da concentração no elemento focado.

A região anterior do córtex frontal, o Giro do Cíngulo no lobo frontal, o interior do lobo Parietal e a região superior temporal, juntamente como o Tálamo, fazem parte do sistema atencional. Logo, danos em qualquer uma destas partes deverá causar algum tipo de problema atencional, que pode atingir a atenção espacial e a atenção em ações e comportamentos. Os danos cerebrais, principalmente, no lado direito, podem ocasionar incapacidade de orientar os estímulos no lado oposto ao da lesão, gerando falta de respostas automáticas (síndrome da negligência) e desordens na representação mental do espaço. Os problemas associados ao comportamento incluem a incapacidade de focar a atenção em tarefas e de mudar a atenção de uma ação ou evento para outro (Engelhardt,1996).

A atenção/concentração requer boas condições do estado de alerta e vivacidade, além de também estar fortemente associada à percepção e à memória.

▪ Memória

Memória pode ser considerada como um sistema que organiza e armazena informações, acessíveis através de mecanismos de busca e reativação. A memória não tem uma localização precisa no cérebro, ou seja, nenhuma área específica controla totalmente o processo de memória. Entretanto, muitas áreas associadas à memória encontram-se no córtex frontal, lobo temporal e na região central do cérebro, que engloba o Sistema Límbico. Devido a ligação entre memória e atenção, alguns problemas de memória podem ser ocasionados por problemas de atenção.

Existem vários sistemas de memória propostos na literatura (Kupfermann,1991), (Parenté,1996), (Grieve,1993), (Rao,1996), que consideram três níveis básicos: memória sensorial ou de curto-prazo, memória de trabalho e memória de longo-prazo. As diferenças entre estas propostas encontram-se na distribuição de funções de reativação, distribuídas entre os três níveis, as divisões da memória de longo-prazo e os tipos de respostas gerados. Tomando por base estes trabalhos, definimos um ciclo do processo de memória considerando, além deste três níveis básicos, o sistema perceptual, como pode ser observado no quadro a seguir.

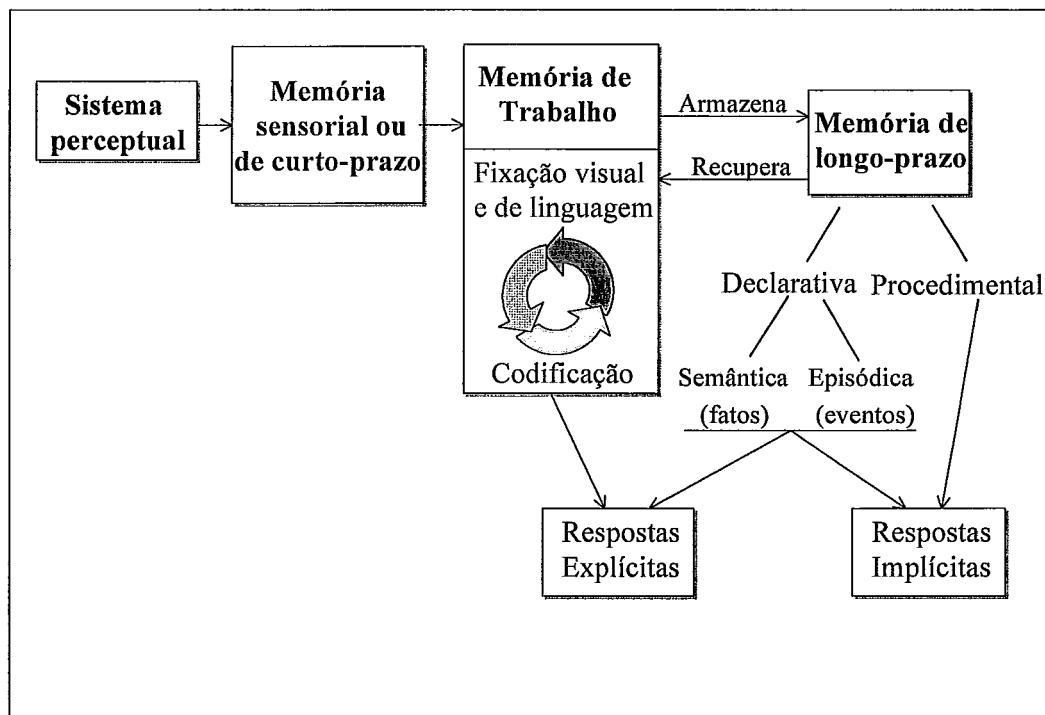


Figura 3.3: Sistema de Memória baseado em (Kupfermann,1991), (Parenté,1996), (Grieve,1993) e (Rao,1996)

Neste modelo, o Sistema Perceptual reconhece os estímulos, que são guardados temporariamente, na Memória Sensorial ou de Curto-prazo, que por sua vez, guarda as informações por um tempo suficiente para serem usadas, como por exemplo, quando olhamos um número de telefone para fazer uma chamada.

Como o próprio nome já diz, a Memória de Trabalho trabalha a informação, guardando-a temporariamente e realizando a fixação e a codificação através de associações

familiares. Esta etapa pode gerar saídas explícitas, como por exemplo a capacidade de teclar o número do telefone. A armazenagem pode ser associada ao processo de aprendizagem, enquanto a recuperação acessa registros já sedimentados na memória de longo-prazo.

A Memória de Longo-prazo irá armazenar informações por períodos de tempo maiores. Segundo Grieve (1993), estudos com pessoas com amnésia vêm confirmando as evidências da separação desta memória em mais de um sistema. Neste caso, o Sistema de Memória Declarativa realiza o acesso consciente para buscar e guardar a informação, sendo dividido em:

- Memória Semântica: é um sistema de aquisição de conhecimento geral, sem relações com os acontecimentos do momento da aprendizagem; e
- Memória Episódica: é um sistema que retém memórias que são ligadas com um tempo ou um lugar e gera respostas conscientes e voluntárias (explícitas), mas também fornece elementos complementares para as respostas autônomas (implícitas).

O Sistema de Memória Procedimental não pode ser acessado conscientemente. Ele gera respostas associadas a procedimentos habituais e algumas vezes, inconscientes (implícitas). As habilidades motoras e de linguagem fazem parte da memória procedimental.

Problemas de memória tornam a aprendizagem de novos conteúdos mais difícil. As deficiências na memória de curto-prazo ocasionam perda da capacidade de reter um pequeno número de itens por um breve tempo na memória, impossibilitando a armazenagem da informação.

Disfunções de memória são associadas a causas diversas: acidentes traumáticos, acidentes vasculares, uso de drogas, infecções, mas principalmente, a demência e doenças degenerativas, como Alzeheimer (Parenté, 1996).

Os sistemas perceptual, atencional e de memória são fundamentais para a realização de funções cognitivas mais elaboradas, que dependem da conjunção destas funções primárias: as funções executivas, que integram a solução de problemas, o raciocínio lógico e o pensamento crítico sendo consideradas como processos cognitivos de alto nível.

▪ Funções Executivas

Funções executivas são processos neuropsicológicos importantes para a adaptação ao ambiente e englobam várias atividades tais como preparação, iniciação e modulação da ação, manutenção da vivacidade, raciocínio abstrato, teste de hipóteses e monitoração de comportamento (Jeste,1996).

As funções executivas podem ainda, envolver habilidades para planejar, seguir, arrumar ou chamar a ordem temporal de uma seqüência de eventos e são associadas com a capacidade de avaliar a exatidão de seu próprio desempenho.

O lobo frontal é considerado como a estrutura central do desempenho de funções executivas. Clinicamente, os pacientes com desordens executivas exibem perseverança, perda de iniciativa ou intenção de agir, inabilidade para gerar planos, tendência de agir impulsivamente e problemas para incorporar *feedback* no seu comportamento.

Para identificar e avaliar deficiências nas funções cognitivas acima descritas, é necessário realizar diferentes tipos de avaliações, dentre as quais, os testes neuropsicológicos, pois para reabilitar capacidades cognitivas é necessário primeiramente, avaliar precisamente que aspectos cognitivos estão deficientes.

3.3. Testes Neuropsicológicos

Os testes neuropsicológicos são importantes em diferentes áreas, podendo determinar o estado cognitivo e afetivo de um paciente para a formulação de intervenções de reabilitação e médicas, planejamento educacional ou vocacional.

O diagnóstico neuropsicológico envolve a sistemática coleta de dados sobre o desempenho humano de maneira a estabelecer conclusões sobre o funcionamento cerebral de pacientes com danos cerebrais variados e com suspeita de doenças neurológicas ou psiquiátricas. Os testes abordam, principalmente, a inteligência e os comportamentos cognitivos, podendo identificar problemas sutis, imperceptíveis à observação simples.

Dois tipos de avaliação são mais usuais: estático e dinâmico. A avaliação estática avalia a pessoa em um momento específico para determinar seu nível de desempenho e são os métodos que receberam mais atenção da neuropsicologia (Parenté,1996). Estes testes estabelecem um escore que classifica a habilidade das pessoas na realização de tarefas. Este

resultado é comparado com aquele obtido por um grupo de pessoas sem problemas, gerando um padrão. O resultado obtido indica o nível da pessoa em relação ao padrão.

A avaliação dinâmica avalia a pessoa em duas ou mais épocas para determinar o potencial de melhora de desempenho. Neste caso, são consideradas as mudanças de desempenho, ou seja, a diferença entre os resultados de dois testes em dois momentos distintos.

Os testes neuropsicológicos podem ser classificados de diversas formas: testes de inteligência geral, testes de aptidões específicas, testes individuais e coletivos, testes de realização, testes verbais e não-verbais, de rapidez e capacidade, etc. Os testes não-verbais não exploram o uso da linguagem e os de realização são os que requerem a construção de desenhos ou manipulação de objetos, por parte do avaliado (Rodrigues, 1995).

Algumas avaliações relacionam-se, especificamente, a funções neurológicas como por exemplo, a tonicidade muscular, reflexos e percepção, enquanto outras relacionam-se com o desempenho nas atividades diárias.

As conclusões possuem uma sólida fundamentação em análise de casos clínicos e pesquisas empíricas sobre as relações entre o cérebro e o comportamento humano (Stringer,1996).

Existem diferentes estratégias para conduzir um exame neuropsicológico clínico. A bateria típica leva de três a oito horas para ser aplicada e fornece uma avaliação das capacidades cognitivas, perceptivas, lingüística e sensório-motoras. Os resultados desses testes devem ser cuidadosamente analisados, pois numerosos fatores podem influenciar ou modificar sua interpretação (Rao,1996):

- ♦ Padrão normativo: os testes neuropsicológicos são frequentemente, influenciados pela idade, educação, raça, nível socioeconômico e gênero;
- ♦ Fatores motivacionais: o resultado do teste pode ser influenciado pelo nível de cooperação e esforço realizado pelo paciente;
- ♦ Desordens afetivas: pacientes com desordens afetivas podem exibir nos testes um declínio cognitivo potencialmente reversível. Pacientes depressivos irão ter um desempenho mais fraco nos testes que requerem um alto nível de esforço mental,

mas possuem um desempenho normal em testes de memória que são mais automáticos e requerem menor esforço;

- ◆ Efeitos de medicação: medicamentos podem modificar o funcionamento cognitivo alterando a interpretação dos teste;
- ◆ Disfunção sensorio-motor: alguns problemas produzem danos motores. Logo, os testes devem ser escolhidos levando em consideração estas deficiências;
- Efeitos da prática: repetir testes pode melhorar o desempenho, tanto em pessoas normais quanto em pessoas com algum dano cerebral. Por que isto ocorre, ainda não está claro;
- ◆ Efeitos da fadiga e longa duração dos testes: testes muito longos causam fadiga. Para evitar isto, muito neuropsicólogos aplicam os testes de atenção e memória no início da bateria.

A seguir serão brevemente descritos alguns testes associados às funções cognitivas abordadas anteriormente.

3.3.1. Exemplos de Testes

As avaliações neuropsicológicas começam tipicamente, avaliando o funcionamento intelectual. O teste mais comum é o “Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised” (WAIS-R) (Wechsler,1981), que consiste de seis subtestes verbais e cinco de desempenho. A maior vantagem deste teste é sua base de dados com correções para diferentes idades, detectando declínio intelectual, determinando seu grau e identificando deficiências cognitivas.

◆ Alerta/Vivacidade

Os testes para avaliar estas funções estão bastante ligados a avaliação do nível de vivacidade, baseados na observação do estado clínico geral do paciente. Como exemplo temos o “Glasgow Coma Scale” e o “Comprehensive Level of Consciousness Scale”. Já o teste “Rancho los Amigos Levels of Cognitive Functioning Scale” é mais voltado para categorizar o paciente em níveis cognitivos baseado em respostas a estímulos ambientais, presença de déficits cognitivos e nível de agitação(Stringer,1996).

✧ **Percepção**

A falta de percepção de estímulos é a incapacidade de perceber estímulos visuais, auditivos ou táteis. A conjunção de problemas na área da percepção causam dificuldades de discriminação de formas e fisionomias, que são avaliadas pelos testes “Benton Facial Recognition Test”, “Benton Line Orientation Test”, “Hidden Figures Test” (os três avaliam o reconhecimento de formato) e “Hooper Visual Organization Test” (avalia o processo de organização visual). O “Benton Visual Form Discrimination” provê procedimentos que avaliam a percepção espacial e a de formas. O “Benton Facial Recognition Test” mede a habilidade do paciente discriminar fisionomias não familiares (Stringer,1996). Já o “Luria Neuropsychological Investigation-Section G-Block Estimation and Mental Rotation” (Luria,1975) avalia funções visuais de alto nível, onde o paciente deve estimar o número de blocos mostrados em um desenho. O teste requer a rotação mental da figura para que as tarefas pedidas sejam cumpridas.

Existem ainda, diferentes tipos de testes que buscam identificar e medir o grau de deficiência na identificação e discriminação de cores, formas, fonemas, melodias, sons, estímulos táteis, entre outros.

✧ **Concentração**

Os testes de concentração irão detectar deficiências na capacidade de manutenção do direcionamento voluntário do pensamento.

O “Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised Digit Span” (WAIS-R) (Wechsler,1981) envolve a apresentação de sequências de números que vão aumentando progressivamente e que devem ser repetidas pelo paciente da maneira apresentada ou de forma invertida. O desempenho na repetição invertida é interpretada como a capacidade de dividir a concentração.

O “Wechsler Memory Scale-Revised Digit Span” (WMS-R) (Wechsler,1987) é essencialmente o mesmo teste que o WAIS-R, mas traz tabelas que classificam o nível do paciente de acordo com sua idade, sexo, nível educacional, raça, etc. e provê meios de distinguir desordens de concentração ou de memória. O “WMS-R Visual Memory Span” (Wechsler,1987) utiliza cartões com quadrados coloridos. O examinador toca os cartões em

uma determinada ordem e o paciente deve tocá-los na mesma ordem. Na segunda bateria, a ordem dos toques deve ser invertida.

✦ **Atenção**

De acordo com Stringer (Stringer,1996), a avaliação da atenção foi negligenciada por muito tempo na neuropsicologia e em consequência, poucos testes que alcançam os padrões psicométricos básicos foram desenvolvidos. Os testes de atenção buscam identificar problemas no foco, divisão, alternância e sustentação das medidas de atenção, contemplando a rapidez de processamento de informação. Neste caso, o “Trail Making Test” é utilizado e requer que o paciente “ligue” círculos espalhados aleatoriamente em uma folha de papel, contendo números de uma seqüência, no modelo A, e no modelo B, contendo números e letras que devem ser intercalados em seqüência. Outra medida atencional enfatiza a exatidão de desempenho na soma de números apresentados de forma consecutiva, como o “Paced Auditory Serial Addition Test” (Rao,1996).

O “Behavioral Inattention Test” (Stringer,1996) explora tarefas de cancelamento de letras, cópia de figuras, divisão de linhas, desenho, acerto de hora, navegação em mapas e classificação de cartas, entre outros. Dentre os testes neuropsicológicos este é um dos poucos que considera algumas atividades da vida diária, como a manipulação do aparelho telefônico.

O “WMS-R Digit Span” e o “WMS-R Visual Memory Span” também são utilizados na avaliação da atenção (Parenté,1996).

✦ **Memória**

Os testes de memória verificam a capacidade do paciente armazenar e recuperar informações das memórias de curto e longo-prazo. Muitos dos testes citados anteriormente, são sensíveis, também, aos problemas de memória, como o Digit Span, que é um subteste do WAIS-R, usado para medir a quantidade de informação que pode ser brevemente conservada. A memória de longo-prazo, que armazena as informações que foram consolidadas pela memória de trabalho, são avaliadas por testes que tipicamente, pedem ao paciente para chamar ou reconhecer unidades de informação que excedem a capacidade da memória de trabalho. Os testes usados são: “Rey Auditory-Verbal Learning Test”,

“California Verbal Learning Test” e “Selective Reminding Test” (Rao,1996). O “Wechsler Memory Scale-Revised”(WMS-R) (Wechsler,1987) é uma das baterias mais utilizadas para testar memórias. Ele incorpora testes de aprendizagem verbal e visual, de lembrança e reconhecimento de imagens conhecidas. A vantagem deste teste é possuir tabelas e índices que facilitam a análise dos resultados. O “Benton Visual Retention Test” (BVRT) (Benton,1982) busca medir a memória visuoespacial usando um conjunto de desenhos e permite que somente os aspectos de interesse sejam avaliados.

✦ **Funções executivas e Raciocínio conceitual**

Tradicionalmente, as avaliações neuropsicológicas incluem medições de formação não verbal, conceitual ou pensamento abstrato. Os testes mais comuns são o “Wisconsin Card Sorting Test” (WCST) e o “Category Test”(Rao,1996). O WCST é usado por 70% dos neuropsicólogos (String,1996). Os dois testes são sensíveis às disfunções cerebrais das desordens neurológicas e psiquiátricas. O WCST relaciona-se mais com a identificação de atributos de estímulo enquanto o “Category Test” envolve um alto nível de aprendizado de regra. O “Halstead-Reitan Battery Category Test” mede capacidades cognitivas, incluindo raciocínio, resolução de problemas, percepção visual, concentração e tolerância. Segundo Parenté&Hermann (Parenté,1996), este teste diferencia pacientes com danos cerebrais de maneira mais precisa que o WCST, apesar do WCST ser mais específico para determinar dano do lóbulo frontal.

O “Wechsler Memory Scale-Revised, Information and Orientation Questions” (Wechsler,1987) é um teste simples, mas bastante eficiente, que procura obter informações pessoais, verificar se o paciente sabe estimar a hora, identificar sua localização e eventos atuais. Como outros testes citados anteriormente, este teste possui dados normativos que classificam o desempenho em faixas de idade, ajudando a determinação de deficiências cognitivas.

Muitos destes teste já foram traduzidos para o Português e vêm sendo utilizados, principalmente, para a avaliação cognitiva de pacientes com esquizofrenia (Rozenhal,1997).

3.4. Processos de Reabilitação

Os exercícios de reabilitação cognitiva podem ser aplicados através de formulários impressos, vídeos, fitas de áudio ou qualquer outro meio capaz de representar situações do cotidiano nas quais o paciente é incentivado a se concentrar, interagir, raciocinar, tomar decisões, entender o discurso corrente e expressar sentimentos e pensamentos.

A Reabilitação Cognitiva utiliza vários métodos para estimular a recuperação das funções cognitivas, dentre os quais podemos citar (Parenté, 1996):

- Terapia de estimulação: utiliza o enfoque de treinamento através da estimulação do sistema cognitivo;
- Treinamento da atenção/concentração: busca melhorar a habilidade de focar, dividir e alternar a atenção, além de mantê-la mesmo com a intervenção de elementos distratores;
- Treinamento de estratégias: oferece oportunidade de aplicar diferentes estratégias em variadas situações;
- Condicionamento através de estímulos/respostas: o comportamento é desmembrado em pequenas partes que podem ser treinadas separadamente e depois integradas para a realização de tarefas mais complexas;

❖ Reabilitação de alerta/vivacidade

A abordagem de tratamento para as desordens de alerta/vivacidade deve prever uma freqüente estimulação ambiental multisensorial. Segundo Stringer (Stringer, 1996) o ambiente deve ser familiar e conter elementos agradáveis para o paciente, tais como fotos de pessoas conhecidas, música favorita, além de objetos do cotidiano, como relógio, calendário, jornais e revistas. Quando possível, devem ser oferecidas oportunidades do paciente iniciar atividades simples e responder de maneira interativa.

Pacientes com agitação são menos tolerantes com estes procedimentos, logo, programas mais breves devem ser previstos. Pacientes irresponsivos podem progredir melhor se o programa de tratamento combina estímulos ambientais, recompensas/restrições estruturadas e aconselhamento de orientação.

❖ **Reabilitação da percepção**

O tratamento de pacientes com desordens de percepção devem proporcionar uma alta probabilidade de sucesso na tarefa pedida. Exercícios de identificação de estímulos colocados a alguma distância, que vai diminuindo gradativamente, assim como o treinamento de identificação de sólidos que compõem um determinado objeto são algumas das atividades exploradas

Para aqueles que possuem desorientação topográfica, devem ser fornecidas algumas pistas para que o paciente chegue em lugares específicos, através da observação destas pistas.

Entretanto, um aspecto essencial é a motivação inicial do paciente, que deve estar consciente da importância da percepção para o desempenho de suas tarefas, principalmente, para aqueles que desejam voltar a dirigir automóveis.

❖ **Reabilitação da concentração**

Ao contrário do tratamento de deficiências de alerta/vivacidade, o tratamento de problemas de concentração prevê um ambiente desprovido de elementos distratores. O paciente deve ter somente uma tarefa de cada vez e ser incentivado a manter o foco em sua tarefa específica.

❖ **Reabilitação dos processos atentos**

Como a atenção é uma função complexa, variados níveis de treinamento devem ser considerados.

Para problemas de negligência de estímulos, devem ser propostas atividades que envolvam a exploração ou manipulação de materiais nas áreas do espaço negligenciadas pelo paciente.

No caso de problemas no foco atencional, os exercícios devem estimular funções auditivas, como seguir o som de palmas em um ambiente semi-escuro, ou funções visuais, como perceber os elementos que compõem um ambiente.

Em seguida, o paciente deve receber tarefas simples que o façam realizar discriminação entre situações, como por exemplo, se dirigir somente à região onde as palmas são fortes.

Stringer (Stringer,1996) propõe que o paciente deve folhear uma revista com diferentes imagens de pessoas e perguntar que pessoa é a mais alta, a mais baixa, a que tem olhos claros, etc. Este exercício usa a sustentação da atenção.

Para treinar a divisão da atenção, as tarefas devem ser propostas ao mesmo tempo que toca uma música, ou acontece um outro evento.

❖ **Reabilitação de aspectos da memória**

O tratamento de problemas de memória ocorre através de ambientes estimulantes e tarefas que pedem a memorização de informações e sua posterior recuperação. Estas atividades podem ser desenvolvidas no formato de jogos e desafios com nível de dificuldade crescente. O treinamento da memória explora estratégias e habilidades que podem ser transferidas para as atividades da vida diária.

SegundoParenté (Parenté,1996), a manutenção do treinamento por repetição (em inglês, *rehearsal*) é um antecedente para qualquer reabilitação da memória.

O paciente deve repetir algo sucessivamente criando uma memória viva e duradoura. A visão convencional do *rehearsal* é que ele transfere informação do estado de memória temporário para o permanente.

Retreinar a memória leva meses, anos e as vezes, toda a vida. Em qualquer situação, a atenção/ concentração e o *rehearsal* são os precursores do treinamento das estratégias de memória.

❖ **Reabilitação do Raciocínio Conceitual e Funções Executivas**

Neste caso, o paciente necessita organizar o planejamento estratégico para a realização de tarefas. Quando o paciente possui o comportamento desorganizado, é interessante levá-lo até ambientes calmos, sem muitos estímulos, de maneira a reduzir a agressividade, comum neste tipo de desordem (Stringer,1996). No caso de pacientes sem histórico de agressividade, a aparência do ambiente não é tão importante. Em ambos os

casos, as tarefas devem ser simples, com o nível de complexidade crescendo lentamente, para que não se crie um clima de tensão.

As tarefas requeridas devem estimular a identificação e aplicação de estratégias de resolução de problemas simples e práticos, que possam ser facilmente aplicados nas atividades diárias, como escolher um item mais barato que outro ou seguir uma lista de compras.

3.5. Novas Tecnologias Computacionais na Reabilitação Cognitiva

O sucesso do uso dos computadores na prática educativa e treinamento contribui para que outras possibilidades sejam exploradas e abre novas perspectivas de aplicação em diferentes áreas do conhecimento. Nos últimos anos, a área de saúde vem sendo impulsionada pelas novas tecnologias integradas aos procedimentos médicos, onde destaca-se a utilização dos computadores para o treinamento e educação de pessoas portadoras de necessidades especiais, visando a melhoria de sua qualidade de vida.

Segundo Campos & Silveira (Campos,1998), programas de reabilitação visam desenvolver as potencialidades e diminuir as limitações destas pessoas, buscando desenvolver suas potencialidades físicas, mentais e sensoriais por meio da ajuda técnica de software.

Especificamente, para a Reabilitação Cognitiva, verifica-se a disseminação de produtos que vão de programas simples, que atuam no tratamento de uma única função e exploram interfaces semelhantes à prática tradicional (Bracy,1996a), a propostas mais sofisticadas que apoiam-se em tecnologias promissoras como a Realidade Virtual (Wann,1997).

A seguir, serão discutidas as possibilidades educacionais dos computadores para Reabilitação Cognitiva, ilustradas através de experiências práticas e apontando a nova tendência nesta área: o uso da tecnologia de Realidade Virtual.

3.5.1. Possibilidades dos Computadores na Educação e treinamento

Sob o ponto de vista teórico, a estruturação do processo de RC pode ser associada ao processo educacional (figura 3.4) onde em ambos, existe o interesse que alguém aprenda

algo, apoiado nos preceitos de alguma teoria específica e tendo um especialista da área como responsável.

	Reabilitação Cognitiva	Educação
Responsável	Terapeuta	Professor
Público alvo	Paciente	Aluno
Conteúdo	Habilidades funcionais e cognitivas	Conhecimento sobre alguma matéria
Abordagem	Estratégias terapêuticas	Teorias pedagógicas

Figura 3.4: Comparação dos principais fatores envolvidos nos processos de reabilitação cognitiva e processo educacional (Costa,2000)

Desta maneira, a Reabilitação Cognitiva pode ser considerada como um processo educacional com objetivos bastante específicos, que engloba tanto aspectos ligados ao desempenho físico, como ao desempenho intelectual. Nestes domínios, o computador emerge como ferramenta de alto potencial cognitivo e motivacional.

Neste sentido, Melo (Melo,1989) ressalta que, a possibilidade de promover o desenvolvimento cognitivo a partir do apoio da informática constitui-se uma das relações mais interessantes de se explorar entre a Informática Educativa e a Psicologia, indo do paradigma comportamentalista (Tennyson,1990) a propostas mais abertas de construção do conhecimento(Giraffa,1995). Verifica-se então que, uma das qualidades mais destacadas dos sistemas educativos computadorizados é a possibilidade de colocar em prática enfoques educativos eminentemente opostos, mas complementares: as abordagens comportamentais e as construtivistas (Campos,1999).

3.5.1.1. Transpondo os Ambientes Educacionais computadorizados para a Educação Especial

Sob o ponto de vista teórico, os ambientes comportamentais utilizam abordagens da escola Behaviorista, que tem em Skinner e Gagné seus mais eminentes representantes. Neste enfoque, o conteúdo de aprendizagem está organizado em sequências predeterminadas, com nível crescente de complexidade, mas evolui dentro de cada tópico de forma gradual e lenta evitando os erros do aluno; trabalha com conceitos primitivos e reforça as respostas corretas (Costa,1997).

Um ambiente mais construtivista é caracterizado por tarefas que incentivam a descoberta em um espaço de aprendizagem, provê oportunidades de desenvolvimento de

atividades mais livres, onde o usuário é incentivado a buscar a informação, associá-la com conhecimentos pré-existentes raciocinar, deduzir, enfim, construir conhecimentos a partir de seu trabalho com o ambiente e com outras pessoas, seja de forma direta ou através de meios de comunicação. Seus teóricos mais importantes são Piaget e Bruner (Costa,1997).

Atualmente, verifica-se o fortalecimento das teorias construtivistas que consideram que as estratégias educacionais devem pressupor que o aprendizado se processa através da integração de estímulos externos em conjunção com os processos internos. Quando os processos internos se encontram debilitados, os estímulos externos devem ser otimizados de maneira a suprir estas necessidades, incentivando os processos de integração de conhecimentos e a criatividade¹.

As primeiras experiências de educação apoiadas em computador exploraram mais o enfoque comportamentalista, principalmente, através dos programas de exercício-e-prática, com o conhecimento chegando através de fontes externas e sob um enfoque de adestramento.

A tendência atual é de exploração dos ambientes mais livres, em formato de jogos. Entretanto, não existe uma abordagem que possa ser considerada melhor do que outra, e sim, situações onde uma se aplica de forma mais apropriada do que a outra. Neste caso, um programa computacional para a educação, seja construtivista ou comportamentalista, ou ainda uma combinação de ambos, deve possibilitar a existência de encontros significativos entre o sujeito e o objeto de aprendizagem (Melo,1989).

Muitos relatos de trabalhos e experiências realizadas, com as duas abordagens, podem ser encontrados em anais de congressos como o SBIE (SBIE,1999), RIBIE (RIBIE,1998) e Ed-Media (EDMEDIA,2000) tanto para a educação em geral, como para a educação de pessoas com necessidades especiais e explorando diferentes tipos de tecnologias. Estas iniciativas ampliam as perspectivas da educação e assumem uma posição destacada no âmbito da educação especial.

¹ Tennyson (Tennyson,1990) define que integração é a capacidade de elaborar ou reestruturar conhecimentos pré-existentes de acordo com uma nova situação, enquanto que a criatividade é a capacidade de formar novos conhecimentos declarativos e procedurais usando o potencial de todo o sistema cognitivo, sendo que estas capacidades apoiam-se fortemente no sistema de memória.

A educação especial visa a recuperação ou integração sócio-educativa dos indivíduos com necessidades educativas específicas, devido a deficiência física ou mental (Campos,1998). Segundo Santarosa (Santarosa,1996) é justamente o segmento da Educação Especial que está sendo mais afetado pelos avanços e aplicações que vem ocorrendo na área de tecnologia educacional, no sentido de atender necessidades específicas. Se comparado com os procedimentos realizados manualmente, o treinamento assistido por computador possui inúmeras vantagens: permite repetir exercícios, pode sistematizar e alterar o nível de dificuldade de acordo com o desempenho do paciente, disponibiliza os resultados, oferece uma motivação externa, tendo ainda, no caso de programas mais sofisticados, a possibilidade de dar imediato *feedback*, individualizado para cada tipo de resposta (Burda,1994), (Field,1997).

Especificamente, para a Reabilitação Cognitiva de pacientes com diversos tipos de deficiências cerebrais, várias experiências práticas têm sido realizadas, sendo observado também, a oferta comercial de diferentes tipos de produtos de software.

3.5.2. Produtos Comerciais para Reabilitação Cognitiva

Produtos para apoiar a RC de pacientes com diferentes tipos de deficiências exploram estratégias semelhantes àquelas utilizadas nos procedimentos usuais: tarefas de treinamento de relacionamento simbólico(Bracy,1996a), percepção simbólica (Bracy,1996b), memória visual (Bracy,1996c) que parecem ser produtos de concepção e interfaces bastante simples e apoiados nos procedimentos usuais de RC.

Como exemplos, temos o programa de transferência de Digit/Symbol (Digit,1996), onde cada símbolo de uma seqüência é associado à um número (Figura 3.5), voltado para o treinamento da atenção/concentração; e o programa para treinamento de memória visual (Shapes,1996), que apresenta uma cadeia de símbolos, que deve ser identificada de forma seqüencial em uma lista de símbolos, apresentada posteriormente (Figura 3.6).

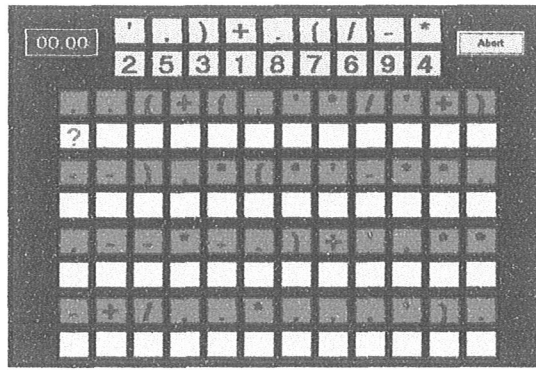


Figura 3.5: Exemplo de uma tela do Programa Digit/Symbol (Digit,1996)

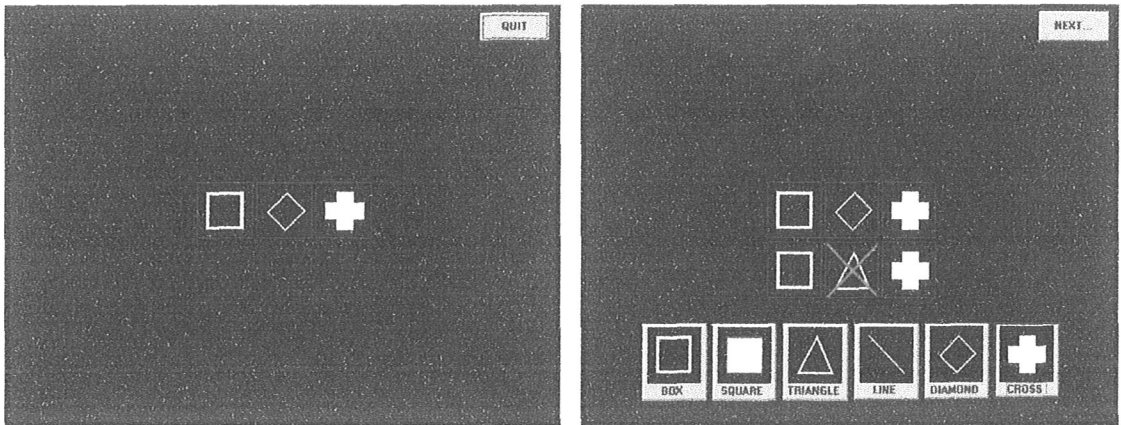


Figura 3.6: Exemplos das telas do programa de treinamento de memória visual (Shapes,1996)

Existem programas um pouco mais sofisticados, que se propõem a oferecer testes e tarefas de treinamento cognitivo de maneira dinâmica, atuando de acordo com os resultados nos testes (Thinkfast,1997). No *site* Pipeline (Pipeline,1998) encontram-se disponíveis vários produtos para trabalhar os problemas de alerta, atenção e de memória. Contudo, analisando-se as descrições dos produtos e o tipo de equipamento requerido, percebe-se que são programas que exploram o formato dos testes neuropsicológicos usuais, apesar de utilizarem tecnologias mais estimulantes, como a multimídia.

Dentre os produtos comerciais disponíveis na rede, a linha de produtos da PSSCogReHab (Psscog,1996) é a mais interessante e completa, com módulos para as mais diversas deficiências, utilizando recursos de multimídia, como gráficos e sons e explorando em alguns de seus módulos, situações tridimensionais (figura 3.7). Os programas

oferecidos visam exercitar a atenção visual e auditiva, análise visuo-espacial, memória e a resolução de problemas. Neste caso, apesar da sofisticação dos módulos, que chegam a propor exercícios de “Resolução de Problemas” e “Funções Executivas”, as tarefas realizadas não parecem ter muito potencial de generalização, pois não apresentam situações da vida diária.

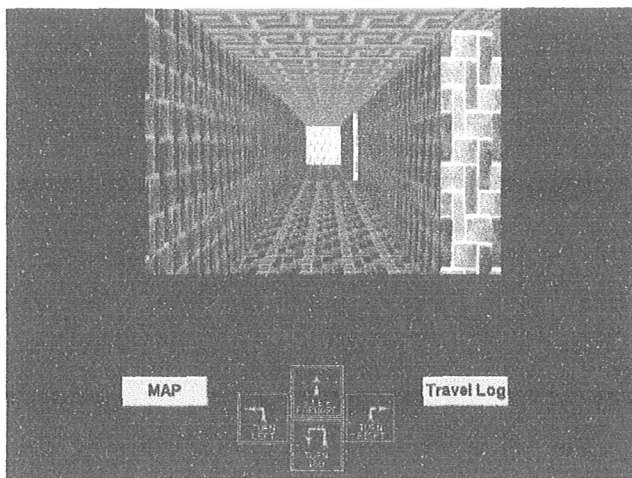


Figura 3.7: Exemplo de programa que utiliza visões 3D de um labirinto (Psscog,1996).

Na maioria dos produtos disponíveis, a falta de atividades relacionadas com o dia-a-dia, impede uma maior identificação do paciente com as tarefas propostas, desestimulando seu uso. Esta observação é reforçada por Stringer (Stringer,1996, p.47), que coloca:

“os exercícios computacionais não oferecem suficiente semelhança com as atividades da vida diária de maneira a atrair a atenção do paciente”.

Ou seja, quando as tarefas de remediação distanciam-se daquelas necessárias na vida diária, haverá pouco interesse por parte dos pacientes, ocasionando um baixo potencial de generalização. Para amenizar este problema, Parenté&Herrmann (Parenté, 1996) ressaltam a necessidade de considerar-se atividades da vida diária dos usuários, para que se obtenha uma efetiva recuperação de funções cognitivas e possibilite a reintegração social destas pessoas.

3.5.3. Experiências utilizando os computadores

O processo de Reabilitação Cognitiva demanda um longo tempo de tratamento e persistência de todos os envolvidos. Como o uso dos computadores nesta área ainda é relativamente recente, grande parte das experiências ainda não geraram resultados clínicos realmente conclusivos sobre a eficácia das estratégias e metodologias adotadas.

Como forma ilustrativa, a seguir são apresentados alguns resultados e descrições de trabalhos em andamento, tanto no Brasil, como em outros países.

Cordeiro&Silva (Cordeiro,1998) relatam o uso do computador no apoio a jovens com deficiência mental devido a traumatismo crâneo-encefálico. Neste caso, foram explorados os recursos sonoros do computador, associando-os a interfaces icônicas, visando a reintegração destas pessoas no ambiente escolar. O trabalho encontra-se em fase inicial e seus resultados ainda são incipientes.

Um dos trabalhos pioneiros na área de reabilitação apoiada em computadores (Bracy,1983), mostra que o tempo decorrido após o dano cerebral é um dado que não pode ser desconsiderado. Começar a terapia mais precocemente possível, aumenta as chances de recuperação.

Outro fator que pode ser associado ao sucesso das experiências é o tempo de tratamento. Em geral, as experiências onde os pacientes recebem um tratamento mais longo, apresentam resultados bastante positivos. Isto pode ser observado nas pesquisas de Chen et al. (Chen,1997) com pessoas com danos cerebrais causados por trauma e de Katz&Wertz (Katz,1997) que trabalharam com pacientes afásicos.

Santarosa et al. (Santarosa,1996) utilizam programas que facilitam a expressão de idéias e o florescimento da criatividade na criação de textos, em jovens com paralisia cerebral, revelando saltos qualitativos no processo de leitura/escrita destas pessoas.

Rodrigues & Rocha(Rodrigues,1995) exploram o computador para avaliar pacientes com dificuldades motoras através de um ambiente adaptável que considera o contexto sócio-cultural do avaliado.

Pessoas com desordens psiquiátricas, também têm sido alvo de estudos sobre os ganhos cognitivos obtidos através do uso do computador e neste sentido, Burda et al. (Burda,1994) compararam o desempenho de dois grupos de pacientes com diferentes tipos

de distúrbios, onde um destes grupos utilizou computadores e o outro, as formas tradicionais de tratamento. Os resultados obtidos indicaram que pacientes psiquiátricos podem trabalhar produtivamente com os computadores e que a reabilitação cognitiva assistida por computador pode produzir algumas melhoras no desempenho cognitivo destas pessoas. Entretanto, nem todas as experiências nesta área apresentam resultados promissores. Field et al. (Field,1997) não identificaram melhoras significativas nos pacientes com esquizofrenia que participaram de seis sessões de tratamento. Cassidy et al. (Cassidy,1996) trabalharam com pacientes com esquizofrenia, através de procedimentos tradicionais de RC e, também, com o computador. Enquanto nas funções treinadas de forma tradicional houve uma melhora considerável, naquelas funções trabalhadas no computador não foram verificados resultados positivos.

Estes resultados negativos talvez se devam ao fato de que, ainda hoje, pouco se conhece sobre as causas desta doença e de como se realiza o processamento mental de informações nestes pacientes. Observa-se, que em geral, as experiências são realizadas com amostras pequenas e com poucas sessões, onde o trabalho de Burda (Burda,1994) é uma exceção. Neste caso, pesquisas mais profundas devem ser realizadas, para poder identificar as variações de resultados entre o desempenho da terapia nos diferentes tipos de doenças psiquiátricas.

Em outra experiência, Cunha (Cunha,1997) utilizou o computador para estimular o processo de alfabetização funcional de pessoas portadoras de Síndrome de Down, através de programas criados em LOGO (Papert,1988) e obteve resultados positivos, criando um ambiente motivador para os pacientes que estavam reagindo ao processo de alfabetização tradicional.

Em 1986, Marks et al. (Marks, 1986) estudaram a eficácia da RC para a memória de pessoas com danos cerebrais e verificaram que houve melhoras no funcionamento de memória e que estes ganhos se mantinham com o passar do tempo.

3.5.4. Realidade Virtual: uma tendência da Reabilitação Cognitiva

A falta de perspectiva de generalização e de transferência dos sistemas de RC hoje disponíveis, incentivou a busca de novas possibilidades para a área.

Paralelamente, a tecnologia de Realidade Virtual (RV) vem se disseminando rapidamente por causa da baixa dos custos de equipamentos e aumento do número de ferramentas de autoria, que facilitam a construção de ambientes cada vez mais robustos. Aplicações de RV vêm sendo utilizadas em várias áreas do conhecimento através do desenvolvimento de projetos-piloto, que visam, principalmente, discutir e experimentar as possibilidades oferecidas por esta tecnologia e onde sobressaem-se, por seus resultados positivos, as experiências nas áreas de educação e medicina. Nestes contextos, a RV se apresenta como uma poderosa ferramenta para simular novos ambientes e situações, oferecendo uma nova abordagem para velhas questões e aumentando a eficiência de metodologias consolidadas (Pugnetti,1995).

Segundo Bracy (Bracy,1998), o uso da tecnologia da Realidade Virtual na área médica se dará, principalmente, em quatro domínios: educação médica, simulação, diagnóstico e terapêutica. Esta tendência vem se confirmando, pois na área de reabilitação, os ambientes virtuais vêm despontando como uma tecnologia promissora para apoiar processos de recuperação de pacientes com diversos tipos de deficiências cerebrais, fortalecendo o potencial de generalização.

3.6. Considerações Finais

A reabilitação de funções cognitivas de pacientes com danos cerebrais ou doenças neurológicas/psiquiátricas tem seu ponto forte no uso de medicamentos farmacológicos que recuperam muitos dos problemas envolvidos. A integração deste tipo de tratamento com terapias da psicologia cognitiva vem abrindo novas perspectivas para a recuperação destes pacientes.

Este capítulo explorou as características e possibilidades da Neuropsicologia, considerando as funções cognitivas básicas e identificando questões ainda em aberto em relação a generalização de habilidades (re)adquiridas. A busca de solução para o problema de generalização envolve pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento e integra as novas tecnologias no processo de reabilitação cognitiva de pacientes.

Hoje, o computador, dotado de meios auxiliares de interface de vídeo, áudio, animação e realidade virtual, torna-se a máquina mais apropriada para reunir os atributos necessários à execução dos procedimentos de reabilitação cognitiva. Através de software

especialmente projetado para este fim, o computador pode ser um meio de criar as mais diversas situações cotidianas (reduzindo o nível de ansiedade do paciente no trato de eventos novos), repetir exaustivamente exercícios de raciocínio (auxiliando-o na tomada de decisões), provocar reações emocionais apropriadas (aumentando a autoconfiança) e propor problemas (ampliando sua capacidade de concentração e memória).

Como pode ser visto, o computador já vem sendo incorporado regularmente nos processos educativos e de reabilitação de pessoas com os mais diferentes tipos de distúrbios cerebrais. Entretanto o problema da generalização ainda ocupa o cerne da problemática da área. Logo, a busca de ambientes que permitam que as tarefas realizadas com o apoio da máquina sejam transferidas para o dia-a-dia dos pacientes tem ocupado um lugar de destaque no espectro das pesquisas neste domínio.

A tendência atual de se utilizar todo o potencial da tecnologia de RV nestes procedimentos, será o alvo de estudo do próximo capítulo.

4. Os Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva

A Realidade Virtual vem sendo identificada como uma das mais promissoras áreas ligadas à tecnologia da informação (ESVRM,1998). Apesar de ser uma tecnologia ainda pouco madura a RV vem permeando distintas áreas, principalmente, medicina, artes, militar, entretenimento e educação (Singh,1996).

Dentro das possibilidades tecnológicas oferecidas pelos computadores à medicina, a Realidade Virtual (RV), através de ambientes virtuais, se destaca por oferecer meios para melhorar a qualidade da educação e treinamento médico, das terapias médicas, dos procedimentos cirúrgicos e de reabilitação, entre outras (Moline,1997), (Zajtchuk,1997).

Algumas destas áreas têm tido especial destaque, entretanto, é na área de terapias médicas, que envolvem o tratamento de problemas neurológicos, psicológicos e mais recentemente, psiquiátricos, que a tecnologia de RV vem apresentando abordagens inovadoras para a recuperação de pacientes com diferentes tipos de deficiências cerebrais. Neste domínio, os ambientes desenvolvidos a partir das tecnologias disponibilizadas pela RV destacam-se por proporcionar oportunidades mais amplas de generalização de experiências virtuais para o dia-a-dia dos pacientes.

Apesar de Wann et al. (Wann,1997) considerarem que o uso de ambientes virtuais para procedimentos de tratamento e reabilitação vem sendo menos explorado pela área médica, na prática, observa-se um considerável aumento de trabalhos neste campo e, principalmente, no enfoque da Reabilitação Cognitiva (Rizzo,1998), (Mendozzi,1998).

Este capítulo apresenta e discute esta tendência, considerando as principais características da tecnologia de Realidade Virtual e seus impactos na área de Reabilitação Cognitiva, as questões éticas envolvidas, destacando o estado-da-arte através da descrição e classificação de algumas experiências realizadas.

4.1. Ambientes Virtuais

4.1.1. A Evolução

De acordo com Stuart (Stuart, 1996) a área de Realidade Virtual surgiu nos anos 30 a partir dos simuladores de vôo. Estes simuladores eram artefatos bastante simples, compostos por um painel de controle construído sobre uma plataforma móvel que se movimentava de acordo com os procedimentos do usuário. O aprimoramento destes simuladores permitiu que, por volta dos anos 50, fossem incorporadas câmeras de vídeo, plataformas suspensas e projeção de imagens de acordo com as manobras praticadas pelo “piloto”. Paralelamente, foram sendo desenvolvidas aplicações usando teleoperação para realizar tarefas perigosas a distância e outros tipos de simuladores.

No final dos anos 50 foi desenvolvido o simulador Sensorama, que oferecia uma experiência sensorial bastante rica, composta por campo de imagem estereoscópica, som, odores, movimentos e até mesmo vento, entretanto o usuário não podia interferir na seqüência de atividades do programa.

Por volta de 1965, Ivan Sutherland desenvolveu o primeiro sistema gerado por computador que combinava um rastreador de posicionamento, um capacete e um motor gráfico que sintetizava e mostrava um ambiente virtual ao usuário.

A partir desta experiência, várias outras se sucederam, criando e testando diferentes tipos de dispositivos e tecnologias de interface.

Nos anos 90, grandes empresas começaram a comercializar dispositivos de apoio como, rastreadores de posição, equipamentos de som, capacetes e luvas de diferentes modelos, além de hardware e software específicos.

A Realidade Virtual vem sendo identificada como uma área bastante promissora e em termos de mercado de negócios, estima-se que o setor irá movimentar por volta de 1 bilhão de dólares no ano 2001 (ESVRM,1998).

Hoje, a maioria das aplicações comerciais encontra-se centradas em projetos de prototipagem, de interiores, de arquitetura e de engenharia, mas a previsão é que este mercado expanda-se, principalmente, para as áreas de entretenimento, instrucional e médica (ESVRM,1998). Esta previsão vem tornando-se realidade, como poderá ser observado nas próximas seções.

4.1.2. Principais Características da Tecnologia de Realidade Virtual

Atualmente, verifica-se que existe uma grande variedade de interpretações para as expressões “Ambiente Virtual” e “Realidade Virtual”, por se tratar de uma área ainda pouco amadurecida.

Podemos considerar a “Realidade Virtual” como a tecnologia que envolve equipamentos especiais e apoia o desenvolvimento e a exploração de aplicações compostas por cenas e situações simuladas em computadores, denominadas “Ambientes Virtuais”. Logo, um ambiente virtual é um ambiente artificial 3D multisensorial, interativo, imersivo, gerado por computador, onde o ponto de vista ou a orientação dos objetos da cena são controlados através da posição corporal ou equipamentos sensoriais específicos (Lewis,1997). Com a queda dos custos da tecnologia de RV, a implementação e verificação destes conceitos vêm sendo exploradas mais profundamente.

Uma outra visão considera que o termo “Realidade Virtual” vem sendo utilizado nas publicações de periódicos e revistas de consumo de um público mais geral, enquanto a comunidade científica tem utilizado com mais frequência a expressão “Ambiente Virtual”, pois um ambiente virtual não necessita literalmente replicar a realidade (Stuart,1996).

Existem quatro idéias fundamentais envolvidas na exploração de ambientes virtuais: **imersão, interação, envolvimento e presença**. A interação permite que o usuário interaja com o ambiente, controlando o ritmo de trabalho. A presença é obtida através do estímulo dos sentidos humanos (tato, visão e audição) (North,1997), (Lewis,1997), sendo considerada como o que distingue um ambiente virtual de uma experiência multimídia (Wiederhold,1998). O envolvimento é definido como a manutenção da atenção em um conjunto de estímulos. Quanto mais atenção despendida, maior o envolvimento. Já o senso de imersão pode ser alcançado através do emprego de tecnologia específica. Neste caso, existem vários dispositivos, capacete de visualização (*Head-mounted displays* - HMD), dispositivos de rastreamento, luvas eletrônicas, *joysticks* (Beier,1996), que permitem ao usuário navegar através de um ambiente virtual e interagir com objetos virtuais.

A principal característica da tecnologia de Realidade Virtual é a imersão, onde o usuário não fica em frente ao monitor, mas imerso em um mundo tridimensional artificial, que é completamente gerado pelo computador. Com a RV o usuário percebe, através de um

ou mais sentidos, dados vindos da máquina, gerados em dispositivos especiais através de uma simulação interativa. De acordo com Pinho&Kirner (Pinho,1998) é no aspecto de geração de sensações no usuário que reside o verdadeiro diferencial das interfaces de RV em relação às interfaces comuns, pois o usuário se sente dentro do ambiente virtual. A imersão em um mundo virtual nos permite construir conhecimento a partir de uma experiência direta e não de uma descrição de experiências (Casas,1998).

As modalidades de interação dividem-se em dois grandes grupos (ESVRM,1998):

- Imersão subjetiva, é baseada no uso do monitor e a noção de 3D é dada através do software de simulação que explora a perspectiva, rotação e interposição de objetos e proporção do tamanho, entre outros. O usuário interage com o ambiente usando equipamentos como o teclado, *mouse*, *joysticks*, *trackball* ou *force balls*.
- Imersão espacial, onde o usuário percebe-se dentro do ambiente através do uso de dispositivos de imagens e sensores de posição/movimento acoplados ao corpo, que possibilitam a interação direta com o ambiente, onde eventos ocorrem em todas as direções e consideram os movimentos do usuário.

Para que a imersão seja verossímil, estes ambientes utilizam modelos e imagens que podem ser (Casas,1998):

- Capturados por *scanners*, como por exemplo, imagens ou fotos de espaços e objetos reais;
- Calculados matematicamente, por exemplo, a simulação do fluxo de uma turbina ou o movimento das marés;
- Construídos através de modeladores gráficos como o CAD ou o 3D Studio Max; ou ainda,
- Editados a partir de combinações de modelos anteriores.

A interação do usuário com o ambiente se dá através de diferentes modalidades, que dependem fortemente do tipo de equipamento utilizado. Estas modalidades são brevemente descritas abaixo (ESVRM,1998), (VREDU,1999), (Casas,1998), (Pinho,1999).

- RV *Desktop* ou RV em tela plana: é a modalidade mais popular, onde as aplicações mostram imagens 2D ou 3D na tela plana de um monitor de computador e o usuário não fica imerso no ambiente gerado pela máquina. A sensação de imersão subjetiva pode ser incrementada através do uso de óculos de

visão estereoscópica e as ações com os elementos da cena, são realizadas por meio de *mouse*, *joysticks* ou luvas. Esta modalidade é a mais utilizada devido ao baixo custo dos equipamentos envolvidos. A alta resolução da tela do monitor provê uma boa qualidade na visualização do ambiente, em contraste com o baixo desempenho de muitos equipamentos imersivos;

- RV projetada: o usuário vê a si mesmo dentro da cena, pois é colocado em frente a um monitor no qual é projetada sua imagem somada a outra cena utilizada como fundo ou ambiente (*chroma-keyed*);
- RV Imersiva: o usuário é introduzido em um mundo gerado pelo computador mediante a utilização de equipamentos visuais do tipo HMD (*Head Mounted Display*). Dependendo do modelo de capacete ou óculos, seus movimentos reais são interpretados e refletem-se na cena apresentada;
- CAVE: é uma pequena sala onde imagens são projetadas sobre três paredes. Existem sensores de posição que capturam os movimentos dos usuários e atualizam as imagens projetadas. Utiliza, também, som estereoscópico, gerando sensações bastante reais. Sua grande vantagem é permitir que várias pessoas compartilhem a mesma experiência, (Figura 4.1);

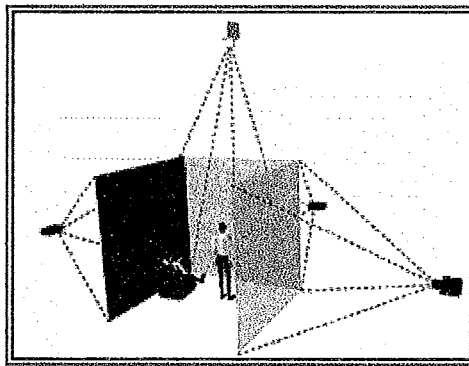


Figura 4.1: Representação da CAVE

- Telepresença: o usuário pode operar instrumentos situados em outros locais através de operações realizadas no mundo real. A observação se dá através de câmeras e as ações são efetuadas através de robôs. É a modalidade utilizada nas cirurgias remotas. Neste caso, a imersão é percebida através de sons e respostas aos movimentos realizados no mundo real.

4.1.3. Alguns Aspectos Técnicos e Equipamentos de Apoio

De acordo com Pinho&Kirner (Pinho,1998), as restrições de geração da cena visual tem ocupado o cerne das questões técnicas associadas à geração de Ambientes Virtuais.

Na geração da cena está envolvido um alto número de quadros encadeados por segundo, como em uma animação tradicional. O conceito de quadros por segundo é a base para que a sensação de imersão, através da resolução gráfica e tempo de resposta, se dê de maneira mais confortável. A taxa mínima de quadros para manter a ilusão de imersão está associada à complexidade gráfica da cena e dos recursos gráficos utilizados. Cada objeto da cena é formado por polígonos, que demandam altas taxas de desempenho dos computadores envolvidos. Segundo Pinho&Kirner (Pinho,1999) um ambiente virtual simples, com cerca de 6.000 polígonos, em um computador com desempenho de 300.000 polígonos por segundo, deverá funcionar com uma taxa de cerca de 50 quadros por segundo. Se o número de polígonos cresce a taxa de quadros cai, sendo que, a taxa mínima deve situar-se entre oito e dez quadros por segundo.

Atualmente, as máquinas mais apropriadas e potentes para a construção e navegação de ambientes virtuais são da linha *Silicon Graphics*, que já vêm com todo o hardware e software específicos. Entretanto seus altos preços impedem sua disseminação no mercado.

Por outro lado, os constantes avanços do hardware envolvido nos computadores pessoais (PC), faz com que seus preços caiam proporcionalmente ao aumento de sua capacidade. O uso de aceleradores gráficos, que apoiam, por meio do próprio hardware, o processamento gráfico e vários efeitos visuais da composição das cenas e objetos, ligando os *chips* do sistema de memória com os *chips* gráficos, otimiza o desempenho deste tipo de máquina.

As pesquisas sobre software para RV também são crescentes e com a expansão das redes de comunicação, a linguagem VRML (Virtual Reality Modeling Language) vem se tornando padrão para o desenvolvimento de aplicações de RV. Com isto, a maioria das ferramentas hoje disponíveis para a construção de ambientes virtuais, utiliza como base a linguagem VRML 2.0 (Duarte,1999).

De acordo com Cardoso et al (Cardoso,1999), a VRML apresenta diferenciais que facilitam sua utilização, tais como: elementos 3D geométricos, formas com atributos variáveis e a possibilidade de inclusão de texturas e animações. A linguagem aceita também, a inclusão de *scripts* que facilitam as animações e interações com os usuários, utilizando as linguagens JAVA ou JAVASCRIPT. Por ser uma linguagem voltada para a rede, para a visualização dos ambientes construídos em VRML, se faz necessária a utilização de navegadores (browsers) e de programas auxiliares específicos, denominados *plug-in*.

Em Orgambide et al (Orgambide,1999) encontramos um estudo comparativo entre as diferentes tecnologias de suporte à visualização e manipulação de mundos virtuais, onde destacam-se o Cosmo Player e o Viewer da Microsoft.

Para que os ambientes virtuais gerem imagens de acordo com os movimentos dos usuários, diferentes tipos de dispositivos são utilizados e variam de acordo com cada tipo de modalidade explorada. Dentre estes equipamentos destacam-se (ESVRM,1998), (Pinho,1998), (Pinho,1996), (Moline,1997), (Beier,1996):

- Óculos estereoscópicos: são compostos de lentes de cristal líquido, onde as cenas são mostradas alternadamente entre um olho e outro, gerando imagens que parecem “saltar” da tela, dando a sensação de profundidade e volume dos objetos.

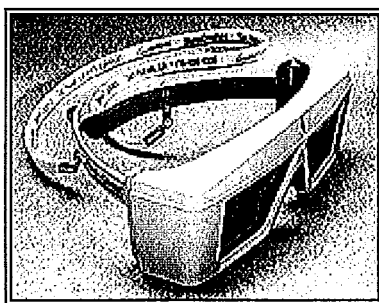


Figura 4.2: Exemplo de um modelo de óculos estereoscópicos

- Capacetes de imersão (Head Mounted Displays-HMD): utilizam dois visores e apoiam-se no mesmo princípio dos óculos: alternar a visão entre dois visores, um para cada olho, gerando a sensação 3D. Os HMD podem utilizar monitores do tipo de televisão ou monitores de cristal líquido. Os monitores de TV geram imagens de alta resolução,

mas são pesados, volumosos e colocam altas voltagens próximas à cabeça do usuário, enquanto que os monitores de cristal líquido são mais leves, podem usar pequenas voltagens, mas sua resolução ainda é baixa. Em geral os HMD possuem dispositivos de rastreamento que possibilitam a integração dos movimentos do usuário com as cenas do ambiente gerado. Com este dispositivo, o usuário não tem a visão do mundo real que circunda a tela do computador, como acontece com os óculos, fazendo com que a pessoa se sinta realmente dentro do mundo visualizado (Figura 4.3).

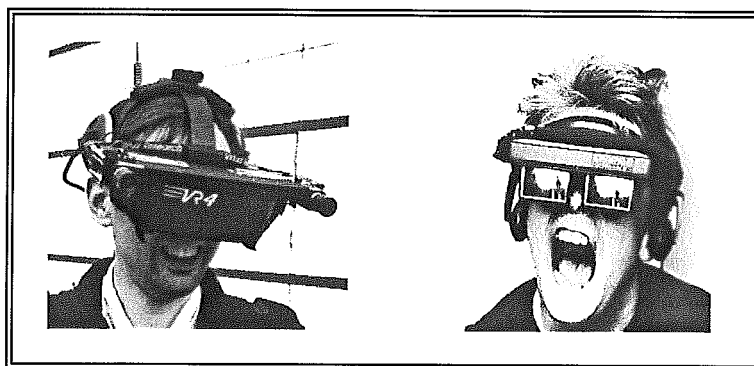


Figura 4.3: Exemplos modelos de HMD

- BOOMS: são equipamentos que geram imagens de mais alta qualidade e que seriam muito pesados para serem presos na cabeça do usuário. Neste caso, o visor fica acoplado a braços mecânicos articulados, que atuam como rastreadores de posição. São equipamentos muito mais caros do que os capacetes e por isso, pouco difundidos (Figura 4.4).

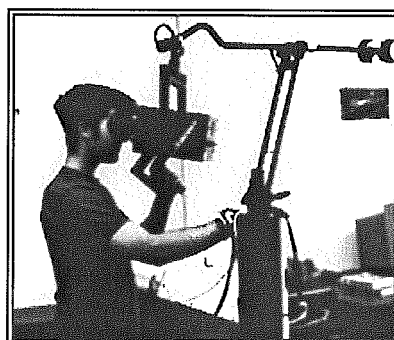


Figura 4.4: Exemplo de um equipamento BOOM

- Luvas eletrônicas: capturam os movimentos das mãos e dos dedos, fazendo com que as respostas do ambiente sejam compatíveis com estes movimentos. Existem vários tipos de luvas funcionando com diferentes tipos de mecanismos de captura dos movimentos: tinta condutiva, esqueletos externos e medidores de luminosidade. A possibilidade de fornecer sensações de tato através de dispositivos ainda encontra-se em um estágio bastante rudimentar. Entretanto, existem pesquisas buscando encontrar meios de gerar sensações táteis de texturas, de força e de temperatura (Figura 4.5).

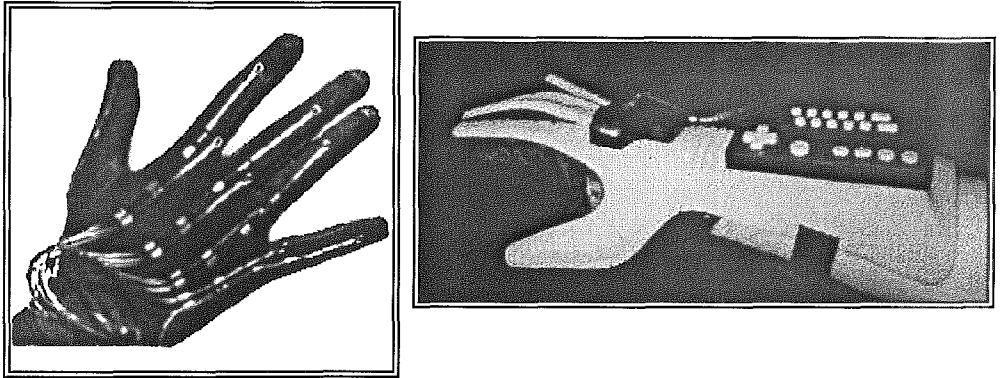


Figura 4.5: Exemplos de luva eletrônica

- Dispositivos de rastreamento: determinam a posição ou a orientação de partes do corpo do usuário. Utilizam diferentes tecnologias e podem ser do tipo mecânico, que fica preso à cabeça do usuário dando-lhe pouca mobilidade; ultra-sônicos, que trabalham através da emissão de ondas sonoras para determinar a posição do usuário e dando-lhe liberdade de movimentos mas tendo pouca precisão; luminosos, que capturam através de câmeras, pequenas luzes acopladas ao corpo do usuário, sendo de uso confortável, mas consumindo muito tempo de processamento dos sinais; óticos, que trabalham de forma contrária aos rastreadores luminosos, com a câmera ficando presa à cabeça do usuário e as luzes em pontos estratégicos do ambiente físico; e outras propostas de modelos ainda pouco estudadas, que utilizam pêndulos para medir a inclinação do corpo, ou sensores piezoelétricos, uma coleção de módulos acoplados a membros e capazes de detectar o movimento de seus usuários através da mudança da corrente elétrica, ocasionada pela mudança de sua forma.

- Equipamentos geradores de som 3D: podem estar acoplados a dispositivos como o capacete e o BOOM e visam fornecer a sensação sonora associada à imagem apresentada. Controlam a intensidade, direção, timbre e alternância do som. Podem, também, estar espalhados no ambiente real sob a forma de caixas de som. O controle da emissão sonora é complexo, pois os sistemas sonoros em ambientes virtuais devem considerar a rotação e translação do usuário, a rotação e translação da fonte de som, a modificação das propriedades das superfícies envolvidas e a modificação da geometria dos ambientes.

O desempenho destes dispositivos está associado à sofisticação da resolução das imagens, precisão dos rastreadores, nível e controle da capacidade sonora. O mais importante no uso destes equipamentos é que eles tenham capacidade de tratar as características sensoriais em tempo real, para que a interação se dê de forma natural e não provoque desconforto ao usuário. E neste caso, a busca de produtos mais leves, práticos e eficazes tem estimulado as pesquisas nesta área.

A integração harmoniosa dos componentes de um ambiente virtual exige vários tipos de controle de software e de equipamentos. Como exemplo, a Figura 4.6 apresenta de forma simplificada, a estrutura de um ambiente que explora as características da Realidade Virtual, onde o usuário é conectado ao computador através de dispositivos multi-sensoriais. Cada modalidade sensorial requer um controle específico, enquanto que uma ação integrada coordena e sincroniza as várias modalidades sensoriais envolvidas. Nesta proposta, o ambiente é disponibilizado via rede.

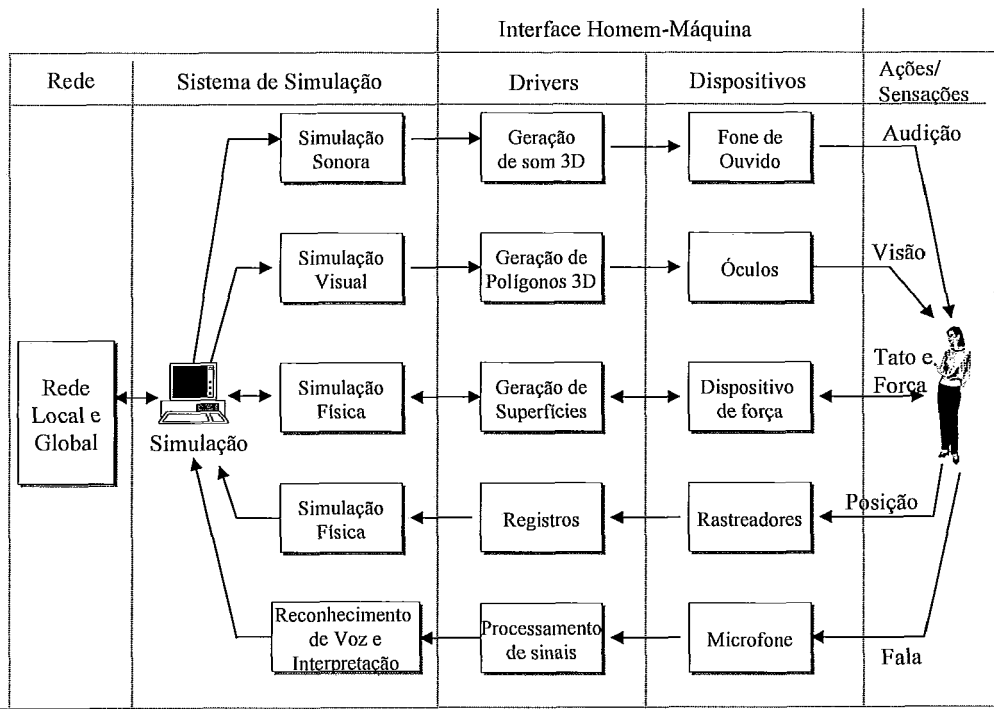


Figura 4.6: Estrutura de um ambiente virtual (Pinho,1999)

De acordo com Pinho&Kirner (Pinho,1999), existem vários tipos de plataformas para aplicações de RV, diferenciando-se por possuírem um único ambiente de construção e navegação ou por disponibilizarem diferentes módulos separados para cumprir estas mesmas atividades.

Dentre as plataformas hoje disponíveis, destacam-se os microcomputadores (PC) com aceleradores gráficos; as estações de trabalho, que podem ser Silicon Graphics, Sun, DEC, IBM, HP e mais recentemente; os sistemas multi-usuários, que podem ser centralizados ou distribuídos.

4.1.4. Vantagens

Para vários autores, dentre os quais Pantelidis (Pantelidis,1995) e Stuart (Stuart,1996), a exploração da RV apresenta inúmeras vantagens de uso em relação a outras tecnologias:

- ✓ Provê uma interface que gera um alto nível de motivação;
- ✓ Apresenta recursos que ilustram a compreensão de conceitos abstratos;
- ✓ Permite a observação de cenas em diferentes distâncias e ângulos;

- ✓ Oferece oportunidades de vivências das situações de maneira individualizada;
- ✓ Encoraja a participação ativa do usuário;
- ✓ Permite a participação de pessoas com incapacidades físicas ou mentais;
- ✓ Disponibiliza recursos para que o usuário pratique procedimentos que serão realizados, posteriormente, no mundo real;
- ✓ Propicia um ambiente motivador para a aquisição de conhecimento e aprendizagem;
- ✓ Oferece possibilidades de entretenimento e diversão;
- ✓ Possui características que facilitam o estudo das características de desempenho humano e suas capacidades perceptuais e motoras.

Todos estes tópicos abordam questões interessantes e desafiadoras para a pesquisa da tecnologia de RV e sua aplicação em diferentes áreas do conhecimento. Contudo, como toda nova tecnologia, ainda existem problemas que limitam sua maior difusão, devido, principalmente, ao estado-da-arte dos equipamentos de apoio.

4.1.5. Alguns Problemas gerados pela RV

As experiências explorando os recursos da RV tem apontado diferentes tipos de problemas que contemplam aspectos técnicos, físicos e psíquicos.

Técnicos

Algumas características dos equipamentos e software para RV são considerados insatisfatórios e ineficientes, neste universo destacam-se:

- Campo visual é a parte do espaço que pode ser vista sem que precisemos mover os olhos ou a cabeça. Existem problemas em relação a definição do campo visual adequado e a capacidade dos dispositivos de imersão. Campos visuais menores que 60° FOV (field of vision) são referidos como produtores de sentido pobre de imersão (Casas,1998);
- Sincronização da cena apresentada com os movimentos do usuário (Stuart1996);
- Problemas com o capacete e o alinhamento da imagem: atualmente, segundo Viire (Viire,1997), o alinhamento das imagens binoculares para a estereoscopia é determinado pelo software que cria imagens, sendo que várias questões relativas à

distância mínima dos objetos da cena ainda persistem. Segundo o autor, a tendência é que os objetos permaneçam a uma distância mínima, mesmo que o usuário dê um comando para se aproximar;

- A resolução gráfica é inversamente proporcional ao campo de visão e imagens mais sofisticadas requerem mais tempo de geração (Pinho,1999);
- Falta de ferramentas poderosas para a construção de ambientes virtuais (Green,1996);
- Moline (Moline,1997) assinala a falta de sistemas que explorem o olfato, os equipamentos que usam o tato ainda são desconfortáveis e o tempo de transmissão de sinais prejudica os procedimentos de telepresença.

Fisiológicos

Estes problemas são detectados examinando-se os comportamentos de sistemas e mecanismos do corpo humano em relação à tecnologia.

- Mal-estar ao usar o capacete: vários autores mencionam casos de náuseas, desorientação espacial e distúrbios de visão após a experiência com um HMD (Moline,1997), (Lewis,1997);
- Problemas motores: ainda não estão completamente compreendidos. Algumas vezes, após experimentar um ambiente virtual, persistem algumas sensações ilusórias que parecem estar associadas a longos períodos de imersão (ESVRM,1998). Estudos têm mostrado que 2,5% das pessoas acusam sintomas durante mais de uma hora após a imersão (Lewis,1997);
- Problemas auditivos: os riscos de ambientes virtuais que utilizam sonorização é a intensidade do som que se muito forte, pode gerar estresse e em casos de uso repetitivo prolongado, perda progressiva da audição(Stuart,1996);
- Problemas causados pelo brilho e piscar de luzes: podem causar problemas associados ao sistema nervoso. Certas frequências luminosas, situadas entre 8-12 Hz, podem ativar crises de epilepsia (North,1997).

- Sensações muito intensas podem produzir emoções perturbadoras e persistentes em pessoas com problemas mentais (North,1997);
- Os usuários devem alternar a atenção entre muitos elementos gráficos e diferentes tarefas, causando estresse (Lewis,1997).

4.1.6. Desafios da Área

De maneira geral e independente do tipo de equipamento ou modalidade explorada, todas as áreas que utilizarem a tecnologia de RV para desenvolverem produtos específicos, irão se deparar com questões desafiadoras para a plena exploração deste tipo de ambiente:

- ◆ Interface física é incomoda;
- ◆ Tempo das respostas ainda é grande;
- ◆ Existe dificuldade dos usuários localizarem som 3D;
- ◆ Apesar da constante baixa de preço, o hardware e software para RV ainda serve de obstáculo para uma maior difusão desta tecnologia;
- ◆ Falta de normas e padrões: ainda não existem resultados suficientes para que determinem-se parâmetros básicos associados a cada tipo de aplicação da tecnologia de RV. Não existe um padrão de navegação ou de manipulação do ambiente e em geral, os usuários se sentem perdidos quando navegam em um ambiente virtual;
- ◆ Na questão dos fatores humanos, é preciso compreender como cada tipo de público alvo percebe e interpreta os eventos em ambientes virtuais. O conhecimento do desempenho humano com estes ambientes irá contribuir para que o usuário utilize o sistema de forma confortável e efetiva. Como aumentar o desempenho cognitivo nestes ambientes ?
- ◆ A questão da transferência negativa sugere que é importante atentar para as divergências de comportamento entre o ambiente virtual e o mundo real. O usuário está em risco se o comportamento aprendido no AV não ocorrer de forma semelhante na execução de tarefas do mundo real.

Apesar de todos estes desafios, percebe-se uma grande expansão da tecnologia e sua penetração em várias áreas técnicas e teóricas, como veremos a seguir.

4.1.7. O uso da Realidade Virtual para Educação e Treinamento

O uso de ambientes virtuais vem se mostrando adequado para apoiar processos cognitivos e segundo Littman (Littman,1997), isto se deve à multidisciplinaridade envolvida neste domínio que congrega aspectos de computação gráfica, teorias de aprendizagem, robótica, artes, engenharia e cuja combinação possui potencial para enriquecer o processo instrucional, transformando métodos e técnicas de aprendizagem tradicionais em novos domínios do conhecimento.

Como visto anteriormente, a aprendizagem pode ser considerada sob diversos enfoques: como uma modificação do comportamento, como a formação de novos conhecimentos a partir de experiências ou ainda, como o desenvolvimento de habilidades através de treinamento. Um dos fatores fundamentais neste processo é o nível motivacional do aprendiz. Segundo Meiguins et al. (Meiguins,1999), a RV amplia o nível de motivação dos alunos, possibilitando uma experiência individualizada, lúdica e divertida.

O uso de ambientes para treinamento permite a exploração de situações impossíveis de serem realizadas no mundo real (Christiansen,1998). Nestes casos, estes ambientes disponibilizam elementos que os tornam superiores em relação a outros tipos de aprendizagem situada, pois as oportunidades de adquirir e processar informações não se restringem por limitações físicas (Inman,1997). Isto permite que pessoas com deficiências transcendam suas dificuldades e tenham controle de situações impossíveis na vida real.

Outro aspecto positivo, relaciona-se ao tipo de interação proporcionada pelos ambientes virtuais, que permitem ao usuário atuar diretamente nas cenas, apoiando a linha teórica da construção do conhecimento através da interação com o mundo. Neste caso, a cognição seria baseada em ações em tempo real.

Em termos de possibilitar uma rica associação para facilitar a recuperação de informações de memória de longo-prazo, estes ambientes são especialmente bem sucedidos, possibilitando uma rica variedade de associações, impossíveis com as interfaces tradicionais, devido as qualidades multisensoriais e espaciais destes tipos de ambientes.

A tecnologia de RV oferece ainda, potencial para desenvolver ambientes de testes do desempenho humano e melhorar as normas de validade e confiabilidade psicométrica, pois limita as influências externas nos testes, otimizando a validade dos testes realizados com papel e lápis (Rizzo,1997b).

Entretanto, persistem questões pertinentes ao valor da imersão e interatividade para o processo educacional.

4.1.7.1. A Aprendizagem Através da Imersão e Interatividade nos Ambiente Virtuais

A utilização prática dos ambientes, indicam que questões relativas a imersão e a interatividade dos ambientes virtuais ocupam um ponto de destaque nas pesquisas.

A partir das várias iniciativas empreendidas por Byrne (Byrne,1996) na construção e utilização de ambientes virtuais para o ensino de química, foi observado que o fator mais importante para a aprendizagem é a interatividade proporcionada pelo ambiente. Este aspecto é confirmado por Rizzo et al. (Rizzo,1997), afirmando que a interação é a característica chave que distingue uma experiência em RV de uma experiência de, por exemplo, assistir a um filme. Ou seja, é através da interação que cada indivíduo se comunica com o ambiente virtual, controlando a exploração das cenas e possibilitando a individualização do processo educativo.

Outro aspecto muito discutido refere-se às aplicações utilizadas em tela plana. Como alguns equipamentos envolvidos na navegação imersiva de ambientes virtuais podem servir de barreira para indivíduos com dificuldades cognitivas ou problemas mentais, como muitas vezes o preço destes equipamentos ainda serve de obstáculo e visando avaliar a eficiência destes tipos de aplicações, alguns grupos de pesquisa têm testado e comparado aplicações imersivas com aquelas que utilizam a tela plana de monitores. As experiências de Byrne (Byrne,1996) mostraram que tanto os alunos imersos em um ambiente virtual quanto aqueles que usaram a mesma aplicação, mas em tela plana, tiveram o mesmo desempenho final. Além disso, houve preferência pela utilização da tela plana em detrimento ao uso do capacete. O mesmo aconteceu com Inmann et al.(Inmann,1997), que relataram que, durante a aplicação de RV para treinamento de operação de cadeira de rodas com crianças, muitas preferiam usar um grande monitor de televisão ao invés do HMD, sendo que não foi assinalada perda de interesse ou do desempenho final. Rizzo et al.

(Rizzo,1998) também avaliaram ambientes 3D simulados em uma tela plana de um monitor e consideraram que, apesar do baixo nível de imersão, os resultados encontrados até hoje são bastante promissores. Como estas observações ainda são pouco conclusivas, Brown et al. (Brown,1997) afirmam que continuarão a usar a tela plana até que surjam mais informações sobre os efeitos da imersão através de HMD. Existe ainda, a questão da segurança proporcionada pela tela plana do computador, pois o uso do HMD, muitas vezes, provoca problemas de saúde e gera sensação de isolamento (Cromby,1996).

As vantagens que a tela plana aporta são resumidas por Pinho&Kirner (Pinho,1998): utilizar uma tecnologia já sedimentada, evitar as limitações técnicas geradas pelo uso do capacete HMD e outros dispositivos considerados pouco explorados, e ainda, aproveitar sua facilidade de uso.

4.1.8. O Mercado e a expansão da Realidade Virtual

O mercado da RV ainda é considerado imaturo, não há líderes nem clara segmentação de atividades, sendo dominado pela exploração de estações de trabalho. Entretanto, algumas previsões dizem que as aplicações em PC estão crescendo e devem ocupar, até 2001, 46% do mercado, com a maioria dos produtos usando a tela plana do monitor em vez de tecnologias imersivas (ESVRM,1998).

O decréscimo do custo dos sistemas e equipamentos envolvidos no uso da tecnologia de RV, o constante aumento da confiabilidade no desempenho das aplicações e os benefícios econômicos derivados de seu uso são os principais fatores propulsores do aumento de sua penetração em vários campos do conhecimento, apesar da incompatibilidade entre os diferentes sistemas e plataformas, restringirem um crescimento mais acentuado deste mercado.

A partir dos resultados de diferentes iniciativas, podemos perceber os pontos fortes e as possibilidades da tecnologia e com isso, ampliar o universo de suas aplicações. Segundo Pinho&Kirner (Pinho,1998) parece existir um consenso sobre o potencial da tecnologia de RV para apoiar processos educacionais. Confirmando esta observação, várias experiências e pesquisas vêm sendo realizadas visando identificar os elementos fundamentais neste tipo de aplicação.

Uma das primeiras iniciativas na área foi o projeto VRRV (Virtual Reality Roving

Vehicles) que visou levar a RV em várias escolas e avaliar os resultados da utilização da tecnologia no processo educacional, envolvendo professores e alunos na construção e uso dos ambientes virtuais (Rose,1995). Para a educação em vários níveis e abordando diversos conteúdos, temos iniciativas como a exploração do uso de RV no aprendizado de habilidades discriminativas (Araujo,1998), para o estudo de Ciências (Maule,1998), Mecânica Newtoniana (Dede,1994), Química (Byrne,1996) e Eletrônica (Meiguins,1999).

O amadurecimento da tecnologia de RV, juntamente com a expansão da Internet faz com que novas propostas inovadoras sejam desenvolvidas, como plataformas para sistemas distribuídos de RV (Teixeira,1999), (Rodello,1999) e apoio para a educação a distância (Kubo,1998), (Kubo,1999).

Inicialmente, a maior parte das aplicações de RV eram projetadas para serem utilizadas por uma só pessoa. Contudo, nos últimos anos, percebe-se um grande interesse por aplicações que permitem o encontro de vários usuários em um mesmo ambiente, como por exemplo o CCTT (Mastaglio,1995), NICE (Roussos,1997), HyClass (Hosoya,1997), AVALON (Correa,1998) e VVR (Kubo,1999b).

Em medicina a RV vem sendo utilizada, principalmente, em procedimentos de treinamento, cirúrgicos e terapias (Medinf,1997). A expansão de uso da RV na área da saúde é bastante consistente, pois os ambientes virtuais e tecnologias associadas têm trazido para este domínio vantagens como a economia de custos para treinamento, o melhoramento de serviços e a economia de materiais, além de diminuir os riscos para pacientes, pois os médicos fazem treinamentos virtuais e não expõem os pacientes a riscos reais. Em (Moline,1997) podemos encontrar um estudo bastante detalhado dos diferentes usos da tecnologia de RV na medicina, destacando-se as experiências em cirurgia remota e telepresença, onde o cirurgião trabalha em um ambiente virtual e seus movimentos são reproduzidos por robôs atuando no campo operatório real. A autora ressalta ainda, as aplicações de RV em planejamento cirúrgico, medicina preventiva, educação do paciente, educação e treinamento médico, visualização de base de dados, além da reabilitação física e mental.

Na área de reabilitação, os ambientes virtuais vêm despontando como uma tecnologia promissora para apoiar processos de recuperação de pacientes com diversos tipos de deficiências cerebrais, como pode ser observado a seguir.

4.2. A Reabilitação Cognitiva apoiada na tecnologia de Realidade Virtual

4.2.1. A Plasticidade na Reabilitação

Até o início dos anos 60 o cérebro era considerado como um órgão irrecuperável, que não era capaz de substituir células nervosas, perdidas por ocasião de um acidente ou doença (Rose,1997). Em consequência, as deficiências associadas ao dano cerebral eram assumidas como incuráveis. Desde então, o aumento de pesquisas na área vem alterando estas concepções. A revisão da maneira como o cérebro é visto tem gerado um maior ímpeto na busca de programas de reabilitação para pessoas com diferentes tipos de danos cerebrais.

A reabilitação cognitiva apoia-se na capacidade plástica do cérebro, ou seja, a capacidade de substituir circuitos cerebrais lesionados ou disfuncionantes por circuitos vizinhos intactos, através de estímulos comportamentais. Como visto no Capítulo 2, este fenômeno, denominado plasticidade neuronal, pode ser explorado na reprogramação das redes neuronais cerebrais, de forma a diminuir os efeitos provocados por diferentes deficiências ou danos neurológicos (Schartzkroin,1989).

É consenso entre os clínicos que o aumento do nível de interação entre pacientes com danos cerebrais e o ambiente é parte vital do processo de reabilitação, sendo que testes com animais têm confirmado este fato (Rose,1996). Neste sentido, a tecnologia de RV provê meios de aumentar o nível de interação com o ambiente, através da simulação de espaços físicos e tarefas similares às realizadas no mundo real.

4.2.2. Experimentando os Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva

A exploração dos Ambiente Virtuais por pessoas com deficiências diversas oferece novas oportunidades que são impossíveis de serem realizadas normalmente. Por isso, estes ambientes vêm sendo utilizados para as terapias médicas em uma variedade de propostas (Moline,1997) e incluem aplicações voltadas para atacar problemas causados por desordens de alimentação (Riva,1998); fobias (Hodges,1995), (North,1997); Autismo (Strickland,1997), danos cerebrais traumáticos (Christiansen,1998),(Greal,1999), paralisia cerebral (Inman,1997) testagem de pacientes com danos cerebrais (Davies,1999) e ainda, para aumentar o nível de independência de pacientes idosos (Cunningham,1999). Em uma abordagem psicológica os ambientes virtuais vêm sendo usados para apoiar

emocionalmente pessoas que sofrem de câncer (Oyama,1997). Para a reabilitação de problemas motores e atencionais causados por acidente vascular cerebral, temos a experiência de Wann. et al. (Wann,1997) e para as seqüelas motoras da doença de Parkinson, temos o relato de Riess et al. (Riess,1995).

A maioria destes exemplos são para reabilitação de funções cognitivas, mas algumas visam a recuperação de capacidades motoras que refletem-se em aspectos cognitivos como atenção e memória, utilizando estratégias de desafio, comuns aos jogos educacionais. No entanto, o estudo comparativo destes exemplos é bastante complexo, pois cada experiência possui características particulares. Neste caso, observa-se a necessidade de identificar parâmetros comuns que possam ser comparados.

4.2.3. Características dos Ambientes Virtuais para Reabilitação Cognitiva

Como forma de facilitar a observação das características intrínsecas aos ambientes virtuais, serão reunidos seus principais aspectos através da montagem de um quadro classificatório. Para tal, será construído uma estrutura de classificação (Figura 4.7), que organiza estes aspectos de forma a possibilitar sua observação de forma mais homogênea.

As *estruturas de classificação* são importantes meios de organizar, em quadros conceituais, dados para serem analisados e fornecendo diretrizes para pesquisa e desenvolvimento.

4.2.3.1. Elementos de Composição da Estrutura de Classificação

A seguir serão apresentadas as descrições dos componentes considerados importantes na classificação de ambientes virtuais para reabilitação cognitiva. Os itens já abordados anteriormente, são remetidos as suas sessões correspondentes.

→ Abordagens terapêutica: restauradora, funcional

Como visto no Capítulo 3, existem várias abordagens para a RC. A aplicação destas visões nos ambientes virtuais podem ser simplificadas na proposta de Rizzo et al. (Rizzo,1997), que consideram que as aplicações de RV visando a Reabilitação Cognitiva podem ser divididas em dois domínios complementares:

- Abordagem restauradora: atua no treinamento sistemático dos processos de componentes cognitivos, ou seja, atenção, memória e habilidades espaciais, dentre outros.
- Abordagem funcional: enfatiza o treinamento dos comportamentos observáveis, habilidades e atividades da vida diária, como por exemplo, solução de problemas práticos e funções executivas.

A abordagem restauradora treina o indivíduo com exercícios que aumentam as habilidades atencionais, espaciais e de memória, ou seja, utiliza estratégias educacionais onde é possível realizar alguma medida do desempenho e progresso do indivíduo. É uma abordagem descontextualizada, mais comportamental. Por outro lado, a abordagem funcional procura trabalhar a construção do conhecimento por etapas. É um trabalho contextualizado, mais construtivista.

Os ambientes virtuais possuem potencial para integrar as melhores características destas duas abordagens, otimizando o grau de treinamento de funções e da generalização do aprendizado para a vida real (Rizzo,1998). Apesar desta perspectiva ser promissora, a maioria das experiências práticas ainda não integram estas duas visões.

→ **Tipos de desordens que atinge : psicológicas, neurológicas, psiquiátricas**

Os ambientes virtuais para reabilitação têm contemplado, principalmente, três tipos de desordens:

- ♦ Psicológicas: descontroles emocionais e afetivos que refletem-se no comportamento e postura perante o cotidiano da vida;
- ♦ Neurológicas: são causadas por problemas de desenvolvimento, doenças degenerativas, traumas, acidentes vasculares ou de parto;
- ♦ Psiquiátricas: os problemas psiquiátricos possuem causas diversas e ainda pouco conhecidas. Numerosos fatores e combinações de fatores influenciam na doença e podem ser sociais, psicológicos, fisiológicos, toxicológicos ou de origem genética (Medinf,1997). Segundo Sachar (Sachar,1991) o diagnóstico psiquiátrico é mais difícil do que em outras áreas médicas porque os sintomas das doenças mentais são expressos através de comportamento, cognição e sentimentos subjetivos, difíceis de quantificar. As mais comuns são a esquizofrenia e a síndrome obsessiva-compulsiva. As

dificuldades cognitivas destes indivíduos impedem o desempenho psicossocial e a sua eventual reintegração na sociedade e neste caso, as características cognitivas transformam-se na meta principal do desenvolvimento de novas modalidades terapêuticas (Bender,1997).

→ **As Possibilidades: transferência, generalização ou apenas treinamento de funções**

Estes aspectos foram detalhadamente abordados na seção 3.1. Sob o ponto de vista da RV, o significado destes conceitos não se alteram:

- ♦ **Transferência:** o aprendizado pode ser aplicado a outro contexto similar;
- ♦ **Generalização:** o novo conhecimento pode ser utilizado em uma variedade de novos contextos.

No entanto, existem casos onde o ambiente atua em funções cognitivas básicas, que não pressupõem nenhuma perspectiva de transferência imediata.

→ **Funções cognitivas**

As funções cognitivas consideradas nesta classificação são aquelas descritas na seção 3.2.2., a saber: alerta/vivacidade, atenção/concentração, percepção, memória e funções executivas.

→ **Plataforma**

Verifica o tipo de computador utilizado, que nesta área dividem-se, principalmente, entre os microcomputadores pessoais e as estações de trabalho Silicon Graphics.

→ **Modelo de Interação: Imersão subjetiva, Imersão espacial**

Como visto na seção 4.1.2. o tipo de imersão denominada subjetiva baseia-se no uso da tela plana do monitor, enquanto a imersão espacial utiliza equipamentos especiais de visualização e sensores de posicionamento.

→ **Grau de Interação**

Os AV podem permitir um maior ou menor grau de interação do usuário com o ambiente. Alguns ambientes imersivos simulam museus ou exposições onde o usuário apenas navega visualmente, sem possibilidade de realizar nenhuma tarefa. Neste caso, o

grau de interação é baixo. Se por outro lado, o usuário tem liberdade de alterar características do ambiente ou realiza tarefas, o grau de interação é mais alto.

→ Dispositivos de interação

Os dispositivos são os tipos de equipamentos usados para apoiar os processos imersivos e interativos. Estes equipamentos estão explicitados na seção 4.1.3.

A partir do levantamento destas características, montou-se a estrutura de classificação abaixo apresentada.

Características	Possibilidades
Abordagem terapêutica	restauradora funcional
Tipos de desordens que atinge	psicológicas neuroológicas psiquiátricas
Possibilidades	transferência generalização apenas treinamento de funções
Funções cognitivas	alerta/vivacidade atenção/concentração percepção memória funções executivas.
Plataforma	estações de trabalho microcomputador (PC) outras
Modelo de Interação	imersão subjetiva imersão espacial
Grau de Interação	alto médio baixo
Dispositivos de interação	capacetes, óculos, dispositivos de som, luvas, BOOM, rastreador de posição

Figura 4.7: Estrutura de classificação para o estudo dos Ambientes Virtuais

Com vistas a utilizar esta estrutura na classificação e análise de exemplos de ambientes virtuais para reabilitação cognitiva, a seguir são sucintamente descritas algumas experiências.

4.2.3.2. Exemplos Ilustrativos

Abaixo alguns dos exemplos anteriormente citados, serão apresentados para que suas características possam ser classificadas na estrutura de classificação. Estes exemplos foram selecionados porque tinham uma descrição mais minuciosa e por relatarem aplicações práticas bem sucedidas.

➤ Ambiente Virtual para Autismo

Strickland (Strickland,1996), (Strickland,1997) relatam o uso de um ambiente virtual como meio de ajuda na aprendizagem de crianças autistas.

Em termos cognitivos, o autismo caracteriza-se por respostas anormais a estímulos, falta de engajamento na realização de tarefas e incapacidade de generalização de tarefas em ambientes físicos similares, sendo postulado que uma das causas para estes sintomas é a incapacidade de sintetizar os estímulos que recebe. Apresenta também, uma profunda deficiência no mecanismo neurológico que controla a capacidade de alternar e selecionar a atenção. Estas características limitam o padrão de ação e geram comportamentos compulsivos e repetitivos.

Neste caso, os AV podem ser controlados e simplificados para o nível de estímulo de entrada tolerado pelo indivíduo; as cenas podem ser ligeiramente modificadas permitindo a generalização de tarefas (por exemplo, o ato de atravessar uma rua); os erros cometidos nestes ambientes não geram perigos; o tratamento pode ser individualizado através de ambientes dinâmicos que se alteram de acordo com as respostas; o uso de equipamentos sensoriais permite a comunicação corporal entre o paciente e o ambiente.

A Experiência

Este estudo, dividido em duas partes, foi realizado com duas crianças autistas que foram submetidas a quarenta sessões, durante seis semanas. Na primeira parte, as crianças foram treinadas a reconhecer e assinalar um objeto em cena, que no caso, foi a cor de um carro em movimento, em uma rua. Na segunda fase, as crianças deviam encontrar um objeto (uma placa onde estava escrito *STOP*), dirigir-se a ele e parar.

Foi usado um capacete e um rastreador magnético para detectar o posicionamento do usuário, em um computador Pro Vision 100.

A cena consistia de uma rua com calçadas, construções baixas e sem detalhes, com cores acinzentadas. Por sua vez, os carros que passavam eram brilhantes e de cores fortes.

As crianças aceitaram o capacete com relativa facilidade e realizaram as tarefas de maneira satisfatória.

➤ **Ambiente Virtual para Reabilitação de Danos Cerebrais Traumáticos**

Christiansen et al. (Christiansen,1998) realizaram um estudo usando um ambiente virtual para avaliar e treinar pessoas, com danos cerebrais traumáticos, em tarefas simples da vida diária.

Freqüentemente, os acidentes traumáticos resultam em coma seguida de uma grande variedade de deficiências funcionais. O padrão das deficiências incluem incapacidades físicas e cognitivas, em grau determinado pela severidade e tipo do dano e ainda, possíveis complicações médicas.

O indivíduo atingido por um trauma deste tipo experimenta desordens de alerta, orientação, percepção, linguagem, motoras, de raciocínio e afeto. Muitos pacientes em recuperação requerem intervenções para o aprendizado de rotinas necessárias no dia-a-dia, além de treinamento de atenção e memória, sendo que os procedimentos devem ser intensivos e com inúmeras repetições da mesma tarefa.

A experiência

A pesquisa foi realizada com trinta pessoas com danos cerebrais causados por traumas, sendo que algumas usavam cadeira-de-rodas. Elas foram testadas de maneira a obter medidas que indicassem o nível de deficiência na inteligência, memória, habilidades acadêmicas, etc. Na maioria dos casos, os resultados mostraram severos níveis de deficiências.

Foram realizadas duas sessões variando entre sete e dez dias. O usuário navegava e interagia com o ambiente através de um HMD 3D, sem estereoscopia gráfica, mas com som estéreo, *mouse* e *joysticks* ligados a um PC 486.

O ambiente simulava uma cozinha com todos os seus utensílios e equipamentos típicos, localizados nas posições mais usuais. Nesta cozinha, eles deveriam preparar uma sopa e para isto, realizavam ações encadeadas. Cada ação era registrada para posterior

análise da aprendizagem do paciente e algumas tarefas eram modificadas de acordo com o seu desempenho.

Ao final, os pacientes não assinalaram nenhum efeito colateral do uso do capacete e a pequena melhora observada na realização das tarefas, foi considerado um fator estimulante para o prosseguimento dos estudos.

➤ **Ambiente Virtual para Tratamento de Distúrbios de Imagem Corporal Associados a Desordens de Alimentação**

Riva et al. (Riva,1998), (Riva,1997a) descrevem os resultados preliminares sobre o uso de um AV para o tratamento de distúrbios relativos à insatisfação corporal que, em geral, estão associados a desordens de ingestão de alimentos.

Os problemas de percepção e aceitação corporal envolvem distúrbios de anorexia e bulimia, que estão diretamente ligados à obesidade.

Segundo os autores, vários trabalhos têm mostrado que os distúrbios de imagem corporal podem ser conceitualizados sob um viés cognitivo e que mais recentemente, vêm sendo considerados como parte de uma psicopatologia – problemas no processamento da informação, intimamente ligados ao processo atencional e de memória.

Pacientes com estes tipos de problemas possuem a idealização de um corpo irreal, fazem comparações negativas, têm obsessão por certas partes do corpo e crença no poder da perda de peso.

A abordagem comportamental coloca o paciente em situações reais onde ele deve controlar a ansiedade controlar os impulsos por comida. O ambiente virtual parte do princípio que quando um particular evento ou estímulo rompe a estrutura da informação presente no esquema corporal, (como acontece durante um a experiência virtual), a própria informação fica acessível em um nível consciente.

A Experiência

Os ambiente virtuais oferecem possibilidades de integrar os diferentes métodos de tratamento dos distúrbios de percepção corporal. Neste exemplo, algumas das técnicas exploradas nos procedimentos usuais de tratamento foram implementadas em um AV.

Este ambiente denominado VEBIM é baseado em uma plataforma Pentium, com placa aceleradora gráfica e inclui HMD e um joystick com dois botões (“para frente” e

“para trás”), com as modificações de direções fornecidas pelos movimentos da cabeça. O ambiente não usa estereoscopia, mas inclui elementos de perspectiva.

As tarefas são divididas em dois níveis: o primeiro de familiarização com a navegação e o segundo, onde o usuário entra com seu peso, e navega em uma cozinha e um escritório contendo vários tipos de comida disponíveis. Quando o usuário quer “ingerir” algo, basta clicar sobre o alimento. Ao final o programa apresenta o novo peso de acordo com as calorias ingeridas. Em um segundo momento o usuário é exposto a sua imagem digitalizada e as atividades propostas buscam melhorar a consciência de seu próprio corpo.

O ambiente foi testado com dois grupos, um com setenta e uma pessoas e outra com uma amostra de quarenta e oito pessoas, que se submeteram durante, no máximo, dez minutos ao ambiente, sendo verificado o nível de batimentos cardíacos e a consciência corporal. Após as experiências foi constatado que o nível de consciência aumentou e a insatisfação com o próprio corpo diminuiu.

Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, houve ganhos clínicos e não foram observados problemas de saúde gerados pela imersão, confirmando a possibilidade de usá-lo para propósitos terapêuticos.

➤ **Ambiente Virtual para crianças com seqüelas geradas por paralisia cerebral**

Inman et al. (Inman,1997) realizaram um trabalho com crianças com necessidades especiais devido à paralisia cerebral, de maneira a treiná-las para que possam adquirir habilidades que permitam uma vida mais independente.

Em muitos casos, as seqüelas deixadas pela paralisia cerebral são bastante severas e impedem que as crianças possam se locomover de maneira independente e segura. A manipulação e o controle da cadeira-de-rodas exige habilidades físicas e atencionais. O treinamento é focado no desenvolvimento de habilidades para manipular a cadeira para andar para frente, para trás, virar a esquerda e a direita, além de reconhecer obstáculos e parar antes de atingi-los.

A Experiência

Este ambiente depende do uso de uma plataforma rolante, onde a cadeira-de-rodas se encaixa e permite a movimentação de suas rodas.

A velocidade e direção da cadeira é determinada pelo grau de movimento do *joystick*. O sistema utilizado para a associação dos comandos do *joystick* com a movimentação das rodas da cadeira utiliza código de barras, mas não permitem simulações realísticas de colisão, sendo considerado o ponto fraco do ambiente.

Os usuários utilizam um HMD com um rastreador de posição e utilizando visões estereoscópicas 3D. Foram criados três cenários com grau crescente de dificuldade. O primeiro, um piso reto, quadriculado, sem obstáculos, onde o usuário podia andar em qualquer direção. O segundo, contendo objetos que produzem sons e começam a se movimentar quando os usuários se aproximam, estimulando a curiosidade e o desenvolvimento da memória visual do espaço virtual. O terceiro cenário permite treinar o ato de atravessar uma rua.

O ambiente já foi testado com várias crianças que apresentaram melhoras na manipulação da cadeira-de-rodas, avaliadas após duas horas de uso do ambiente. Percebe-se também, que a cada vez que o usuário entra no ambiente, menos tempo é gasto nos cenários iniciais. Um resultado interessante é que muitas crianças preferem não usar o HMD, optando por olhar para um grande monitor colocado em frente a elas.

➤ **Tratamento de Fobias**

O tratamento de fobias através do uso de ambientes virtuais tem sido o foco de várias experiências, dentre as quais se destaca o tratamento do medo da sensação de altura (Hodges,1995), (Strickland,1997b), (North,1998), também denominada acrofobia.

Esta fobia caracteriza-se por uma marcante ansiedade sob exposição a alturas elevadas. A pessoa começa a evitar estas situações e gera interferências em suas atividades diárias.

A terapia usual consiste em submeter a pessoa a estímulos (imaginados ou vivenciados) que produzem ansiedade. Concomitantemente, o paciente é levado a utilizar técnicas de relaxamento para que a pessoa consiga dominar a ansiedade, estimulando o processo de habituação.

A Experiência

A pesquisa foi iniciada com vinte pessoas, sendo que dezessete completaram o estudo.

Várias situações virtuais que causam sensações de altura foram construídas em estações Silicon Graphics. Este grupo teve uma pré-sessão de tratamento e sete semanas de sessões de 35 à 45 minutos, onde eram expostos a três situações de altura: um elevador panorâmico aberto, com uma grade de segurança, algumas pontes e varandas.

Foi usado um capacete HDM com imagens monoscópicas e de baixa qualidade. Um sensor de posição foi acoplado à um dedo da mão direita para que o usuário pudesse operar os controles do elevador.

Os resultados foram promissores, com a grande maioria dos usuários conseguindo obter melhoras em seu quadro sintomático.

4.2.3.3. A Classificação dos ambientes

Aspectos / Experiências	Autismo (Strickland,1997)	Danos cerebrais (Christiansen,1998)	Distúrbios da imagem corporal (Riva,1997)	Paralisia cerebral (Inmam,1997)	Fobia (Hodges,1995)
Abordagem terapêutica	Restauradora	Funcional	Restauradora	Funcional	Funcional
Tipo de desordem	Neurológica	Neurológica	Psicológica	Neurológica	Psiquiátrica
Possibilita: transferência, generalização	Generalização	Transferência	Transferência	Transferência	Transferência
Funções cognitivas	Percepção Atenção	Habilidades Funcionais	Percepção, atenção, memória	Atenção e habilidades funcionais	Percepção, atenção, habilidades funcionais e controle emocional
Plataforma	Pro Vision 100	PC 486	Pentium com acelerador gráfico	PC 486	Silicon Graphics
Modelo de Interação	Imersão espacial	Imersão espacial	Imersão espacial	Imersão espacial e Imersão subjéctiva	Imersão espacial
Grau de Interação	Baixa	Média	Baixa	Alta	Média
Dispositivos de interação	Capacete e rastreador de posição	Capacete com som estéreo, <i>mouse</i> e <i>joystick</i>	Capacete e <i>joystick</i> com 2 botões	Capacete, <i>joystick</i> e cadeira de rodas acoplada à uma plataforma específica	Capacete e sensor de movimento no dedo de uma das mãos

Figura 4.8: Classificação dos exemplos segundo a estrutura de classificação

A partir desta figura percebem-se algumas características predominantes, onde destacam-se:

- A ênfase dos ambientes é na abordagem funcional, que permite aumentar o nível de independência e reintegração social dos pacientes;
- Apesar das experiências na área educacional apresentarem bons resultados no uso da tela plana do monitor, verifica-se que na área de reabilitação cognitiva há uma tendência na exploração da imersão espacial;
- Em quase todos os exemplos, o grau de interação é inversamente proporcional ao grau de deficiência cognitiva causada pelo dano cerebral ou desordem mental, sendo dependente dos equipamentos de apoio envolvidos no processo interativo;
- Os ambientes trabalham, principalmente, com deficiências neurológicas, que são mais suscetíveis a melhoras devido à plasticidade cerebral. Em geral, poucas experiências têm sido realizadas com pacientes psiquiátricos, uma exceção encontrada na literatura é um estudo que menciona os ganhos que a RV pode trazer para a desordem obsessiva-compulsiva (North,1997);
- Na maioria dos ambientes, verifica-se possibilidades de transferência do aprendizado. Segundo Rose (Rose,1997) a transferência entre o ambiente virtual e o real tem sido regularmente observada nas experiências práticas, enquanto que a generalização é um aspecto mais difícil de ocorrer e de ser observado (Rizzo,1997b);
- Quanto as plataformas utilizadas, observa-se a tendência apontada anteriormente, com predominância do uso de PC's.

Apesar de Parenté&Herrmann (Parenté,1996) considerarem que não existem resultados que comprovem a eficácia de terapias baseadas em computadores e Stringer (Stringer,1996) afirmar que não existem resultados que comprovem a eficiência dos programas de reabilitação através de computador, os relatos aqui apresentados enfatizam os resultados positivos no uso da tecnologia de RV para reabilitação cognitiva e abrem perspectivas promissoras para o grande número de pessoas que precisam de terapias de apoio.

Contudo, o uso destes ambientes pressupõem o respeito aos pacientes, envolvendo fatores éticos, que serão abordados a seguir.

4.2.4. Ética

O termo “ética” descreve o estudo sistemático da conduta humana relacionada com o padrão normativo ideal e é muito discutida nas ciências médicas e biológicas, entre outras (Whalley,1995). No entanto, a crescente difusão das novas tecnologias aplicadas a estes domínios vem ampliando as fronteiras destas questões.

Na área de computação, a ética é considerada como um tema interdisciplinar por natureza e como tal, combina variáveis tecnológicas e sociais, visando estabelecer recomendações e normas para os sistemas computacionais e, mais recentemente, para a Internet (Laudon,1995). A reabilitação cognitiva através de ambientes virtuais engloba aspectos éticos associados à tecnologia e à medicina (Banja,1996).

No caso da tecnologia de RV, vários trabalhos, dentre os quais (Cromby,1996), (Whalley,1995), (Lewis,1997) e (Wilson,1997) vêm discutindo os aspectos éticos relacionados ao seu uso na reabilitação cognitiva, onde percebe-se um foco bastante intenso nas questões envolvidas na imersão. De acordo com Lewis (Lewis,1997), existem variados fatores que podem influenciar a geração de problemas na experiência imersiva (Figura 4.9), sendo que alguns são associados a aspectos técnicos do equipamento e construção do ambiente, enquanto outros, são inerentes ao próprio usuário.

Características do usuário	Características do sistema	Características das Tarefas
Características pessoais - Idade - Gênero - Origem étnica - Estabilidade postural - Estado de saúde - Medicação	Apresentação das imagens - Contraste - Nível de iluminação - Resolução - Atraso na geração e atualização das imagens - Intermitência - Distância Interocular	Movimento no AV - Controle de movimento - Velocidade do movimento
Experiência do usuário - Exposição anterior - Histórico de problemas anteriores		Imagem visual - Campo de vista - Conteúdo da cena - Movimento da imagem - Regiões visíveis - Fluxo da visão
Fatores perceptuais e de personalidade - Adaptabilidade e receptividade - Neuroses		Interação usuário e AV - Movimento de cabeça - Postura

Figura 4.9: Listagem de fatores potencialmente capazes de gerar problemas na experiência imersiva (Lewis,1997)

Logo, precauções especiais devem ser tomadas para assegurar a segurança e o bem-estar de pacientes em ambientes virtuais projetados para avaliação ou reabilitação, considerando os fatores reconhecidamente causadores de efeitos colaterais na imersão e o gerenciamento da exposição dos pacientes a estes ambientes. O uso de AV deve prever a segurança do ambiente para que seus usuários não sofram conseqüências. Um aspecto importante a ressaltar é que em todos os casos, a terapia de RC deve ser um apoio terapêutico e o uso de medicamentos prescritos deve manter-se.

Neste sentido, antes de expor os pacientes aos ambientes virtuais, devem ser verificadas suas características individuais, assegurando que eles não estejam sofrendo de infecções ou gripes; alcoolizados; sob o efeito de medicamentos que afetem as funções visuais ou perceptivas; sob o efeito de drogas; com histórico de desordens de equilíbrio ou com deficiências visuais (North,1997), (Lewis,1997).

O gerenciamento das exposições deve manter o paciente consciente dos possíveis problemas adversos; monitorar o tempo de exposição, que deve ser gradualmente aumentado; um tempo de repouso após a experiência; supervisão durante todo o tempo da exposição; e o cuidado com o ajustamento das imagens geradas nos capacetes.

A RV promove engajamento, em vez de absorção passiva, como acontece com a televisão (Cromby,1996). Esta capacidade de ação gera poder, exercendo grande atração para pacientes. Em alguns casos, a qualidade de suas vidas é tão reduzida pela doença crônica ou deficiência, que o ambiente virtual pode ser preferível em relação à realidade em que vivem, criando situações de dependência. No entanto, a identificação de pessoas com características psicológicas, que as predispõem à dependência, deve prever exclusões no uso destes ambientes (Whalley,1995). Outro aspecto ressaltado é o isolamento provocado pelo HMD, que poderia prejudicar as pessoas deficientes, que se vêm constantemente solitárias (Cromby,1996).

Em qualquer circunstância, o criador dos ambientes virtuais tem responsabilidades sobre o produto gerado e suas conseqüências, sendo que a sua meta deve ser a de criar uma experiência suplementar e não uma replica ou substituto da realidade (Cromby,1996).

Em suma, a real necessidade de pacientes com problemas complexos utilizarem esta tecnologia pode ser questionada e esta decisão deverá englobar o estado clínico e vontade do paciente, o apoio familiar e médico, já que existem possibilidades de efeitos adversos

ainda não previstos. Apesar disto, Christiansen et al. (Christiansen,1998) enfatizam que a segurança do usuário é uma das vantagens do uso de ambientes virtuais.

4.3. Comentários Finais

Este capítulo abordou diferentes aspectos envolvidos no uso de Ambientes Virtuais para Reabilitação Cognitiva.

Como visto, a tecnologia de RV vem se disseminando rapidamente em várias áreas do conhecimento e se mostrando como uma ferramenta particularmente interessante para aplicações médicas e educacionais. Apesar dos vários problemas envolvidos no uso desta tecnologia, as experiências práticas vêm obtendo resultados promissores, principalmente para a reabilitação cognitiva de pacientes com deficiências cerebrais.

A classificação de diferentes aspectos envolvidos na concepção destes ambientes oferece amplas possibilidades de análise, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de futuras aplicações. Neste sentido, a partir da figura 4.8, observa-se que, as tarefas propostas pelos ambientes relacionam-se diretamente com o tipo de doença ou dano que se deseja recuperar, possuindo especificidades que limitam seu uso mais geral. Além disso, estes produtos são desenvolvidos a partir de realidades terapêuticas e culturais diferentes daquelas encontradas no Brasil. Estas diferenças refletem-se na composição das cenas e tarefas associadas.

A partir das observações e considerações tecidas neste capítulo, o próximo capítulo irá apresentar a descrição de um ambiente virtual que integra recursos para que pacientes com diferentes tipos de danos e deficiências cerebrais possam se exercitar em tarefas que visam a recuperação de funções cognitivas básicas, fundamentais para sua reintegração social e melhorar sua qualidade de vida. Este ambiente explorará diferentes tarefas, gerando estímulos básicos para o processo de generalização.

5. AVIRC: Um Ambiente Virtual Integrado para Reabilitação Cognitiva

A análise das diferentes experiências com ambientes virtuais descritas ao longo deste trabalho e principalmente, no Capítulo 4, ressaltou que as pesquisas na área encontram-se bastante concentradas nas questões pedagógicas e na definição do hardware específico. Ou seja, como explorar os equipamentos hoje disponíveis através de estratégias adequadas a cada situação.

Neste contexto, verifica-se ainda a falta de resultados relacionados ao processo ideal de desenvolvimento de ambientes. Talvez este cenário reflita o baixo nível de maturidade desta nova tecnologia, onde os desafios de criar produtos que funcionem de maneira correta e esperada, ainda consomem muito esforço.

Contudo, a evolução do hardware e do software certamente irá desencadear um processo de expansão das aplicações de RV, tanto em número quanto em robustez dos produtos. Com isto, a sistematização de procedimentos de projeto e desenvolvimento destes ambientes poderá se sedimentar, de maneira similar à que ocorreu no processo de criação de outros tipos de software que, atualmente, utilizam amplamente as técnicas da Engenharia de Software.

A partir destas constatações e das discussões sobre os vários aspectos relacionados ao uso de AV para apoiar os processos de reabilitação cognitiva, a seguir serão apresentadas as características de um “Ambiente Virtual Integrado para Reabilitação Cognitiva” (AVIRC) que poderá ser explorado na reabilitação cognitiva de pacientes com variados tipos de distúrbios cerebrais.

Visando tornar este ambiente bastante abrangente, sua definição será apoiada em um modelo cognitivo concebido a partir da integração de duas abordagens, considerando ainda, os diferentes níveis de interação gerados RV no processo de aprendizagem.

A criação deste ambiente apoia-se em um processo de desenvolvimento proposto especificamente para ambientes deste tipo, dividido basicamente em quatro (4) etapas:

- Levantamento de requisitos: análise e definição dos requisitos do ambiente. Neste caso, sintetiza os aspectos levantados e discutidos nos capítulos anteriores;
- Projeto: define as tecnologias a serem utilizadas e o comportamento dos objetos;
- Implementação: define a construção das cenas e dos objetos 3D que a compõem;
- Avaliação: testa o ambiente, verificando possíveis problemas e seu valor para a área de aplicação.

Na avaliação será verificada a aceitação deste ambiente por pacientes com doenças psiquiátricas, com destaque para a esquizofrenia. As principais características e etiologia desta doença estão detalhadas no Anexo 1.

5.1. Um Modelo de Processo de Desenvolvimento de Ambientes Virtuais

Como visto no capítulo anterior, a elaboração de um ambiente virtual envolve muitos desafios, tanto teóricos, quanto técnicos. Para que os problemas comuns ao desenvolvimento de produtos de software sejam evitados, é imprescindível o apoio de procedimentos baseados em normas, que garantam resultados condizentes com os objetivos almejados. Desta forma, a construção de ambientes virtuais requer um processo que considere as diferentes etapas envolvidas e seja apropriado às peculiaridades da tecnologia de RV.

Um processo de software é um conjunto de passos que conduz as tarefas requeridas para a criação de software de alta qualidade (Pressman,1997). Entretanto, verifica-se a escassez de trabalhos apresentando processos de desenvolvimento específicos para ambientes virtuais.

Neste sentido, Green & Halliday (Green,1996) ressaltam que a tecnologia de RV tem como um dos seus maiores desafios a redução do esforço requerido na criação de bons ambientes virtuais. Isto envolve o projeto da geometria e do comportamento dos objetos que aparecem nas cenas, além da composição dos ambientes e definição de ações. Em relação a etapa de implementação, observa-se uma tendência no uso da prototipagem, com o produto sendo melhorado através de sucessivas versões.

Dentre os raros trabalhos que estruturam procedimentos para o desenvolvimento de ambientes virtuais, Green & Halliday (Green,1996) descrevem uma proposta que considera

tanto a parte de definição de objetos em cena, quanto as interações e comportamentos destes objetos, sendo composta por três fases:

- 1^a) Projeto de objetos, definição da geometria e comportamento no ambiente virtual;
- 2^a) Definição da localização destes objetos na cena do AV, trabalhando com várias cenas que compõem o AV e definindo as interações entre objetos;
- 3^a) Transações entre as cenas.

Entretanto, observa-se que este processo está focado, basicamente, na construção das cenas, sem considerar os requisitos específicos da área de aplicação. Além disso, as etapas não encontram-se bem descritas para que possam ser utilizadas de maneira mais sistematizada.

Em trabalho recente, Pinho & Kirner (Pinho,1999) ressaltam pontos a serem observados na criação destes produtos: importância da fase de definição de requisitos, da definição da sua interface e dos aspectos que devem ser observados na etapa de avaliação. Contudo, estas etapas não foram descritas de maneira estruturada, dificultando sua aplicação prática no desenvolvimento de outros produtos.

Na literatura, uma das abordagens mais detalhadas encontra-se em Stuart (Stuart,1996), que apresenta um processo iterativo de desenvolvimento de ambientes virtuais, dividido em quatro fases: Definição de requisitos, Projeto, Prototipagem e Avaliação. O detalhamento da fase de prototipagem não é considerada no escopo do livro, que por outro lado, discute profundamente as questões técnicas e teóricas relacionadas a projeto de ambientes virtuais.

Em Kirner & Martins (Kirner,1998) encontramos um modelo similar ao de Stuart, composto por quatro módulos. Neste caso, a fase correspondente à prototipagem no modelo de Stuart é detalhada, dando origem a fase de implementação, composta por três etapas intermediárias. Este modelo de processo é abaixo apresentado:

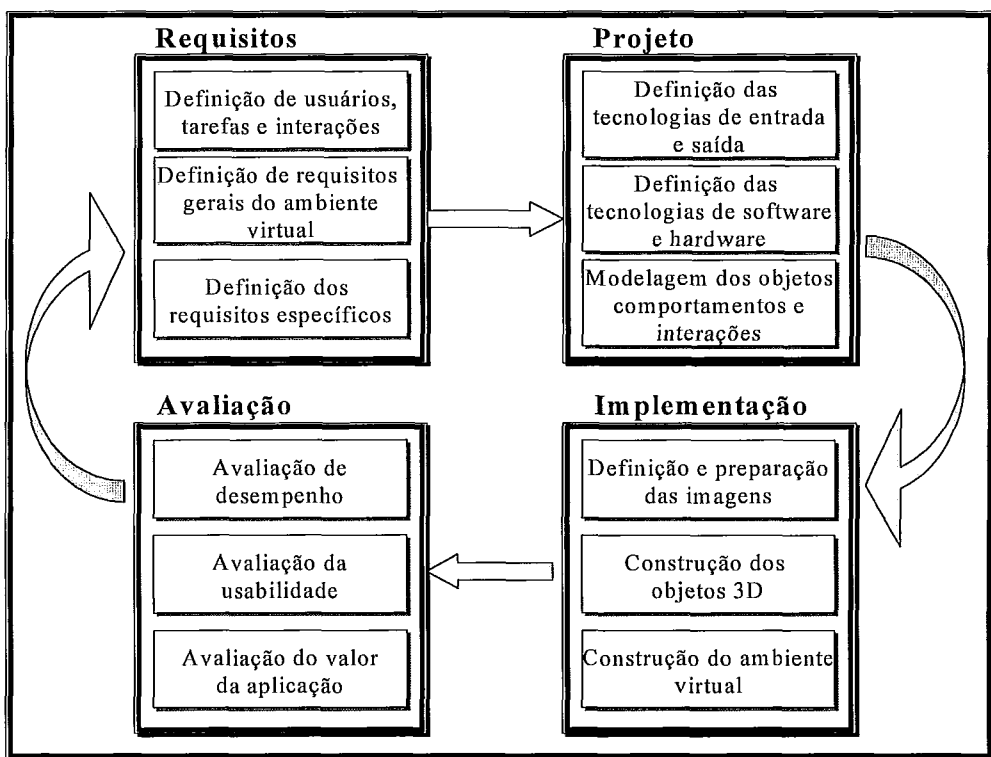


Figura 5.1: Processo de desenvolvimento de ambientes virtuais (Kirner,1998)

Este modelo aproxima-se bastante do modelo de processo em cascata, que é largamente utilizado no desenvolvimento de produtos de software mais tradicionais. No caso dos ambientes virtuais, que possuem características bem particulares, a proposta de Kirner & Martins (Kirner,1998) além de apoiar-se em um paradigma consagrado visa possibilitar a integração dos usuários no desenvolvimento do produto, de maneira a gerar sistemas amigáveis e fáceis de serem mantidos.

5.2. Um Modelo Cognitivo para a Reabilitação Cognitiva Apoiada em Ambientes Virtuais

Os modelos cognitivos fornecem suporte teórico para apoiar as etapas envolvidas no processo de reabilitação cognitiva, podendo explorar diferentes abordagens: algumas que visam treinar os pacientes através de exercício-e-prática, outras que consideram os modelos da psicologia cognitiva e neuropsicologia ou ainda, aquelas que exploram um enfoque mais holístico (Wilson,1997b).

Por se tratar de uma área de pesquisa recente, o uso de ambientes virtuais para reabilitação cognitiva não apresenta resultados que indiquem ou não, a adequação dos

modelos propostos na literatura. Desta maneira, dentro deste universo restrito, buscou-se modelos que considerassem o uso do computador em alguma fase da terapia. A partir da integração de algumas características destes modelos, introduziu-se níveis de interações entre o ambiente e o usuário, de acordo com cada fase do processamento da informação.

Segundo Rose(Rose,1995) o modelo de processamento de informação tem sido o paradigma da psicologia predominante nas pesquisas sobre interação homem-máquina e na área educacional. O processamento de informação envolve modificações em informações previamente aceitas, inclusões de novas informações ao conjunto de informações que já possuímos e ainda, as inferências que são realizadas sobre este conjunto.

Dentro desta perspectiva, foram encontrados dois exemplos, que são brevemente descritos a seguir.

Exemplo 1 (Diamont,1989)

A proposta de Diamont & Hakkaart (Diamont,1989) reconhece, como ponto de partida para qualquer tipo de terapia cognitiva, o modelo de competência do paciente. Este modelo considera a estrutura geral de referência do comportamento da mente, os resultados de uma bateria de testes realizados com o paciente e um modelo teórico (Closed Circuit Approach). Este modelo teórico é derivado dos trabalhos de Luria (1963) e de Diller (1987)(in Diamont,1989), que segundo os autores, possuem discrepâncias entre a neurologia comportamental e a neuropsicologia clínica. Vários aspectos destas duas visões se complementam e sua integração, estabelece as etapas que são consideradas fundamentais no processamento de informação: formação do conceito, raciocínio e análise lógica.

Esta proposta, voltada para pacientes psiquiátricos, baseia-se, principalmente, na hierarquia e especificidade funcional e no princípio dos circuitos mentais envolvidos nas funções cognitivas, estimulando a integração do processamento da informação que ocorre entre os hemisférios esquerdo e direito. O modelo teórico associa as fases do processamento de informação (receptiva, fundamental, integrativa e de comunicação) a ações, que por sua vez, são relacionadas a funções cognitivas como percepção, atenção, memória, orientação espacial, raciocínio e reação verbal.

Para os autores o treinamento de funções cognitivas deve ser organizado primeiramente, no nível fundamental do processamento, que engloba vigília e

atenção/concentração/memória para, posteriormente, ascender a níveis que demandam funções mais elaboradas.

Exemplo 2 (Parenté,1996)

Outro modelo encontrado na literatura é o “Modelo Multimodal” de Parenté & Herrmann (Parenté,1996), que considera que o sistema psicológico é afetado por três classes de variáveis, sendo que a eficiência do processamento cognitivo depende da qualidade da interação entre estas classes, definidas como:

- Ativas: operações cognitivas que podem ser aprendidas;
- Passivas: não envolvem processamento mental ativo, mas exercem influências sobre a habilidade de pensamento e memória, como por exemplo, condições físicas, efeitos de substâncias químicas, estado emocional e motivacional, etc;
- Suporte: são externas ao cliente, incluem contribuições para a rede social, os aspectos ambientais e os equipamentos de apoio, que no caso podem ser computadores.

A conjunção destas três variáveis determinam o que é percebido, aprendido, retido e raciocinado. Neste modelo, as variáveis ativas operam diretamente no sistema sensorial, cognitivo e responsivo, representando o que a maioria dos terapeutas assumem como reabilitação cognitiva. No entanto, a influência das variáveis passivas deve ser observada, pois elas afetariam, por exemplo, o sistema sensorial ou responsivo.

Neste exemplo, mais voltado para diferentes tipos de danos cerebrais, os autores consideram as influências do estado físico e psicológico do paciente, além de adotar o apoio tecnológico e de parentes durante o processo de reabilitação. As estratégias de codificação da informação na memória de trabalho e de armazenamento na memória de longo prazo, encontram-se no centro desta abordagem.

Esta proposta considera que o tratamento não deve atuar somente nos aspectos do funcionamento cognitivo e parte do princípio que a reabilitação deve ser um processo holístico. De forma resumida, este modelo aborda o tratamento do paciente sob um ótica mais psicossocial, contando com apoio familiar e de equipamentos, enfatizando as interações entre o sistema cognitivo e a experiência social.

Já o modelo de Diamont & Hakkaart (Diamont,1989) trabalha mais com as funções cognitivas básicas, principalmente atenção e memória, sob a ótica do processamento de

informação em diferentes níveis de profundidade, contemplando aspectos mais comportamentais.

A partir destas duas propostas e do que foi apresentado nos capítulos anteriores, foi definido um modelo integrado para reabilitação cognitiva que considera o apoio computacional oferecido pela Realidade Virtual, a partir da visão de processamento de informação. Neste caso, o modelo associa características dos dois modelos anteriores, relacionando as funções cognitivas com níveis fisiológicos e de desempenho cognitivo, de acordo com cada uma das fases envolvidas no processamento de informação. Logo, partiu-se destas duas propostas, que consideram diferentes teorias e modelos consagrados, para a elaboração de um modelo (figura 5.2) que integra a utilização de recursos da RV à prática terapêutica de reabilitação cognitiva.

Este modelo engloba o nível de resposta mínimo ideal requerido do usuário, de maneira a apoiar os terapeutas na avaliação de desempenho do paciente em cada uma das fases do processo.

Nível de trocas de estímulo-resposta entre o ambiente virtual e o usuário	Nível de Desempenho	Funções Cognitivas	Fases	Principais Níveis Fisiológicos Associados
<p>Ambiente → Usuário</p> <p>Muitos estímulos simples ← Poucas respostas</p>	Receptivo	Alerta	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Entrada Sensorial</div>	Lobular Occipital, Temporal e Parietal
<p>→ Bastante estímulos mais específicos ← Poucas respostas mais refinadas</p>	Fundamental	Percepção, Concentração, Atenção	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Seleção de Estímulo</div>	Subcortical
<p>→ Poucos estímulos bem específicos ← Algumas respostas específicas</p>	Integrador	Memória, Orientação Espacial	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Processamento de Informação</div>	Cortical Frontal
<p>→ Poucos estímulos sofisticados ← Respostas bem sofisticadas</p>	Responsivo	Funções Executivas	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Ação</div>	Psicomotor

Figura 5.2: Proposta de modelo cognitivo

Esta proposta associa as funções cognitivas com níveis de desempenho cognitivo, considerando o fluxo mental envolvido em cada uma das fases do processamento da informação. No nível de desempenho receptivo, os estímulos gerados pelo ambiente são muitos, mas bem simples, não demandando respostas elaboradas. No nível de desempenho fundamental, a quantidade de estímulos diminui um pouco e as possíveis respostas geradas pelo usuário tendem a ser mais sofisticadas. Os estímulos fornecidos pelo ambiente no nível integrador são específicos para as funções associadas, sendo que, as respostas requerem a conjunção de alguns grupos de funções. Quando o ambiente gera estímulos no nível responsivo, o usuário deverá envolver circuitos cerebrais mais especializados, que por sua vez, geram respostas através de ações. Nesta proposta, a verificação do nível de comprometimento das funções cognitivas torna-se essencial para que o direcionamento do tratamento seja mais objetivo e para que a evolução do caso possa ser acompanhada. Procurou-se ainda, conjugar níveis de trocas entre o ambiente e os usuários, considerando a aprendizagem de habilidades que se encontram deficitárias, gerando capacidade.

A partir das questões abordadas neste trabalho, baseado no modelo de processo (figura 5.1) e no apoio teórico fornecido pelo modelo cognitivo (figura 5.2), a seguir será apresentada a definição do Ambiente Virtual Integrado para Reabilitação Cognitiva (AVIRC), as etapas envolvidas em seu desenvolvimento e os resultados de sua aplicação prática com um grupo de pacientes neuropsiquiátricos.

5.3. O Desenvolvimento do AVIRC

O processo de desenvolvimento do AVIRC inicia-se com o levantamento das características gerais, seguindo-se do detalhamento dos diferentes aspectos envolvidos no desenvolvimento deste tipo de ambiente (Costa,2000c).

5.3.1. Visão Geral do AVIRC

Esta etapa visa identificar e definir, de forma objetiva, as metas do ambiente e suas principais características.

5.3.1.1. Motivação

Em geral, as experiências do uso de RV na reabilitação cognitiva são direcionadas a um público alvo sendo que os ambientes criados possuem especificidades inerentes ao tipo

de deficiência, cerebral ou física, que se deseja recuperar. Com isto, atuam em funções cognitivas isoladas (Strickland,1996) ou integrando, principalmente, estímulos de atenção e memória (Rizzo,1997).

A busca de um ambiente que incorpore estímulos para as várias funções cognitivas de forma integrada, respeitando as interdependências de funções apresentadas na figura 3.2 e o processamento de informação envolvido no desempenho destas funções (figura 5.2) foram as principais motivações desta proposta. Deste modo, buscou-se um ambiente que pudesse ser utilizado para atuar em diferentes tipos de desordens cerebrais.

5.3.1.2. Objetivo do ambiente

Este ambiente tem como objetivo oferecer uma ferramenta interativa para apoiar a recuperação de habilidades cognitivas de pessoas com deficiências cerebrais variadas, explorando diferentes funcionalidades e visando oferecer oportunidades de encontros significativos com situações comuns da vida diária, através de recursos de RV e estratégias da neuropsicologia.

5.3.1.3. Arquitetura Funcional do AVIRC

Este ambiente será constituído de três módulos funcionais principais, como mostra a figura abaixo.

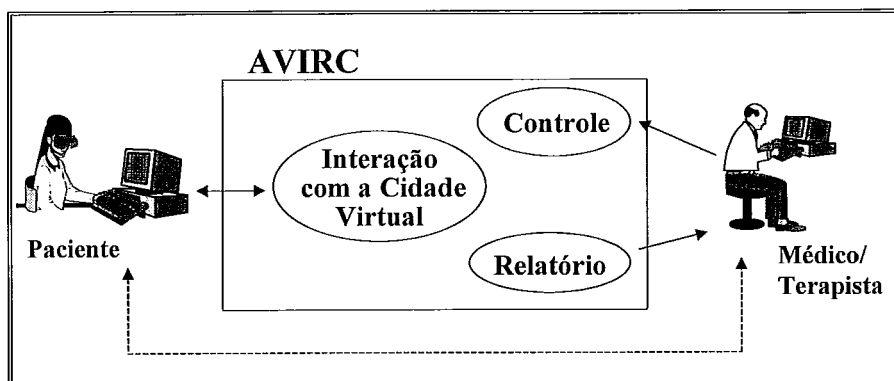


Figura 5.3: Arquitetura funcional do AVIRC

As funções de cada módulo são abaixo descritas.

- Controle: registra e controla o acesso dos usuários ao ambiente realizando as operações de inclusão e remoção de terapeutas/médicos e pacientes do cadastro do sistema;
- Interação com a cidade virtual: disponibiliza a navegação pelo ambiente, sendo responsável, também, pelo controle da oferta de tarefas e o armazenamento, em uma base de dados, do desempenho do paciente na realização destas tarefas;
- Relatório: fornece o resultado da navegação do paciente.

Existem questões associadas ao desenvolvimento de ambientes virtuais específicos para reabilitação cognitiva, que não são importantes em outros tipos de sistemas. Neste caso, este trabalho terá seu foco principal no desenvolvimento do módulo “Interação com a cidade virtual”, verificando na prática, estes aspectos teóricos e técnicos fundamentais para esta área.

A partir do modelo de processo de desenvolvimento proposto por Kirner & Martins (Kirner,1998), em seguida serão apresentadas as etapas envolvidas na criação do Ambiente Virtual Integrado para Reabilitação Cognitiva (AVIRC).

5.3.2. As Etapas do Processo de Desenvolvimento

A seguir, serão detalhadas as quatro etapas que compõem o modelo de desenvolvimento deste ambiente: definição de requisitos, projeto, implementação e avaliação.

5.3.2.1. Definição de Requisitos

Nesta fase são identificados e analisadas as principais características do produto desejado, ou seja, seu contexto, funcionalidade, usuários, etc.

➤ Definição dos usuários, tarefas e interações

Os usuários do ambiente são terapeutas/médicos e pessoas que sofreram algum tipo de dano cerebral, resultante de acidentes, doenças neurológicas, psicológicas ou psiquiátricas e que precisem recuperar as funções cognitivas básicas, através de procedimentos de reabilitação cognitiva.

Os terapeutas/médicos serão responsáveis por realizar o seu cadastro e dos pacientes, através do módulo de controle. Os pacientes cadastrados poderão acessar o módulo de

interação, tendo a possibilidade de navegar livremente pelo ambiente virtual e realizar tarefas que vão sendo propostas pelo sistema. Após a navegação dos pacientes, os resultados da navegação poderão ser obtidos em relatórios listados a partir do módulo de relatório, para que o médico/terapeuta possa analisar seu desempenho.

A princípio, as tarefas propostas neste ambiente estão associadas aos testes e procedimentos terapêuticos descritos no Capítulo 3, seções 3.3 e 3.4.

Seria interessante que esses pacientes fossem testados antes de usar o ambiente para que o grau e tipo das deficiências fossem identificados e que, em um segundo momento, pudesse ser verificada a evolução do caso através de novos testes.

A proposição de tarefas apoia-se no modelo cognitivo apresentado na seção 5.2, com os níveis de interação sendo propostos de maneira crescente, associados às fases e circuitos cerebrais envolvidos no processamento da informação. O ambiente irá explorar os recursos visuais e auditivos, sendo que o estilo de navegação usará a fundamentação da hipermídia, onde os objetos da cena remetem a novas situações e novas cenas.

Como visto na seção 4.1.7.1 os usuários vêm se sentindo mais confortáveis interagindo com o ambiente através da tela plana do computador. Considerando estes resultados, foram previstos dois momentos para a utilização do ambiente:

- 1º momento: os usuários explorarão a tela plana do computador (imersão subjetiva);
- 2º momento: será utilizado um óculos I-Glasses que permite algum grau de imersão (imersão espacial). Um rastreador de posição da cabeça será acoplado aos óculos, fazendo com que o ambiente reaja aos movimentos verticais e horizontais da cabeça do usuário.

➤ **Definição dos requisitos gerais**

Este ambiente apoia-se em pressupostos da neuropsicologia, psicologia, neurologia e privilegia a recuperação de funções cognitivas básicas, como atenção, percepção e memória, dentre outras e algumas funções mais elaboradas que dependem da integração das funções básicas: as funções executivas.

Neste caso, a possibilidade de plasticidade neuronal, apresentada no Capítulo 2, a identificação do nível de deficiência e estratégias de reabilitação cognitiva, apresentadas no Capítulo 3, os pressupostos educacionais, os aspectos técnicos envolvidos, as características

da tecnologia de RV, além do estudo de experiências de reabilitação cognitiva apoiada em ambientes virtuais abordadas no Capítulo 4, são considerados na construção deste ambiente.

O ambiente é concebido considerando-se aspectos pedagógicos de teorias consagradas: algumas das tarefas requisitadas ao paciente estão de acordo com a abordagem restauradora, com um enfoque mais comportamental; outras tarefas, reúnem demandas cognitivas mais sofisticadas, envolvendo a integração de funções, em uma abordagem mais funcional, ou seja, mais construtivista (Costa,1998). A figura 5.4 expõe de forma simplificada as principais características do ambiente, apoiando-se na estrutura de classificação descrita na seção 4.2.3.1.

Características	AVIRC
Abordagem terapêutica	Restauradora e funcional
Tipos de Desordens	Psicológica, psiquiátrica e neurológica
Possibilita	Transferência e generalização
Funções Cognitivas	Alerta, atenção, concentração, percepção, memória e funções executivas
Plataforma	PC Pentium III 450 com placa aceleradora gráfica
Modelo de Interação	1º momento: imersão subjetiva 2º momento: imersão espacial
Grau de Interação	1º momento: baixo 2º momento: médio/alto
Dispositivos de Interação	1º momento: tela plana do monitor 2º momento: óculos I-glasses com rastreador de movimentos.

Figura 5.4 : Descrição do AVIRC de acordo com as características da estrutura de classificação definida na seção 4.2.3.1.

As cenas apresentadas no ambiente são simples, motivando o usuário a aprender de forma amena e divertida, já que, como visto anteriormente, em termos de interface homem-máquina existem limites para a quantidade de informação que pode ser armazenada na memória de trabalho e o tempo que essa informação pode ficar aí guardada.

➤ **Definição dos requisitos específicos**

De maneira a tornar efetivo o processo de reabilitação, é preciso que o ambiente virtual espelhe situações vivenciadas pelo paciente em seu dia-a-dia. Desta forma, o

ambiente virtual é composto de uma praça cercada por ruas e vários tipos de construções: casas, lojas, pequenos prédios e supermercado que poderão ser livremente visitadas pelos pacientes.

Neste ambiente, o paciente poderá realizar diferentes tarefas, sempre associadas aos procedimentos terapêuticos utilizados para a reabilitação de funções específicas e visando oferecer oportunidades de transferência e generalização.

Para que a definição das características do ambiente ficassem claras e consistentes, optou-se por utilizar uma metodologia de modelagem de software. Neste caso, foram aplicadas algumas fases da UML (Unified Modeling Language) (Furlan,1998). Então, de acordo com a UML, a seguir são definidos os Casos de Uso da cidade virtual, representando uma primeira ordem de divisão de problema em seus componentes fundamentais.

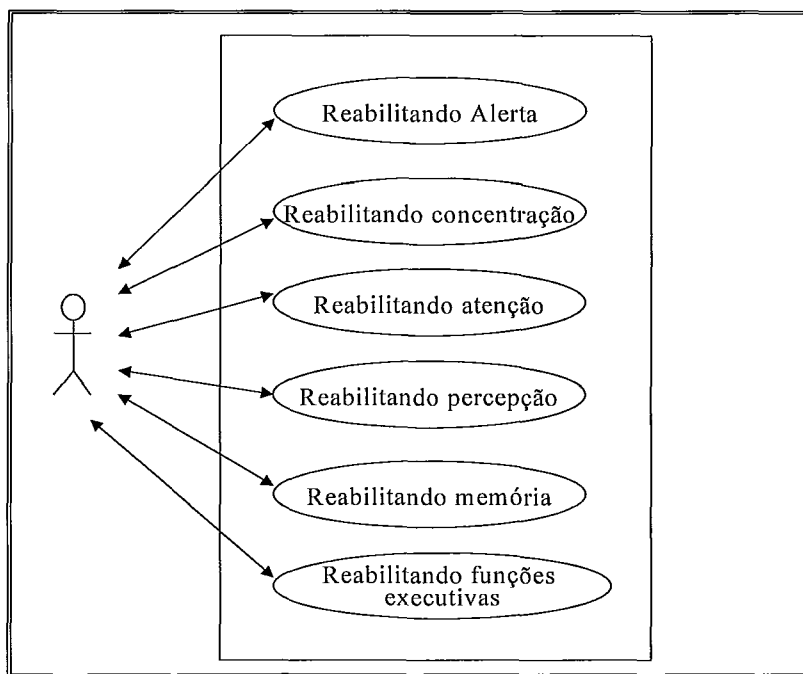


Figura 5.5: Casos de uso da interação com a cidade virtual.

Para uma melhor organização e visualização do ambiente, cada caso de uso será apresentado sob a forma de um cenário, em uma abordagem próxima àquela proposta por Andrade (Andrade,1999), que explora a construção de cenários para a interação entre usuários e o ambiente. Abaixo são descritas a aparência dos cenários, a função cognitiva associada e a tarefa geradora de estímulos que compõem o AVIRC.

De maneira a simplificar a apresentação e visualização deste quadro, as tarefas relacionam-se às funções cognitivas mais exigidas para resolvê-las.

Nomes dos Casos de Uso	Cenário Virtual	Descrição do Caso de Uso		
		Características do Ambiente	Tarefas	
Alerta	Sala de uma casa	Sala com muitos elementos de decoração: relógio, fotos, quadros, calendário, música ambiental	Perguntar a hora, a data, mandar ligar/desligar a música e a luminária.	
Percepção Concentração Atenção	Sala de música	Ambiente limpo, sem elementos distratores contendo um piano com teclas coloridas	Ver e ouvir uma seqüência de notas musicais associadas a teclas coloridas e repeti-la.	
	Sala de uma casa	Sala contendo fotos de pessoas da família	Identificar e dizer o nome das pessoas reconhecidas nas fotos.	
	Ambiente externo	Na rua estão parados diferentes carros	Clicar no carro de uma cor específica, a partir de pedidos orais.	
	Ludoteca	Montar quebra-cabeças	Ambiente de uma sala repleta de livros e jogos.	Folhear livro contendo fotos e alternar tarefas que pedem que sejam apontados aqueles com olhos verdes, depois os de cabelo escuro, os altos, etc.
			Resolver diferentes quebra-cabeças.	
Ambiente externo	Na rua estão caminhando várias pessoas	Mostrar cartões com fotos de pessoas e pedir para identificar aquelas que já tenham sido vistas.		
Memória e Orientação Espacial	Ambiente externo	A rua contém um orelhão e vários elementos decorativos e de sinalização de trânsito	Digitar um número de telefone a partir de pedidos orais e escritos.	
			Mandar ir a um lugar e dar pistas para chegar até lá.	
			Seguir indicações para chegar em algum lugar, mas sem declaração de pistas.	
Loja de decoração	Ambiente contendo móveis	O paciente deve escolher o móvel cujo valor não ultrapasse a quantia em dinheiro que ele recebeu previamente.		
Funções Executivas	Supermercado	Corredores de um supermercado	Comprar uma lista de itens, pedidos por escrito ou oralmente.	
	Ambiente externo	Vitrine de duas lojas	Escolher um item que esteja mais barato entre as duas lojas concorrentes. Fazer pagamentos e receber o troco.	

Figura 5.6: Descrição da aparência e tarefas do Ambiente Virtual para Reabilitação Cognitiva (Costa,1999)

5.3.2.2. Projeto

Nesta fase são definidas as tecnologias computacionais usadas na implementação do ambiente.

➤ Definição das tecnologias de entrada, saída e de armazenamento

A princípio, a abrangência do ambiente nos faz evitar, em um primeiro momento, o uso de dispositivos mais sofisticados de imersão, já que ainda não se sabe como pacientes com distúrbios mentais e em especial, aqueles com problemas psiquiátricos, reagem a este tipo de equipamento.

Neste caso, em um primeiro momento, utilizaremos a tela plana do monitor e o *mouse*, facilitando a interação de pacientes, portadores de diferentes tipos de deficiências, com o ambiente. Em um segundo estágio, será utilizado os óculos I-glasses (Figura 5.7) com um rastreador de movimentos da cabeça. Este equipamento possibilita que o ambiente reaja aos movimentos verticais e horizontais da cabeça do usuário.

Os óculos I-Glasses possuem visores de cristal líquido de 0,7'', com entrada no padrão NTSC e foco de visão de 30° para cada olho. Os fones permitem a reprodução de som estéreo 3D.

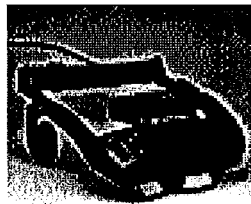


Figura 5.7: Modelo de óculos I-glasses utilizado na experiência

Entretanto, a imersão será limitada, pois a linguagem de programação adotada para o desenvolvimento do ambiente não suporta a estereoscopia das cenas, já que seu uso é específico para a Web.

O sistema armazena as informações resultantes das interações em um banco de dados com a seguinte estrutura: nome do terapeuta/médico, nome do paciente, data da sessão,

listagem de atividades realizadas e resultados, com os respectivos horários. Sua modelagem de entidades e relacionamentos é apresentada a seguir.

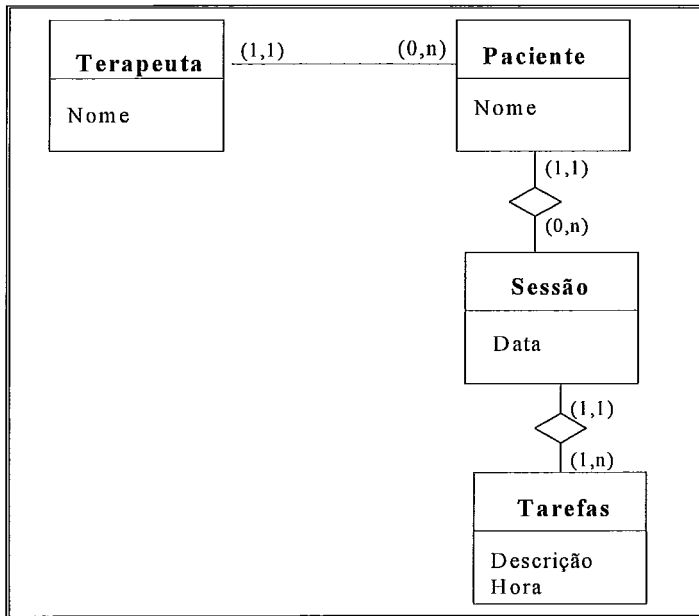


Figura 5.8: Modelagem de entidades e relacionamentos dos dados gerados no ambiente

Um médico/terapeuta cadastra seus pacientes que realizam n sessões, nas quais desenvolvem diferentes tarefas. O armazenamento das tarefas registra a hora e a resposta dada pelo paciente.

➤ Definição das tecnologias de software e hardware

A prática médica apoia-se, cada vez mais, em recursos tecnológicos, utilizados de forma ampla em várias especialidades clínicas. Neste sentido, percebe-se a crescente disseminação de novas tecnologias em hospitais e clínicas. Entretanto, as cidades afastadas dos grandes centros urbanos continuam a carecer de profissionais especializados e equipamentos mais sofisticados. O acesso a ambientes virtuais através da rede contribuiria para projetar novas abordagens terapêuticas a lugares onde as dificuldades econômicas não permitam a reprodução dos ambientes reais, necessários para o tratamento de diferentes tipos de deficiências.

No âmbito das aplicações de RV que possuem interação com o usuário, a maioria dos ambientes descritos, dentre as quais (Kiner,1998), (Martins,1999) e (Riva,1997b),

utiliza uma biblioteca de mais de 1000 funções em linguagem C, denominada WorldToolkit. Este software utiliza os conceitos de orientação a objeto organizada através de classes: universo, geometria, pontos de vista, sensores, etc.

Contudo, como o nosso ambiente poderá ser disponibilizado na Internet, a linguagem VRML (Virtual Reality Modeling Language) é a mais específica. A VRML é uma linguagem independente de plataforma e seu código é um texto, que descreve o ambiente e os eventos associados. Este código é interpretado pelos navegadores mais comuns. A partir de uma ligação, o navegador carrega o arquivo texto contendo a descrição do ambiente, monta as cenas e aplica as texturas.

A visualização e a interpretação de novos formatos de mídia nos navegadores mais comuns, exige o apoio de um *plug-in*. Segundo Orgambide et al.(Organbide,1999) para contornar o problema de realizar constantes modificações nos navegadores, devido a mudanças nos formatos de mídia, foi adotada a filosofia de manter os navegadores e desenvolver programas específicos associados a cada tipo de arquivo. Estes programas não fazem parte do corpo principal do navegador, sendo chamado quando um arquivo não pode ser interpretado como HTML. Dentre os *plug-in* mais comuns para VRML, encontram-se o *CosmoPlayer 2.1* (Cosmo,2000), o *WorldView2* (World,2000) e o *Cortona* (Cortona,2000).

A busca de ferramentas que possam apoiar a implementação deste ambiente tem explorado diferentes possibilidades para a construção de ambientes 3D, através da linguagem VRML e integrando-os através de hiperlinks. A princípio, foram testados os software *3DStudio* para a construção de alguns objetos e *VRCreator* para integrar os objetos na cena. Entretanto, estas ferramentas se mostraram inadequadas para a construção de um ambiente do porte do AVIRC, pois a manipulação e integração dos objetos na cena é complexa e demorada. Intensas buscas nos levaram a conhecer o software *Internet Space Builder* (ISB) da empresa Parallelgraphics, um produto robusto que proporciona facilidades de programação e manipulação direta dos objetos.

O ISB disponibiliza um espaço para a construção de objetos 3D, pois possui primitivas para a criação dos objetos 3D básicos, como cubos, esferas, cones, etc. Estes elementos podem ser sobrepostos, cortados ampliados ou diminuídos, facilitando a construção de objetos mais complexos. Além disso, a ferramenta possui uma vasta coleção de imagens e texturas que podem ser aplicadas a estes objetos (Figura 5.9).

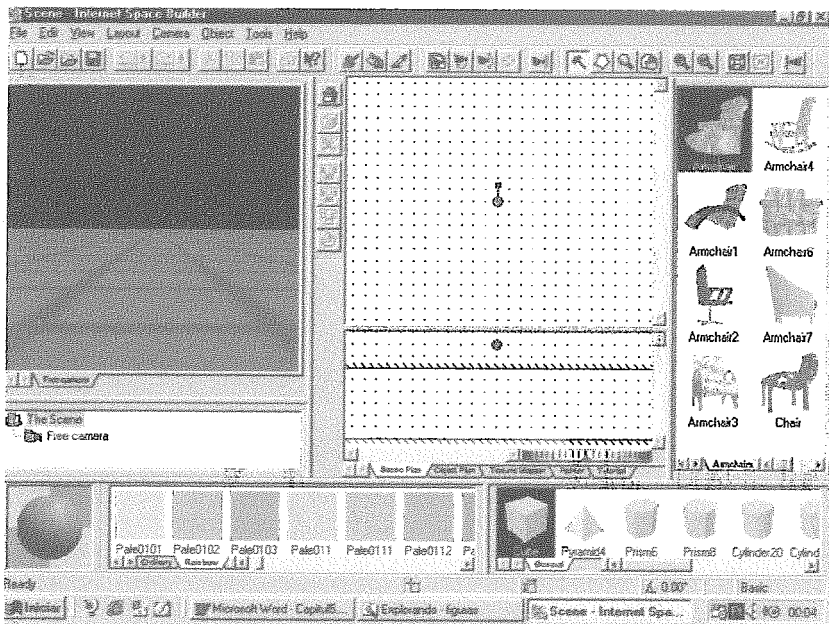


Figura 5.9: Visão da interface do ISB

Para a programação das interações foi testado o *Internet Scene Assembler* (ISA) (Figura 5.10), da mesma companhia, que oferece várias rotinas de interações e animações já prontas, explorando a linguagem JavaScript. A possibilidade de integrar janelas de comunicação construídas em JavaScript, foi o fator decisivo na escolha deste produto.

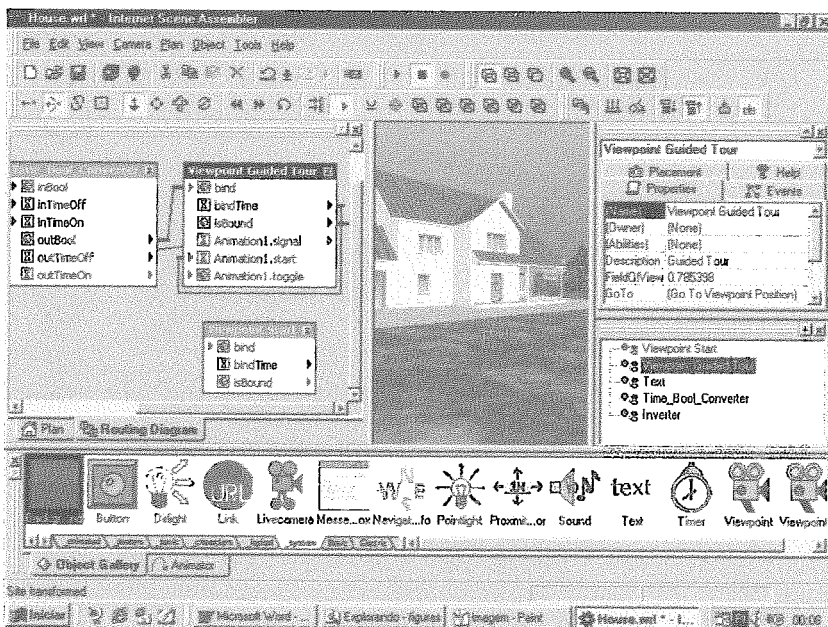


Figura 5.10: Visão da interface do ISA

A plataforma irá apoiar-se no potencial de um PC Pentium III, 450 MHz, placa aceleradora gráfica com saída NTSC para conectar os óculos e sistema operacional Windows.

Por uma questão de compatibilidade, adotaremos o *plugin Cortona*, que é da mesma empresa dos software de autoria que estamos utilizando.

➤ **Modelagem dos objetos comportamentos e interações**

Como definido anteriormente, a modelagem dos objetos da cena será feita com o software ISB. Durante a navegação, alguns dos objetos da cena poderão ser manipulados livremente, mas só alguns terão comportamentos ou iniciarão um processo interativo, através da proposição das tarefas a serem realizadas pelo usuário.

De acordo com Gimenez & Kirner (Gimenez,1997) um modo eficiente de se especificar um ambiente virtual é defini-lo em função de seus objetos, detalhando suas propriedades e eventos. Neste caso, as funcionalidades dos objetos são especificadas, de maneira bem sintética, sob o enfoque de orientação a objetos proposta pela UML.

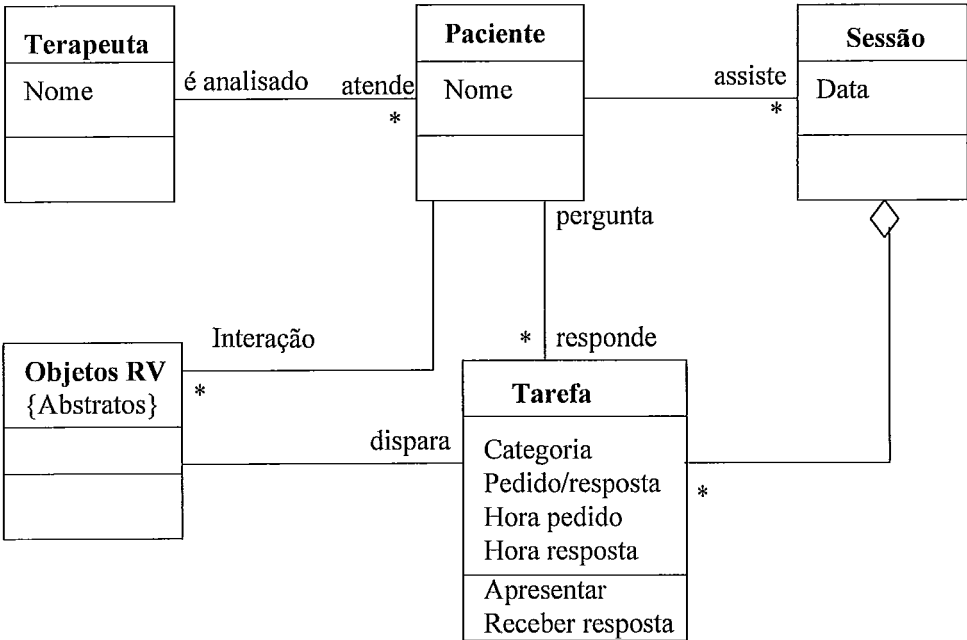


Figura 5.11: Modelagem de classes e objetos do AVIRC

5.3.2.3. Implementação

Nessa etapa, é desenvolvida a programação do ambiente.

➤ Definição e preparação das imagens, dos objetos e sons

Algumas imagens e objetos que formam a cidade foram obtidos a partir da biblioteca de objetos e texturas da ferramenta ISB (Internet Space Builder), outros componentes das cenas foram criados através da própria ferramenta, no módulo de construção de objetos. Estes novos elementos podem ser guardados nas bibliotecas da ferramenta, para uso futuro.

As mensagens sonoras e músicas foram definidas e gravadas usando o formato WAVE, por ser o padrão da ferramenta.

A foto que compõe uma das cenas foi scaneada e transformada em textura, para ser aplicada no quadro.

Nesta etapa foram definidas as animações e as janelas que foram programadas em Javascript. Estas janelas estabelecem um diálogo com o usuário, sempre estimulando a realização de alguma tarefa (figura 5.12).

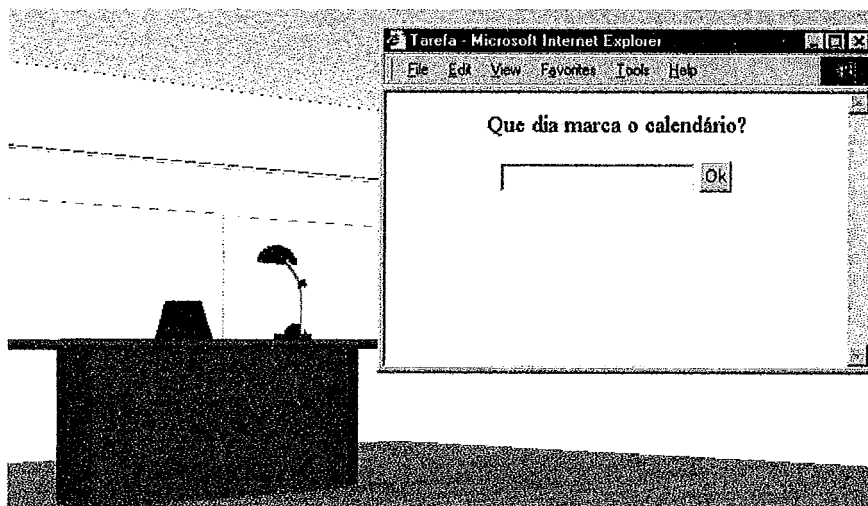


Figura 5.12: Apresentação de uma cena com uma janela Javascript

➤ Construção do ambiente virtual

Nesta etapa os objetos foram incorporados à cena principal, assim como os pontos de luz, câmeras, animações e os módulos de interação.

Iniciou-se a construção do ambiente, testando a ocorrência de falhas a partir da implementação de uma parte da cena. Deste modo, os possíveis problemas puderam ser corrigidos mais rapidamente e a experiência adquirida pode ser explorada na construção do restante do ambiente.

A princípio, no ISB foi criada uma base quadrada, sobre a qual foram sendo colocados os componentes da cena: ruas, praças, casas, postes, plantas, etc. Em seguida, foram inseridos os móveis e utensílios. Inseriu-se um “background”, ou seja, o fundo temático que envolve a cena.

As animações e mensagens sonoras foram implementadas no módulo de programação do “Diagrama de Rotinas” da ferramenta ISA. Este espaço disponibiliza a programação gráfica dos eventos associados aos objetos.

As janelas programadas em JavaScript foram ligadas através do “Diagrama de rotinas” e da definição de seus parâmetros no espaço de programação das propriedades do objeto.

Neste contexto, ressaltamos a importância das ferramentas de autoria para a criação de ambientes virtuais na linguagem VRML. Seu valor pode ser dimensionado a partir da verificação da extensão dos comandos nesta linguagem: o AVIRC possui mais de 1700 páginas de código.

Abaixo são apresentadas algumas cenas do ambiente.

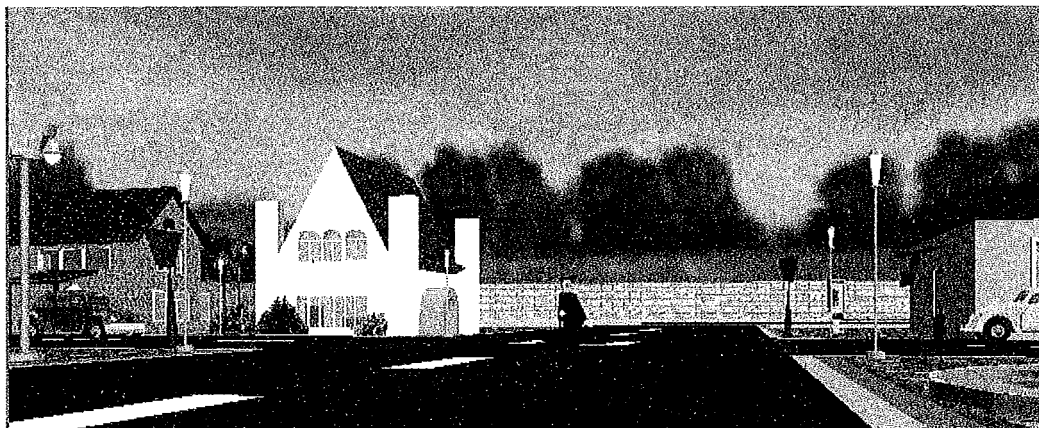


Figura 5.13: Vista Parcial da Cidade

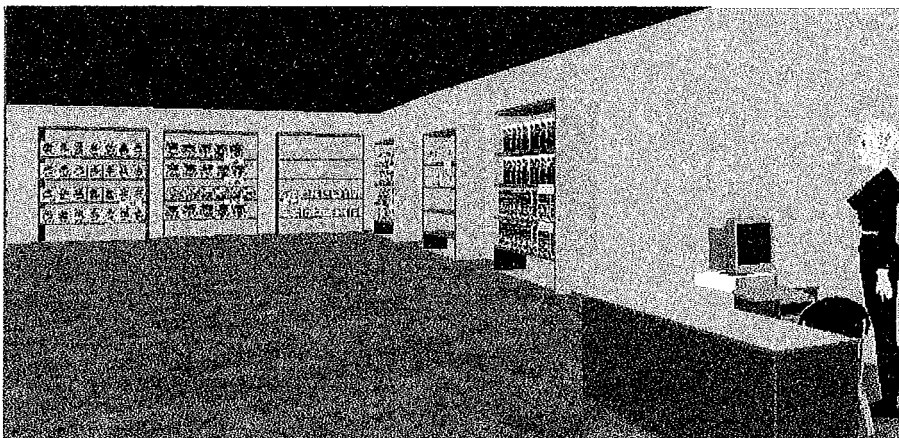


Figura 5.14: Vista parcial do interior do supermercado

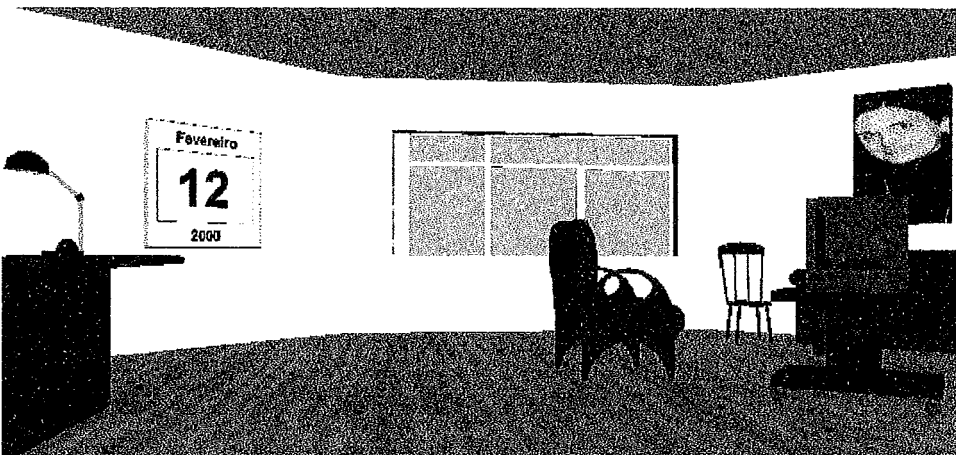


Figura 5.15: Vista da sala de alerta contendo o calendário, luminária e a foto de alguém familiar para o paciente

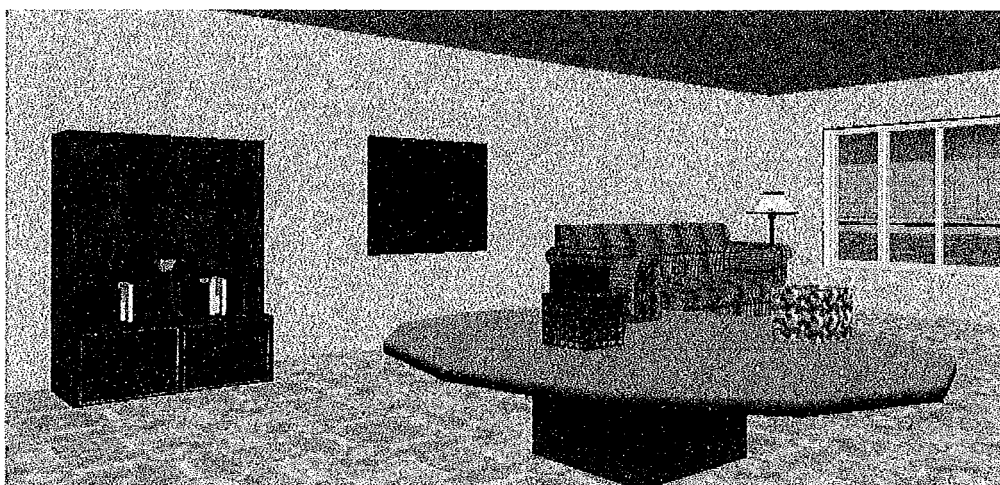


Figura 5.16: Interior da sala de jogos, já com um dos desenhos, realizado por um paciente na primeira etapa, pregado na parede

A Figura 5.15 mostra a cena associada à função de Alerta, onde o paciente pode ligar/desligar a luminária clicando no botão marron. A cena mostra ainda uma foto que pode ser usada para as tarefas associadas às funções de Percepção/Concentração/Atenção, além do calendário associado as tarefas propostas na figura 5.12.

No caso específico da cena apresentada na Figura 5.16, se o paciente clicar nos livros, se abre uma janela com um poema. Se ele preferir clicar nas caixas que estão em cima da mesa, aparecem jogos (Figura 5.17). A possibilidade da ferramenta de autoria apoiar este tipo de interação, abre perspectivas de inclusão de diferentes tipos de ligações, como *sites*, jornais eletrônicos, revistas eletrônicas, etc.

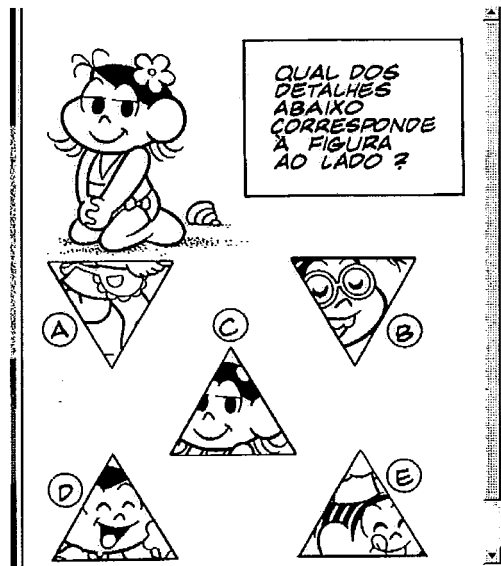


Figura 5.17: Exemplo de um dos jogos propostos pelo ambiente

Nesta fase, percebeu-se que não seria possível realizar a integração do sensor de movimentos da cabeça aos óculos I-Glasses. Este sensor foi importado dos EUA, por indicação de professores que já haviam realizado a mesma compra. Contudo, o exportador mandou um modelo ligeiramente diferente e sem informações técnicas. Com isto o *drive* de comunicação entre os óculos e o sensor não funcionou.

5.3.2.4. Avaliação

A avaliação do protótipo fornecerá informações sobre o desempenho do sistema, seu potencial de uso e o valor para a área de aplicação. Os resultados obtidos podem ser usados

para retornar a primeira etapa do desenvolvimento do produto, tornando a construção do produto em um processo iterativo de desenvolvimento de ambientes virtuais.

➤ **Avaliação de desempenho**

Este item envolve a avaliação do desempenho do ambiente em relação aos tempos de resposta dadas para cada interação e da construção das cenas durante a navegação.

A princípio a placa aceleradora gráfica tem permitido uma boa taxa de montagem (renderização) e de apresentação das cenas. Entretanto, apesar do bom desempenho da placa, quando se olha com atenção o piso preto da rua, percebe-se a integração de “quadrados”, em tons cinza. A utilização de uma placa mais potente poderia amenizar este problema.

Apesar das grandes discrepâncias de tempos no desempenho de quatro *plug-ins* avaliados em Orgambide et al. (Orgambide,1999), o *Cortona* (Parallelgraphics) vem mostrando um bom desempenho, satisfazendo as expectativas de uso do ambiente.

➤ **Avaliação da usabilidade e do valor da aplicação**

Apesar deste ambiente ter sido definido para ser utilizado em diferentes tipos de deficiências cognitivas, originadas tanto de causas neurológicas quanto psiquiátricas, a usabilidade e o valor da aplicação serão avaliadas a partir da testagem do ambiente com pacientes com esquizofrenia.

5.3.2.4.1. O Experimento

☆Objetivo

Este experimento é direcionado, principalmente, no sentido de verificar se pacientes neuropsiquiátricos aceitam a tecnologia da Realidade Virtual e se sentem motivados a trabalhar com o computador. As questões a serem analisadas a partir das experiências relatadas, centram-se sobre a possibilidade de perceber se os pacientes aceitam o trabalho com o computador e encontram-se motivados; se aceitam o equipamento imersivo; se há interesse em cumprir as tarefas propostas e o nível de cumprimento destas tarefas.

☆ Contexto

A etapa de avaliação congregou várias atividades e contatos pessoais, envolvendo, principalmente, muitas questões burocráticas e políticas.

A testagem deste ambiente com pacientes neuropsiquiátricos exigiu o cumprimento de várias exigências legais em relação a realização de experimentos com seres humanos. Primeiramente, foi preciso contatar hospitais psiquiátricos para verificar se estavam interessados em participar deste estudo. Um hospital municipal da cidade do Rio de Janeiro se mostrou receptivo a esta pesquisa.

Entretanto, para iniciar os testes, foi preciso apresentar um projeto que estivesse de acordo com a “Resolução nº 196/96 sobre pesquisas envolvendo seres humanos” do Conselho Nacional de Saúde, decreto nº 93933 de 14 de janeiro de 1987. Esta Resolução incorpora, sob a ótica do indivíduo e das coletividades, os quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, visando assegurar os deveres e direitos que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado. Do projeto deveria constar um Termo de Responsabilidade do pesquisador responsável e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para o paciente, incluindo todos os artigos constantes da norma. Este material encontra-se no Anexo 3.

Quando o projeto foi aprovado pela comissão de ética e pela diretoria do hospital, os diferentes centros e grupos de trabalho foram contatados para que tomassem conhecimento do projeto e indicassem os pacientes. Houve reuniões com três grupos que desenvolvem diferentes atividades terapêuticas que, por sua vez, se mostraram reticentes em relação à pesquisa a ser desenvolvida. Com isto, foram indicados somente três pacientes que participavam de atividades terapêuticas e artísticas nos grupos acima mencionados. Um paciente externo ao hospital foi incorporado ao grupo inicial, por se enquadrar no tipo de doença abordada neste estudo e por ter mostrado interesse na pesquisa.

Todo o equipamento necessário para a testagem foi transferido para uma sala de um dos centros terapêuticos do hospital.

☆ Metodologia

Como visto na seção 5.3.2.1., o trabalho com os pacientes foi dividido em três etapas: ambientação com a tecnologia, uso do ambiente na tela plana do computador e experiência

com os óculos I-glasses. Os aspectos éticos, discutidos na seção 4.2.4 foram considerados em todas as etapas da experiência prática com o ambiente.

Os instrumentos de avaliação serão questionários e a observação direta. De acordo com Roussos (Roussos,1997b), a observação é um dos mais importantes métodos para a avaliação de um ambiente virtual, pois permite o exame da estratégia de exploração adotada pelos usuários. A observação direta irá verificar a realização das tarefas, o interesse em realizá-las, as dificuldades e os erros mais comuns.

Os questionários, aplicados antes e depois da experiência com o ambiente, visam perceber o nível de aceitação da tecnologia, a motivação dos usuários e a ocorrência de algum mal-estar no uso dos equipamentos.

Antes da primeira experiência, cada paciente teve que assinar o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”.

Na primeira sessão, as perguntas visavam fazer um levantamento de aspectos pessoais e da doença. Nas outras sessões, as perguntas antes da experiência visavam levantar como estavam se sentindo e o nível de interesse em participar na testagem naquele dia. As questões respondidas após a experiência fornecem a opinião dos usuários sobre o ambiente e a motivação em continuar participando da pesquisa. O questionário após a última sessão, que utiliza os óculos I-glasses, compara o uso da tela plana e com o uso dos óculos e pede uma opinião mais geral sobre toda a experiência com o ambiente (Anexo 2).

☆A Amostra

A pesquisa avaliou três homens e uma mulher. Seus dados encontram-se descritos na figura abaixo.

	1º paciente	2º paciente	3º paciente	4º paciente
Sexo	M	M	M	F
Idade	37 anos	41 anos	46 anos	57 anos
Idade da primeira crise	29 anos	21 anos	28 anos	27 anos

Figura 5.18: Dados pessoais dos pacientes

O segundo, terceiro e quarto pacientes têm a esquizofrenia diagnosticada de acordo com o DSM IV, sendo que o terceiro faz uso de álcool e drogas. O primeiro paciente tem transtorno de humor. Todos tomam medicamentos e estão compensados.

Três pacientes terminaram a experiência e aquele que faz uso de drogas não participou da última etapa.

Uma restrição desta pesquisa foi a impossibilidade de realizar testes neuropsicológicos antes da experiência com o ambiente, para determinar as possíveis deficiências cognitivas de cada um dos pacientes.

☆ Resultados

Devido ao pequeno número de pacientes avaliados, qualquer tratamento estatístico não seria significativo, logo, optou-se por apresentar as respostas individuais dos pacientes, para em seguida, comentá-las, verificando as questões de usabilidade e valor da aplicação.

Os pacientes participaram da 1ª etapa utilizando o software *PaintBrush* do Windows98. Mesmo aqueles que já possuíam alguma experiência anterior com o computador, gostaram de fazer desenhos. Após a 1ª etapa, todos responderam que esperavam voltar a usar o computador outras vezes.

Quando eles chegaram para a 2ª etapa, estes desenhos podiam ser vistos em uma das casas que compõe a cidade (Figura 5.16). A visualização destes desenhos na cena causava espanto e ao mesmo tempo, alegria.

Na 2ª etapa, estes pacientes já podiam controlar o *mouse* de forma satisfatória. Abaixo, apresentamos os resultados dos questionários com as impressões sobre a experiência com a tela plana.

Questões	1º paciente	2º paciente	3º paciente	4º paciente
Gostou da experiência ?	Muito	Muito	Muito	Muito
O que você mais gostou de fazer ?	Tarefas	Navegar	Tarefas	Tarefas
Espera poder voltar a navegar nesta cidade ?	Sim	Sim	Sim	Talvez
O que achou das tarefas propostas ?	Fáceis	Fáceis	Fáceis	Fáceis
A experiência neste ambiente se parece com a vida real ?	Mais-ou-menos	Sim	Mais-ou-menos	Sim
Se sentiu perdido ?	Não	Sim	Não	Não
As imagens são:	Bonitas	Bonitas	Bonitas	Bonitas
O tamanho dos objetos está adequado ?	Sim	Sim	Não	Não
Estranhou algum objeto da cena ?	Sim	Alguns	Sim	Alguns

Figura 5.19: Resultado do questionário aplicado após a 2ª etapa

Apesar do entusiasmo demonstrado durante a navegação no ambiente, os pacientes ressaltaram que o ambiente não se parecia totalmente com a vida real, pois a cidade era muito limpa, diferente do Rio de Janeiro e muito bonita para ser realidade, se parecendo com cidades de filmes americanos.

Alguns objetos da cena não podiam ser identificados de grandes distâncias e isto incomodou alguns dos pacientes, que tinham que se aproximar para identificá-los.

De acordo com as respostas dos pacientes, o ambiente possui uma interface agradável, não sendo constatadas maiores dificuldades para a navegação.

Na análise das respostas percebe-se que os pacientes gostaram muito da experiência com o ambiente e que a realização das tarefas foi a atividade preferida.

O cumprimento das tarefas foi avaliado a partir da observação direta, verificando-se o interesse em realizá-las. Devido ao nível básico das tarefas propostas e ao bom equilíbrio mental das pessoas testadas, não observou-se nenhuma dificuldade para a resolução dos problemas propostos, havendo um alto interesse em acertar sempre.

Este resultado corrobora a colocação de Stuart (Stuart,1996) que considera que se os usuários gostam de usar um AV, eles devem estar mais motivados a gastar tempo com ele. Neste caso, a realização de tarefas em um ambiente deve resultar em aprendizagem e desenvolvimento de maiores habilidades.

Sob um ponto de vista mais amplo, a análise destas respostas e as observações realizadas indicam que os pacientes aceitaram bem o ambiente virtual na tela plana e se sentem motivados a continuar a experiência.

Antes da etapa do uso dos óculos, um dos pacientes se disse triste e não compareceu ao encontro. Entretanto, se preocupou em nos contatar novamente e marcar nova data. Contudo, o 3º paciente não participou da 3ª etapa, pois não compareceu ao encontro, não sendo possível localizá-lo novamente. Estes comportamentos estão de acordo com as características da doença.

A seguir são apresentadas as impressões sobre a experiência com os óculos I-Glasses.

Questões	1º paciente	2º paciente	3º paciente	4º paciente
Tempo de permanência com os óculos	20 min.	10 min.	-	10 min.
Gostou ?	Muito	Sim	-	Sim
Quer usar de novo ?	Sim	Sim	-	Não
Ouviu bem os sons ?	Sim	Sim	-	Sim
Foi possível identificar os objetos da cena ?	Sim	Sim	-	Sim
Sentiu-se mal durante ou após a experiência imersiva ?	Não	Não	-	Não

Figura 5.20: Resultado do questionário aplicado após a 3ª etapa

As respostas obtidas a partir do uso dos óculos foram bastante positivas. Apesar de na fase anterior os pacientes terem reclamado um pouco do tamanho dos objetos da cidade, nesta fase todos disseram ser possível identifica-los. Talvez isto se deva ao conhecimento que os pacientes já tinham sobre os elementos que compõem as cenas.

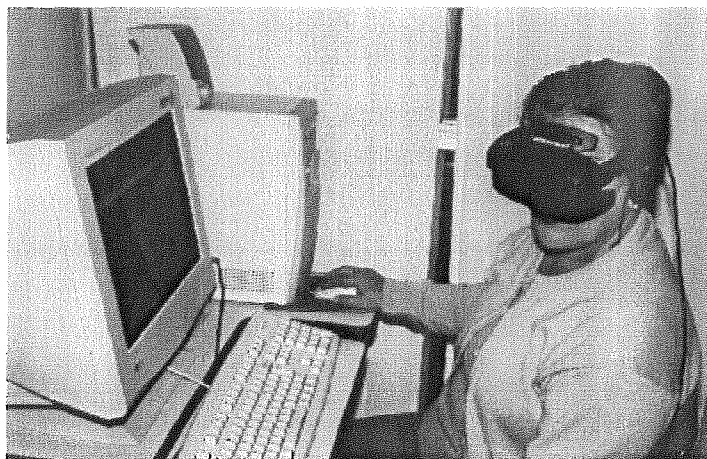


Figura 5.21: Paciente experimentando o ambiente com o equipamento imersivo

O equipamento imersivo foi bem aceito e não foi assinalado nenhum tipo de problema físico ou emocional após ou durante o uso dos óculos. Perguntados se sentiram algum tipo de mal-estar, todos afirmaram que a experiência foi boa e que se sentiram bem durante todo o tempo.

Sobre a escolha da modalidade de equipamento para apresentação das cenas, verificou-se que, dos três pacientes que seguiram até a terceira fase, dois disseram que preferiam os óculos e um paciente preferiu a tela plana. A divisão de opiniões sobre este tema reflete o que foi discutido na seção 4.1.7.1: não existe unanimidade nas opções de visualização das cenas.

De acordo com Greef & Ijelsteinf (Greef,2000), a usabilidade para o tratamento de distúrbios psiquiátricos pode ser medida através dos aspectos técnicos, ocorrência de problemas físicos ou emocionais e da orientação dos pacientes durante a navegação. A seguir os resultados da pesquisa são listados, relacionando-os com os itens propostos pelos autores acima citados:

- Aspectos Técnicos
 - Não foi preciso muito tempo para ensinar o manuseio do mouse para controlar a navegação;
 - Todos gostaram da interface e aprenderam a usá-la rapidamente;
 - Nenhum paciente relatou problemas de saúde.
- Orientação
 - Todos se mostravam interessados em conhecer todos os prédios da cena e o fizeram sem maiores problemas.
- Afetivas
 - O ambiente foi capaz de capturar a atenção dos pacientes, sendo assinalada uma leve preferência pela experiência imersiva;
 - Dois pacientes se mostraram muito interessados em utilizar o ambiente novamente.

O valor da aplicação para a reabilitação cognitiva deste tipo de pacientes exige uma avaliação mais longa e aprofundada, com a realização de testes neuropsicológicos. No entanto, uma questão importante a ser considerada antes de verificar-se o valor deste ambiente para a reabilitação cognitiva de pacientes com esquizofrenia, relaciona-se ao seu potencial de uso. No caso da utilização deste ambiente com pacientes com esquizofrenia, a conjunção dos resultados obtidos indica que a usabilidade pode ser considerada como positiva.

Tal como foi verificado por Burda et al. (Burda,1994), as observações realizadas e os resultados dos questionários sugerem que os pacientes psiquiátricos gostam de trabalhar com os computadores e são muito receptivos para todas as tarefas oferecidas a eles.

Finalizando a análise dos resultados da avaliação do ambiente, julgamos interessante ressaltar alguns aspectos comentados pelos pacientes durante as experiências e que podem servir para melhorar as futuras versões do ambiente:

- Tamanho dos itens do supermercado poderia ser maior;
- Fundo da cena deveria ser de uma cidade verdadeira;
- Quando se clica no carro amarelo, deveríamos embarcar nele;
- As músicas poderiam ser mais variadas;

- A fisionomia do guarda é muito antipática.

A partir dos resultados desta experiência com pacientes com esquizofrenia, será analisada a hipótese levantada neste trabalho.

5.4 Análise das Hipóteses

Nesta sessão, será observado se os resultados da pesquisa fornecem indícios da validade das afirmações da hipótese geral.

Apesar do pequeno tamanho da amostra e do pequeno número de sessões com o computador, durante as três etapas verificamos se os pacientes aceitam e se sentem motivados a trabalhar com o computador (Costa,2000b).

A figura abaixo apresenta um resumo das questões-chave para a verificação da hipótese geral.

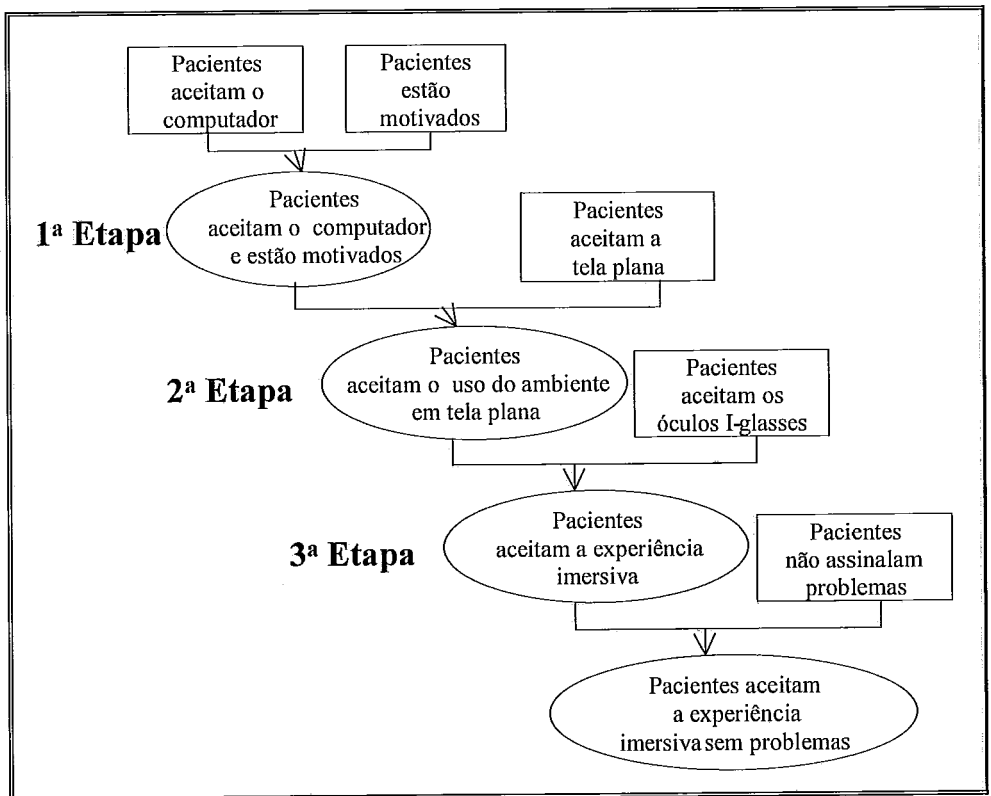


Figura 5.22: Questões-chave avaliadas em cada etapa da experiência

A seguir, serão verificadas as questões relacionadas à avaliação das hipóteses.

		1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa
Uso do computador e do Ambiente Virtual	Tem Curiosidade ?	Sim (4)	Sim (4)	Sim (3)
	Gostou ?	Sim (4)	Sim (4)	Sim (3)
	Espera voltar ?	Sim (4)	Sim (4)	Sim (2) Não (1)
	Pensou em faltar ?	-	Sim (1) Não (3)	Sim (1) Não (2)

Figura 5.23: Lista de respostas fornecidas pelos usuários após cada etapa

Segundo Roussos (Roussos,1997b), o conceito de motivação tem um importante papel na aprendizagem. Se um usuário se sente motivado a usar um ambiente, com certeza ele estará mais aberto ao conhecimento.

Através da análise das figuras 5.19, 5.20, e 5.23, percebe-se que os pacientes aceitaram o trabalho com o computador em todas as fases. Através da observação direta percebeu-se que os óculos provocaram um grande entusiasmo e houve demonstrações explícitas de desejo de utilizar os óculos novamente.

Retomando as hipóteses tecidas no Capítulo 1 e conjugando-as com os resultados obtidos nesta experiência, podemos considerar que:

- ✓ Os pacientes tiveram uma boa aceitação do trabalho com o computador;
- ✓ Eles demonstraram um bom nível de motivação para usar a máquina;
- ✓ O equipamento de imersão foi bem aceito;
- ✓ Não houve problemas com o uso do equipamento imersivo;
- ✓ O nível de interesse em cumprir as tarefas foi alto, tendo sido resolvidas sem maiores problemas, já que eram bem simples.

A partir destes resultados, podemos considerar que o computador foi aceito por pacientes psiquiátricos e motivou-os a participar desta experiência. Em suma, podemos considerar que os resultados verificados neste estudo apoiam a hipótese inicial. Entretanto, pesquisas mais profundas são necessárias visando determinar os ganhos obtidos com o uso da RV. Explorações empíricas da generalização das atividades realizadas no ambiente virtual devem ser realizadas para que se verifique a capacidade de generalização das atividades propostas.

Acredita-se que os resultados iniciais obtidos neste estudo indicam que as terapias neuropsicológicas através da RV possuem potencial para se tornarem uma potente e excitante ferramenta para o tratamento de pacientes psiquiátricos.

5.5. Comentários Finais

Este capítulo apresentou o processo de desenvolvimento de um ambiente virtual para a reabilitação cognitiva de pacientes com diferentes tipos de distúrbios cerebrais.

O Modelo Cognitivo proposto a partir do modelo de processamento da informação, apoiou a estratégia de composição dos ambientes e das tarefas propostas.

A implementação do protótipo ressaltou as dificuldades técnicas, inerentes a este tipo de aplicação, que foram amplamente discutidas nos capítulos anteriores:

- Os equipamentos são caros e difíceis de serem encontrados no Brasil;
- Faltam ferramentas de autoria;
- Muito esforço tem que ser despendido na construção dos objetos e das cenas.

Como assinalado por Green & Halliday (Green,1996), apesar do número de ferramentas para apoiar a construção de AV estarem aumentando, ainda é necessário a inclusão de partes programadas em alguma linguagem como Java, Javascript, C ou C++.

Entretanto, uma das maiores barreiras encontradas para a realização deste trabalho, foi imposta pelos grupos de trabalho do centro psiquiátrico, não indicando pacientes para participarem do estudo de casos, apesar da aprovação da Comissão de Ética e da Diretoria Geral.

Superados estes problemas, a experiência transcorreu sem maiores contratemplos e ressaltou a aceitação do ambiente e dos equipamentos imersivos pelos pacientes.

6. Conclusões e Perspectivas Futuras

Este trabalho teve como objetivo estudar a área de reabilitação cognitiva através de ambientes virtuais, desenvolver e testar um ambiente virtual para o tratamento de pacientes com diferentes tipos de deficiências cerebrais.

Destacamos o estudo interdisciplinar realizado, que contemplou variadas áreas, buscando integrar as características essenciais para a criação de um produto que atendesse às necessidades terapêuticas básicas de diferentes tipos de problemas cerebrais.

A análise realizada na seção 5.4, verificou que as hipóteses que motivaram este trabalho puderam ser observadas na experiência com o grupo de pacientes com esquizofrenia, ou seja, os pacientes aceitaram a tecnologia de Realidade Virtual. Como visto, é interessante que a reabilitação explore atividades comuns do mundo real. Em geral, isto não vem sendo observado nos software disponíveis; em contrapartida a abordagem disponibilizada pelos ambientes virtual pode suprir esta deficiência, promovendo uma aproximação do paciente com o mundo real. Em termos de possibilitar uma rica associação, os ambientes virtuais são especialmente bem sucedidos, possibilitando uma variedade de associações não possíveis com outras interfaces homem-máquina, devido as qualidades multisensoriais e espaciais destes ambientes. No caso específico, da doença explorada nesta experiência, a Realidade Virtual, com uma interface mais próxima da realidade, reduziria a barreira que existe entre o paciente e as tarefas diárias diminuindo o medo do erro.

Uma importante questão abordada neste estudo referiu-se à integração de aspectos tecnológicos e teóricos essenciais para a criação do produto almejado. Neste sentido foi definido um modelo cognitivo que, integrando estas duas dimensões, mostrou-se adequado para apoiar o desenvolvimento das cenas e tarefas do ambiente.

A realização deste trabalho envolveu decisões delicadas, tais como a escolha e compra de equipamentos e a escolha da linguagem e ferramentas de autoria. Neste caso,

a VRML está sendo utilizada localmente, mas a opção por esta linguagem é que viabilizará a possível distribuição deste ambiente através da *Web*.

Além das dificuldades inerentes ao processo de produção científica que encontramos para a plena realização deste trabalho, gostaríamos de assinalar contratemplos de outra ordem, que sobremaneira dificultaram o andamento desta pesquisa:

- Atraso na compra e entrega do equipamento e falta de componentes;
- Dificuldades para encontrar um hospital que concordasse em participar da pesquisa. As novas tecnologias ainda causam muita desconfiança entre profissionais de algumas áreas do conhecimento, criando barreiras para a verdadeira interdisciplinaridade, conclamada como a base da pesquisa científica do novo milênio.

A respeito do estudo com a esquizofrenia, este trabalho não contemplou as visões psicanalíticas da doença. Neste sentido, percebe-se a abertura de um vasto campo de pesquisa que associe as áreas da psicanálise com a realidade virtual, visando estabelecer relações entre os modelos computacionais e os modelos cognitivos, principalmente, sob o ponto de vista afetivo. Os ambientes virtuais criam relações afetivas, determinado pelas interações e engajamento, que proporcionam oportunidades de aprendizagem mais motivadoras. E como visto anteriormente, a motivação é essencial para o sucesso de qualquer atividade com fins educacionais.

Como contribuições desta tese, destacamos:

- ✓ Estudo da área de reabilitação cognitiva, analisando a introdução do computador neste domínio;
- ✓ Revisão do uso da tecnologia de realidade virtual na Reabilitação Cognitiva, discutindo os aspectos éticos envolvidos;
- ✓ Definição de uma estrutura de classificação, que destaca os aspectos-chave para o desenvolvimento de um produto de Realidade Virtual para reabilitação;
- ✓ Apresentação de um modelo cognitivo que engloba a tecnologia de RV;
- ✓ Desenvolvimento de um protótipo de ambiente virtual para Reabilitação Cognitiva;
- ✓ Análise dos resultados da testagem deste ambiente com pacientes neuropsiquiátricos;
- ✓ Definição de ações interdisciplinares nas áreas médica e tecnológica.

Neste contexto, surgem várias perspectivas de pesquisa como contínua consequência deste trabalho:

- Desenvolver a expansão do protótipo envolvendo tarefas mais realistas: fazer compras, assistir televisão, etc;
- Verificar a evolução do processo de reabilitação com o ambiente virtual, realizando testagens antes e depois do cumprimento de um programa terapêutico usando o ambiente;
- Aumentar o tamanho da amostra;
- Diferenciar que atividades seriam mais indicadas aos variados tipos de deficiências;
- Integrar o sensor de movimentos ao equipamento imersivo;
- Desenvolver uma estrutura que apoie a distribuição e o armazenamento dos dados;
- Realizar monitoramentos fisiológicos, verificando as respostas do corpo às experiências com o ambiente. Poderiam ser avaliados os batimentos cardíacos, ritmo respiratório, pressão arterial como forma de detectar estresse, prazer ou mal-estar no uso da tecnologia.

Ao finalizar este trabalho, algumas questões importantes, capazes de nortear pesquisas futuras devem ser colocadas. É notável a adaptação rápida e mesmo a satisfação dos pacientes com o ambiente virtual. Não seria esta facilidade originária do fato de que o ambiente virtual imersivo se sintoniza ou se assemelha ao mundo paralelo e em algum sentido, virtual, no qual o paciente psiquiátrico já vive? Se a resposta a esta questão for positiva, cuidados especiais devem ser tomados para que o ambiente virtual não seja um reforço à psicose ao invés de ser um instrumento de reabilitação.

Por outro lado, é possível aproveitar esta atração espontânea, flexibilizando a definição do ambiente virtual e permitindo que o paciente o defina, dentro de certos limites, de acordo com o seu desejo. Um ambiente virtual assim construído seria um espelho, ou uma representação pictórica do mundo interior, paralelo ao real do paciente.

Possivelmente, por sua capacidade de interagir e modificar este ambiente virtual, o paciente sentir-se-ia integrado, responsável e atento ao mesmo. Nesta situação, o terapeuta poderia, em um processo planejado e paulatino, alterar alguns elementos do ambiente virtual, tornando-o mais próximo do real e talvez, re-organizando o mundo paralelo do psicótico, trazendo-o para mais próximo do real. O ambiente virtual flexível e organizado segundo os desejos do paciente seria, então, uma “metalinguagem” através do qual o paciente e o terapeuta poderiam dialogar.

Gostaríamos de ressaltar ainda que a aplicação da tecnologia de Realidade Virtual neste domínio não deve ser considerada como uma panacéia, já que a (re) aquisição de habilidades e capacidades não ocorre rapidamente. Dependendo da profundidade das deficiências, isto pode levar meses ou mesmo anos, sendo que algumas habilidades perdidas no acidente, dano ou doença não devem nunca ser readquiridas.

Entretanto, as experiências aqui descritas buscam exatamente encontrar meios de encurtar estes prazos e proporcionar oportunidades mais motivadoras para os pacientes.

Bibliografia

- (Andrade,1999) ANDRADE, Adja; WAZLAWICK, Raul; MARIANI, Antonio; 1999, "Metodologia para criação de Roteiros Educativos em Realidade Virtual"; *Revista brasileira de Informática na Educação*, n. 5, pp 69-76, set..
- (Andrease,1995) ANDREASE,N.C.; ARNDT, S.; ALLIGER, R.; MILLER, D.; FLAUM, M.; 1995, "Symptoms of Schizophrenia", *Archive General Psychiatry*; pp 341-351.
- (Banja,1996) BANJA, J.; 1996, "Ethics, Values and World Culture: The Impact on Rehabilitation"; *Disability Rehabilitation*, V. 18(6), pp279-284, june.
- (Beier,1996) BEIER, K.P.; 1996, "Virtual Reality: A short introduction", University of Michigan, em <http://www-VRL.umich.edu/intro.html>.
- (Benedict,1994) BENEDICT, Ralph; HARRIS, Anne; MARKOW, Therese; McCORMICK, JoAnn; NUECHTERLEIN, KEITH; ASARNOW, Robert; 1994, "Effects of Attention Training on Information Processing in Schizophrenia"; *Schizophrenia Bulletin*, V 20(3), pp 537-546.
- (Bender,1997)BENDER, Kenneth, 1997, " Neurocognitive Deficits in Individuals with Schizophrenia", *Psychiatric Times*, march/april.
- (Benton,1992) SIVIAN, A.B.; 1992, *Benton Visual Retention Test*, Fifth edition, The Psychological Corporation, San Antonio.
- (Borges,1998) BORGES, Marcos A.; 1998, "O Design Centrado no Aprendiz no Sistema Jonas: Uma experiência de Desenvolvimento de um Sistema para Formação na Empresa", *Revista Brasileira de Informática na Educação*, nº 3, pp. 65-66, setembro.
- (Bogerts,1997) BOGERTS, B. 1997, "The temporolimbic system theory of schizophrenia", *Schizophrenia Bulletin*, 23(3), pp 423-435.
- (Bowman,1997) BOWMAN, Tim; 1997, "VR Meets Physical Therapy", *Communications of the ACM*, 40(8), pp 59-60, agosto.
- (Bracy,1983) BRACY, Odie, 1983, "Computer-Based Cognitive Rehabilitation", *Journal of Cognitive Rehabilitation*; V. 1(1), pp 7-8.
- (Bracy,1996a) BRACY, Odie, 1996; "Digit/Symbol Transfer", *Journal of Cognitive Rehabilitation*, V. 14(3).
- (Bracy,1996b) BRACY, Odie, 1996; "Design Completion", *Journal of Cognitive Rehabilitation*, V 14(4).
- (Bracy,1996c) BRACY, Odie, 1996; "Shapes-in-a-row", *Journal of Cognitive Rehabilitation*, V 14(5).

- (Bracy,1998) BRACY, Odie, 1998, “Cognitive Functioning and Rehabilitation” em <http://www.neuroscience.cnter.com>, visitado em set. 1998.
- (Brito,1994) BRITO, Gilberto; AZEVEDO, Leonardo; 1994, “Avaliação Laboratorial: Interface da Neurobiologia com a Psiquiatria Infantil”, *Psiquiatria da Infância e da Adolescência*, Eds F. Assumpção, São Paulo, pp 101-126.
- (Brown,1997) BROWN, David; KERR, Steven; WILSON, John; 1997, “Virtual Environments in Special-Needs Education”, *Communications of the ACM*, 40(8), pp 72-75, agosto.
- (Buchanan,1997) BUCHANAN, R.W.; CARPENTER, W.T.; 1997, “The Neuroanatomies of Schizophrenia”, *Schizophrenia Bulletin*, 23(3), pp 367-372.
- (Burda,1994) BURDA, Philip; STARKEY, Timothy; DOMINGUEZ, Florentino; VERA, Vivian; 1994, “Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation of Chronic Psychiatric Inpatients”; *Computers in Human Behavior*, V. 10(3), pp 359-368.
- (Byrne,1996) BYRNE, Christine; 1996, *Water on Tap: The Use of Virtual Reality as an Educational Tool*; Tese de DSc, University of Washington in Seattle, USA; em <http://www.hitl.washington.edu/publications/dissertations/Byrne>.
- (Casas,1998) CASAS, Luís Alberto; FIALHO, Francisco; MAIA, Luís Fernando; 1998, “Modelagem de um Ambiente Inteligente para a Educação baseado em Realidade Virtual”; *IV Congresso RIBIE*, Brasília.
- (Campos,1999) CAMPOS, Fernanda; 1999, *Informática Educativa: Características e Padrões para Projetos*, Tese D.Sc., COPPE Sistemas - UFRJ, abril.
- (Campos,1998) CAMPOS, Marcia B.; SILVEIRA, Milena S., 1998, “Tecnologias para a Educação Especial”, *IV Congresso RIBIE*, Brasília, outubro.
- (Cardoso,1999) CARDOSO, Alexandre; LAMOUNIER Jr., Edgard; TORI, Romero; 1999, “Sistema de Criação de Experiências de Física em Realidade Virtual para Educação a Distância”, *II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual*, Marília, SP, pp 173-181, 18-20 de novembro.
- (Cassidy,1996) CASSIDY, James; EASTON, Margareth; CAPPELLI, Carol; 1996, “Cognitive Remediation on persons with Severe and Persistent Mental Illness”; *Psychiatric Quartely*, V. 67(4), pp313-321.
- (Chen,1997) CHEN,S.H.; THOMAS, J.D.; GLUECKAUF, R.L.; BRACY, O.; 1997, “The Effectiveness of Computer-assisted Cognitive Rehabilitation for Persons with Brain Injury”, *Brain Injury*, 11(3), pp 197-209, Mars.
- (Cohen,1999) COHEN, Helen; 1999, *Neuroscience for Rehabilitation*, Ed Lippmcott Williams&Wilks, 2ª edição.
- (Christiansen,1998) CHRISTIANSEN, Charles; ABREU; Beatriz; OTTENBACHER, Kenneth; HUFFMAN, Kenneth; MASEL Brent; CULPEPPER, Robert; 1998, “Task Performance in Virtual Environments used for Cognitive Rehabilitation after Traumatic Brain Injury”; *Archives Phys. Med. Rehabilitation*, V. 79, pp. 888-892, August.

- (Cordeiro,1998) CORDEIRO, M. Eulália; SILVA, Fernanda; 1998, “As Ajudas Técnicas na Estimulação Cognitiva de Traumatizados Crânio-encefálicos”, *IV Congresso RIBIE*, Brasília.
- (Correa,1998) CORREA, Carlos; GONZÁLEZ, Miguel; RESTREPO, Juliana; TREFFTZ, Christian; TREFFTZ, Helmuth; 1998, “Realidade Virtual Distribuída para Soportar la Educación a Distancia en Colombia”, *IV Congresso RIBIE*, Brasília.
- (Corrigan,1997) CORRIGAN, Patrick, 1997, “The Social Perceptual Deficits of Schizophrenia”, *Psychiatry*, V 60(4).
- (Cortona,2000) Cortona, 2000, in <http://www.paralelgraphics.com>, consultado em maio de 2000.
- (Cosmo,2000) Cosmoplayer, 2000, in <http://www.cai.com> , consultado em maio de 2000.
- (Costa,1997) COSTA, Rosa Maria E.M.; SANTOS, Neide; ROCHA, Ana; 1997, “Diretrizes Pedagógicas para Modelagem de Usuário em Sistemas Tutoriais Inteligentes”, *Taller Internacional de Software Educativo-TISE'97*, Santiago-Chile, dezembro.
- (Costa,1998) COSTA, Rosa Maria E.M.; CARVALHO, Luís Alfredo; ARAGON, Doris; 1998, “Explorando as Possibilidades dos Ambientes Virtuais para a Reabilitação Cognitiva”; *IX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Fortaleza.
- (Costa,1999) COSTA, Rosa Maria E.M.; CARVALHO, Luís Alfredo; ARAGON, Doris; 1999, “Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva”, *II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual*, Marília, SP, pp. 115-126, novembro.
- (Costa,2000) COSTA, Rosa M.; CARVALHO, Luis; ARAGON, Doris; 2000, “Novas Tecnologias Computacionais na Reabilitação Cognitiva”, *3rd. Argentine Symposium on Healthcare Informatics*, Tandil, Argentina, sept.
- (Costa,2000b) COSTA, Rosa M.; CARVALHO, Luis; ARAGON, Doris; 2000, “Virtual City for Cognitive Rehabilitation”, *3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies 2000*, Sardinia, Itália. (aceito para publicação)
- (Costa,2000c) COSTA, Rosa M.; CARVALHO, Luis; ARAGON, Doris; 2000, “Virtual Reality in Cognitive Retraining”, *International Workshop on Advanced Learning Technologies*, Palmerston-North, Nova Zelândia. (aceito para publicação)
- (Crow,1982) CROW,T.J., 1982, “Two Syndromes in Schizophrenia?”, *TINS*, pp 351-354.
- (Cowan,1979) COWAN,W.M.; 1979, “The Developmente of the Brain”, *Scientifique America*, V. 241(3), pp 107-117.
- (Cromby,1996) CROMBY, J.; STANDEN, P.; BROWN, D.; 1996, “The potentials of Virtual Environments in the Education and Training of People with Learning Disabilities; *Journal of Intellectual Disability Research*, V. 40(6), pp 489-501, dec.
- (Cunha,1997) CUNHA, Loreta; 1997, “O uso do Computador na alfabetização de Portadores de Síndrome de Down”, *AQUILA*, n.2, Universidade Veiga de Almeida, pp 9-48, jul/dez.

- (Cunningham,1999) CUNNINGHAM, D.; KRISHACK, M., 1999, "Virtual Reality: a Wholistic Approach to Rehabilitation", *Study Health Technological Information*, V. 3, pp 62-90.
- (Das,1997) DAS, Aniruddha, 1997, "Plasticity in adult Sensory Cortex: a review"; *Network Computational System*, v. 8, pp 33-76.
- (Davies,1999) DAVIES, R.C.; JAHANSSON, G.; BOSCHIAN, K.; LINDEN, A.; MINOR, U.; SONESSON, B.; 1999, "A Practical Exemple using Virtual reality in the Assessment of Brain Injury", *The International Journal of Virtual Reality*, V.4(1), pp 3-10.
- (Dede,1994) DEDE, Chris; LOFTIN, R.; REGIAN, J.; 1994, "The Design of Artificial Realities to improve Learning Newtonian Mechanics"; *Proccedings of the East-West International Conference on Multimedia, Hypermedia and Virtual Reality*, Moscow, Sept..
- (Diamont,1989) DIAMONT, J.J.; HAKKAART, P.J.; 1989, "Cognitive Rehabilitation in an information-Processing Perspective"; in <http://www.neuroscience.cnter.com/JCR/NSP/gen1.htm>, consultado em maio de 2000.
- (Digit,1996) In <http://www.loni.com/images/v14i3p2.gif>, consultado em agosto de 1999.
- (DMS,1994) DMS-IV, 1994, "Diagnostic and statistical manual of mental disorders", *American Psychiatry Association*, ed. Washington DC.
- (Duarte,1999) DUARTE, Lucio; ZANONI, Cícero; SILVA, Daniela; VRML 2.0, em <http://www.inf.pucrs.br/~grv/Vrml/Vrml2/vrml2.htm>, consultado em janeiro de 2000.
- (Dwork,1997) DWORK, A.J., 1997, "Postmortem studies of the hipocampal formation of schizophrenia", *Schizophrenia Bulletin*, 23(3), pp385-402.
- (EDMEDIA,2000) Congresso EdMedia, 2000, *Proceedings of the EdMedia 2000*, Montreal.
- (Engelhardt,1996) ENGELHARDT, Eliaz; ROZENTHAL, Marcia; LAKS, Jerson, 1996, "Neuropsicologia VIII- Atenção. Aspectos Neuropsicológicos", *Revista Brasileira de Neurologia*, V 32(3), pp 101-106.
- (Enchanted,1998) *ENCHANTED MIND*, 1998, in <http://enchantedmind.com/neuron.html>, consultado em julho de 1999.
- (ESVRM,1998) *The European site for Virtual Reality in Medicine*, in <http://www.psicologia.net/pages/main.htm>, consultado em julho de 1999.
- (Field,1997) FIELD, Colin; GALLETLY, Cherrie; ANDERSON, Deborah; WALKER, Pieter; 1997, "Computer-aided Cognitive Rehabilitation: Possible Applications to the Attentional Deficit of Schizophrenia, A Report of Negative Results", *Perceptual and Motor Skills*, n. 85, pp 905-1002.
- (Furlan,1998) FURLAN, 1998, *Modelagem de Objetos através da UML*, Makron Books, São Paulo.

- (Gimenez,1999) GIMENEZ, Alexandre; KIRNER, Tereza; 1999, “Ferramenta de Realidade Virtual para Simulação de Sistemas de Tempo Real”, *II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual*, Marília, SP, pp 71-80, 18-20 de novembro.
- (Giraffa,1995) GIRAFFA, Lucia M.; 1995, *Fundamentos de Teorias de Ensino-aprendizagem e sua aplicação em Sistemas Tutores Inteligentes*, TI 487-CPGCC/UFRGS, novembro.
- (Gold,1997)GOLD, James; CARPENTER,Constance; RANDOLPH, Christopher; GOLDBERG, Terry; WEINBERGER, Daniel; “Auditory Working Memory and Wisconsin Card Sorting Test Performance in Schizophrenia”, *Archives General Psychiatry*, 54, pp159-165.
- (Goldberg,1987) GOLDBERG, Terry; WEINBERGER, Daniel; BERMAN, Karen; PLISKIN, Neil; PODD, Marvin; 1987, “Further Evidence for Dementia of the prefrontal type of Schizophrenia?”, *Archives General psychiatry*, 44, pp1008-10014, nov..
- (Grealy,1999) GREALY, M.^a; JOHNSON, D.^a; RUSHTON, S.K.; 1999, “Improving Cognitive Function after Brain Injury: the use of Exercise and Virtual Reality”, *Archives of Phys. Med. Rehabilitation*, V 80(6), pp 661-667.
- (Greef,2000) GREEF, Paul; IJSSELSTEIJN, Wijnand, 2000, “Social Presence in the PhotoShare Tele-Application”, *PRESENCE 2000 - 3rd International Workshop on Presence*, Delft, Holanda, March.
- (Green,1996) GREEN, Mark; HALLIDAY, Sean; 1996, “A Geometric Modelling and Animation System for Virtual Reality”, *Communication of ACM*, V.39(5), pp.46-53, may.
- (Grieve,1993) GRIEVE, June; 1993, *Neuropsychology for Occupational Therapists*, Blackwell Scientific Publications.
- (Ham,1967) HAM, Arthur; 1967, *Histologia*, Ed Guanabara Koogam S.A.
- (Heckers,1997) HECKERS, S.; 1997, “Neuropathology of schizophrenia: CórteX, thalamus, basal ganglia, and neurotransmitter-specific projection system”, *Schizophrenia Bulletin*, 23(3), pp 403-421.
- (Hodges,1995) HODGES, Larry; ROTHBAUM, Barbara; OPDYKE, Dan; GRAFF, Johannes; WILLIFORD, James; NORTH, Max; 1995, “Virtual Environments for Treating the Fear of Heigts”, *IEEE Computer*, pp 27-33, july.
- (Hosoya,1997) HOSOYA, K.; KAWANOBE, A.; KAKUTA, S.; SHARMA, M.; 1997, “Interactive Cooperative Learning System on Virtual Shared Space: Hyclass”, *Proccedings of Computer Support for Colaborative Learning*.
- (Hubel 1979) HUBEL, David, 1979, “The Brain”, *Scientifique America*, V. 241(3), pp 39-47.
- (Inman,1997) INMAN, Dean; LOGE, Ken; LEAVENS, John; 1997, “VR Education and Rehabilitation”, *Communications of the ACM*, 40(8), pp 53-58, agosto.

- (Jeste,1996) JESTE, Dilip; GALASKO, Douglas; COREY-BLOOM, Jody; WALENS, Stanley; GRANHOLM, Eric; 1996, "Neuropsychiatric Aspects of the Schizophrenias", *Neuropsychiatry*, Eds. Fogel, Schiffer e Rao, pp 325-345.
- (Jones,1997) JONES, E.G., 1997, "Cortical development and thalamic pathology in schizophrenia", *Schizophrenia Bulletin*, 23(3), pp483-501.
- (Kandel,1979) KANDEL, Eric, 1979, "Small Systems of Neurons", *Scientific America*, V.241(3), pp 61-70.
- (Kandel,1991) KANDEL, Eric; 1991, "Synapse Formation, Trophic Interactions between neurons and the development of behavior", *Principles of Neural Science*, Eds. Kandel e Schwartz, Elsevier, pp 743-756.
- (Kandel,1991b) KANDEL, Eric;1991, "Celular Mechanism of Learning and the Biological basis of Individuality", *Principles of Neural Science*, Eds. Kandel e Schwartz, Elsevier, pp 816-833.
- (Katz,1997) KATZ, R.C.; WERTZ, R.T.; 1997, "The Efficacy of Computer-provided Reading Tratament for Chronic Aphasic Adults"; *Journal Speech Language Hearing Research*; 40(3), pp. 493-507, jun.
- (Kempermann,1997) KEMPERMANN, Gerd; KUHN, H. Georg; GAGE, Fred; 1997, "More Hippocampal Neurons in Adult Mice Living in an Enriched Environment"; *Nature*, 3 de abril, pp 493-495.
- (Kirner,1998) KIRNER, Tereza; MARTINS, Valéria; 1998, "A Model of Software Development Process for Virtual Environments: Definition and a case Study", 2º *IEEE International Symposium on Application-Specific Systems and software Engineering and Technology – ASSET'98*, Richardson, USA.
- (Kubo,1998) KUBO, Mario; VICENTIN, Verison; SEMENTILLE, Antonio; KIRNER, Cláudio; 1998, "Suporte de Rede para as Aplicações de Realidade Virtual destinadas a Educação a Distância", *IX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*, Fortaleza.
- (Kubo,1999) KUBO, Mário; VICENTIN, Verison; DERIGGI, Felício; KIRNER, Cláudio; 1999, "Educação e Treinamento a Distância Baseado na Tecnologia de Realidade Virtual"; *V Workshop de Informática na Escola-WIE*, SBC99, Rio de Janeiro.
- (Kubo,1999b) KUBO, Mário; DERIGGI, Felício; MARQUES, Daniela; SEMENTILLE, Antônio; BREGA, José; KIRNER, Cláudio; 1999, "Virtual Videoconferência Room (VVR)", *II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual*, Marília, SP, pp 1-11, novembro.
- (Kupfermann,1991) KUPFERMANN, Irving; 1991, "Learning", *Principles of Neural Science*, Eds. Kandel e Schwartz, Elsevier, pp.805-815.
- (Kupfermann,1991b) KUPFERMANN, Irving; 1991, "Hypothalamus and the Limbic System I: Peptidergic Nerons, Homeostasis and Emotional behavior", *Principles of Neural Science*, Eds. Kandel e Schwartz, Elsevier, pp 611-625.
- (Laudon,1995) LAUDON, Kenneth; 1995, "Ethical Concepts and Information Technology" *Communications of ACM*, V. 38(12), pp 33-39, dec.

- (Lent,1998) LENT, Robert; 1998, *Cem Bilhões de Neurônios*, Eds Robert Lent, Miriam Struchiner, Publicações UFRJ.
- (Lewis,1997) LEWIS, Christopher; GRIFFIN, Michael; 1997, "Human Factors Consideration in Clinical Applications of Virtual Reality", *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*; Ed. Giuseppe Riva, IOS Press.
- (Littman,1997) LITTMAN, M.; 1999, "Enhancing Instruction Through Virtual Reality"; *Proceedings of the 13th International Conference on Technology and Education*, Louisiana, March,.
- (Luria,1975) CHRISTIENSEN, A.L.; 1975, *Luria's Neuropsychological Investigation Manual*; Spectrum Publications, New York.
- (Luria,1981) LURIA, A. R.; 1981, *Fundamentos de Neuropsicologia*, Ed. Unidas de São Paulo, São Paulo.
- (Machado, 1998) MACHADO, Ângelo; 1998, *Neuroanatomia Funcional*; Livraria Atheneu, 2^a edição, Rio de Janeiro.
- (Maule,1998) MAULE, W.; OH, Byron; CHECK, R.; 1998, "Virtual Reality Hypermedia Design Frameworks for Science Instruction"; *Ed-Media/Ed-Telecom98*, Freiburg, June.
- (Marks,1986) MARKS, Cynthia; PARENTÉ, Frederick; ANDERSON, Janet; 1986, "Retention of Gains in Outpatient Cognitive Rehabilitation Therapy", *Journal of Cognitive Rehabilitation*; V. 4(3), pp 20-23, may/jun.
- (Martins,1999) MARTINS, Valéria; KUBO, Mário; KIRNER, Tereza; 1999, "Análise, Projeto e Implementação de uma Aplicação de realidade Virtual Cooperativa", *II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual*, Marília, SP, pp 43-55, nov..
- (Mastaglio,1995) MASTAGLIO, Thomas; CALLAHAN, Robert; 1995, "A Large-scale Complex Virtual Environment for Team Training", *IEEE Computer*, pp 49-56, july.
- (Medinf,1997) *Handbook of Medical Informatics*; Eds J. van Bommel, M. Musen, Springer.
- (Meiguins,1999) MEIGUINS, Bianchi; BEHRENS, Frank; 1999, "Laboratório Virtual para Experiências em Eletrônica", *II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual*, Marília, SP, pp 56-67, nov..
- (Melo,1989) MELO, Hugo; 1989, "Ambientes computacionales y desarrollo Cognitivo: perspectiva psicológica"; *Boletín de Informática Educativa*, V. 2(2), pp137-145, Colômbia.
- (Mendozzi,1998) MENDOZZI, Laura; MOTTA, Achille; BARBIERI, Elena; ALPINE, Dario; PUGNETTI, Luigi; 1998, "The Application of Virtual Reality to Document Coping Deficits after a stroke: Report a case", *CyberPsychology & Behaviour*, V. 1(1), pp79-91.
- (Metz,1994) METZ, John; JOHNSON, Michael; PLISKIN, Neil; LUCHINS, Daniel; 1994, "Maintenance of Training Effects on the Wisconsin Card Sorting Test by Patients with Schizophrenie or Affective Disorders", *Am. Journal of Psychiatry*, V. 151(1), pp 120-122.

- (Moline,1997) MOLINE, Judy, 1997, "Virtual Reality for Health Care: a Survey"; *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*; Ed. Giuseppe Riva, IOS Press, Holanda.
- (North,1997) NORTH, Max; NORTH, Sara; COBLE, Joseph; 1997,"Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological Disorders", *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*; Ed. G.Riva, IOS Press, Holanda.
- (North,1998) NORTH, Max; NORTH, Sara; COBLE, Joseph; 1998, "Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Phobias", *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*; Ed. Riva, Wiederhold, Molinari, IOS Press.
- (Orgambide,1999) ORGAMBIDE, Alejandro; KELNER, Judith; PAULA, Gustavo; SIEBRA, Claurton; SILVA, Danielle; TECHRIEB, Veronica; 1999, "Avaliação comparativa de Tecnologias de Suporte a VRML", *II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual*, Marília, SP, pp 127-138, 18-20 de novembro.
- (Oyama,1997) OYAMA, Hiroshi; 1997, "Virtual Reality for the Palliative Care for Cancer", *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*; Ed. G.Riva, IOS Press, Holanda.
- (Pantelidis,1995) PANTELIDIS, Veronica; 1995, *VR in Schols*, V. 1(1), pp. 9, June ou em <http://eastnet.educ.ecu.edu/vr/reas.htm>, consultado em outubro 1998.
- (Papert,1988) PAPERT, Seymour; 1988, *LOGO: Computadores e Educação*, Ed. Brasiliense.
- (Parenté,1996) PARENTÉ, Rick; HERRMANN, Douglas; 1996, *Retraining Cognition: Techniques and Applications*, Aspen Publishers, Inc.; Maryland.
- (Pendergrass,1999) PENDERGRASS, Eric; 1999, "Running Head: Schizophrenia and Plasticity" in <http://www.wfu.edu/~Pendeeea3/schizo.htm>, consultado em janeiro de 1999.
- (Penn,1996) PENN, David, MUESER, Kim; 1996, "Research Update on the psychosocial Treatment of Schizophrenia", *American Journal of Psychiatry*, 153(5), pp607-617.
- (Pipeline,1998) Em <http://www.pipeline.com/~lifesciassoc/cog/memory/memstw~1.htm>, consultado em outubro 1998.
- (Pinho,1998) PINHO, Márcio; KIRNER, Cláudio; 1998, "Uma Introdução à Realidade Virtual", *Anais da II Escola Regional de Informática*, Região MG/Centro-Oeste, pp 1-26, maio.
- (Pinho,1999) PINHO, Márcio; KIRNER, Cláudio; *Uma Introdução à Realidade Virtual*, in <http://www.inf.pucrs.br/~pinho/RV/tutrv.htm>, consultado em dezembro de 1999.
- (Pressman,1997) PRESSMAN, Roger; 1997, *Software Engineering*, 4^o edição, McGrawHill.
- (Psscog,1996) In <http://www.neuroscience.cnter.com/pss/cogrehab>, consultado em julho 1998.
- (Pugnetti,1995) PUGNETTI, Luigi; MENDOZZI, Laura; MOTTA, Achille; CATTANEO, Annamaria; BARBIERI, Elena; BRANCOTTI, Aaron; 1995, "Evaluation and

- Retraining of Adults Cognitive Impairments: Wich Role for Virtual Reality Techonology”, *Computer Biological Med.*; n. 2, pp.213-227.
- (Pugnetti,1998) PUGNETTI, L.; MENDOZZI, L.; ATTREE, E.; BARBIERI, E.; BROOKS, B.; CAZZULLO, C.; MOTTA, A. ROSE, D.; “Probing Memory and Executive Functions with Virtual Reality: Past and Present Studies”; *CyberPsychology & Behavior*, V 1(2), pp 151-161, 1998.
- (Rao,1996) RAO, Stephen; 1996, “Neuropsychological Assessment”; *Neuropsychiatry*, Eds. Fogel, Schiffer, Rao.
- (RIBIE,1998) RIBIE, 1998, *Memorias del Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*, Brasflia, Brasil.
- (Riess,1995) RIESS, Torn; WEGHORST, Suzanne; 1995, “Augmented Reality in the Treatment of Parkinson’s Disease”, *Interactive Technology and the New Paradigm for Health Care*, Eds K. Morgan, R. Savata, H. Sieburg, R. Mattheus, J. Christensen, IOS Press and Ohmsha.
- (Riva,1997a) RIVA, Giuseppe; MELIS, Luca; 1997, “Virtual Reality for the Treatment of Body Image Disturbances”; *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*; Ed. G.Riva, IOS Press, Holanda.
- (Riva,1997b) RIVA, Giuseppe; 1997, “Virtual Reality as Assessment Tool in Psychology”, *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*; Ed. G. Riva, IOS Press, Holanda.
- (Riva,1998) RIVA, Giuseppe; BACCHETTA, Monica; BARUFFI, Margherita; RINALDI, Silvia; MOLINARI, Enrico; 1998, “Experiential Cognitive Therapy: a VR based Approach for the Assessment and Treatment of Eating Disorders”; *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, Eds. G. Riva, B. Wiederhold, E. Molinari; IOS Pres, Holanda.
- (Rizzo,1997) RIZZO, Albert; BUCKWALTER, Galen; NEUMANN, Ulrich; 1997, “Virtual Reality and Cognitive Rehabilitation: A Brief Review of the Future”, 1997, *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 12(6), pp 1-15.
- (Rizzo,1997b) RIZZO, Albert; BUCKWALTER, J. Galen; 1997, “Virtual Reality and Cognitive Assessment and Rehabilitation: The State of the Art; *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*, Ed G. Riva, IOS Press, Holanda.
- (Rizzo,1998) RIZZO, Albert; BUCKWALTER, Galen; NEUMANN, Ulrich; KESSELMAN; THIEBAUX, Marcus; 1998, “Basic Issues in the Application of Virtual Reality for the Assessment and Rehabilitation of Cognitive Impairments and Functional Disabilities”, *CyberPsychology and Behavior*, 1(1), pp. 59-78.
- (Rodello,1999) RODELLO, Ildeberto; KIRNER, Cláudio, 1999, “Um ambiente Virtual Distribuído para Análise Molecular”, *II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual*, Marília, SP, pp 12-23, 18-20 de novembro.
- (Rodrigues,1995) RODRIGUES, Dinalva; ROCHA, Heloísa; 1995, “O Computador como auxiliar no processo de avaliação Cognitiva do portador de Deficiência Física”; *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Florianópolis, pp202-212.

- (Rose,1995) ROSE, Howard; *Assessing Learning in VR: Towards Developing a Paradigm VR Roving Vehicles*, em <http://www.hilt.washington.edu/publications/r-95-1>.
- (Rose,1996) ROSE, F. D.; JOHNSON, D.A.; ATTREE, E.; LEADBETTER, "G.; ANDREWS, T.; 1996, "Virtual Reality in Neurological Rehabilitation", *British Journal of Therapy and Rehabilitation*, V. 3(4), april.
- (Rose,1997) ROSE, F.D.; ATREE, E.; BROOKS, B.; "Virtual Environments in Neuropsychological Assessment and Rehabilitation", *Virtual Reality in Neuro-Psychophysiology*; Ed. G.Riva, IOS Press, Holanda.
- (Roussos,1997) ROUSSOS, Maria; JOHNSON, Andrew; LEIGH, Jason; BARNES, Craig; VASILATAS, c.; MOHER, T.; 1997, "The NICE Project: Narrative, Immersive, Constructionist/Collaborative Environments for Learning in Virtual Reality"; *Ed-Media/Ed-Telecom*, pp 917-922.
- (Roussos,1997b) ROUSSOS, Maria, 1997, *Issues in the Design and Evaluation of a Virtual Reality Learning Environment*, Tese de M.Sc., University of Illinois at Chicago.
- (Rozenhal,1997) ROZENTHAL, Marcia, 1997, *Estudo dos Aspectos Neuropsicológicos da Esquizofrenia com o uso de Redes Neurais Artificiais*, Tese DSc., Instituto de Psiquiatria – UFRJ.
- (Rund,1998) RUND, Bjorn,1998, "A Rewiew of Longitudinal Studies of Cognitive Functions in Schizophrenia patients", *Schizophrenia Bulletin*, 24(3), pp 425-435.
- (Sachar,1991) SACHAR, Edward; 1991, "Disorders of Thought: The Schizophrenic Syndromes", *Principles of Neural Science*, Eds. Kandel e Schwartz, Elsevier, pp 704-716.
- (Santarosa,1996) SANTAROSA, Lucila; MOORI, A.; FRANCO, B.; 1996, "Ambientes de Aprendizagem Computacionais como "Prótese"para o Desenvolvimento de Jovens Portadores de Paralisia Cerebral"; *Revista Integração*, MEC, 7(17), pp 33-40.
- (SBIE,1999) SBIE, 1999, *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Curitiba, nov..
- (Schacher,1991) SCHACHER, Samuel; 1991, "Determination and Differentiation in the development of the Nervous System", *Principles of Neural Science*, Eds. Kandel e Schwartz, Elsevier, pp 729-742.
- (Schwartzkroin,1989) SCHWARTZKROIN, Phillip, FUCHS, Albert, 1989, "Physiological Bases of Learning, Memory, and Adaptation"; *Textbook of Physiology*, Eds Patton, Fochs, Hille, Scher e Steiner, WB Saunders Company, V. 1, pp 718-735.
- (Seltzer,1997) SELTZER, James; CASSENS, Geraldine; CIOCCA, Cristina; O'SULIVAN; 1997, " Neuropsychological Rehabilitation in the Treatment of Schizophrenie", *Connecticut Medicine*, pp 597-608, sept.
- (Shapes,1996) Em <http://www.loni.com/images/v14i5p3.gif>, consultado em dezembro de 1998.
- (Singh,1996) SINGH, Gurminder; FEINER, Steven; THALMAN, Daniel; 1996, "Virtual Reality Software and Technology"; *Communications of ACM*, V. 39(5), pp.35-36, may.

- (Sohlberg,1996) SOHLBERG, M.M.; RASKIN, S.A., 1996, "Principles of Generalization applied to Attention and Memory Interventions", *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 11(2), pp 65-78.
- (Spaulding,1997) SPAULDING, William; 1997, "Cognitive Models in a Fuller Understanding of Schizophrenia", *Psichiatry* 60(4), pp341,346.
- (Stevens,1997) STEVENS, J.R., 1997, "Anatomy of schizophrenia revisited", *Schizophrenia Bulletin*, 23(3), pp373-383.
- (Strickland,1996) STRICKLAND, Dorothy; MARCUS, Lee; MESIBOV, Gary; HOGAN,Kerry; 1996, "Two case studies using Virtual Reality as a Learning Tool for Autistic Children; *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 26(6), pp 651-659.
- (Strickland,1997) STRICKLAND, Dorothy; 1997, "Virtual Reality for the Tratment of Autism"; *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*; Ed. Giuseppe Riva, IOS Press.
- (Strickland,1997b) STRICKLAND, Dorothy; HODGES, Larry; NORTH, Max; WEGHORST, Susannne; 1997, "VR and Health Care", *Communication of ACM*, pp.34-39.
- (Stringer,1996) STRINGER, Anthony, 1996, *A Guide to Adult Neuropsychological Diagnosis*, F.A. Davis Company, Philadelphia,.
- (Stuart,1996) STUART, Rory, 1996, *The Design of Virtual Environments*, McGraw-Hill.
- (Sohlberg,1996) SOHLBERG, M.M.; RASKIN, S.A., 1996, "Principles of Generalization applied to Attention and Memory Interventions", *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 11(2), pp 65-78.
- (Teixeira,1999) TEIXEIRA, Renata; DUARTE, Otto; 1999, "Uma Plataforma para Sistemas Distribuídos de Realidade Virtual"; *XXVI Seminário Integrado de Software e Hardware-SEMISH*, SBC99, Rio de Janeiro, julho.
- (Tennyson,1990) TENNYSON, Robert, 1990, "A Proposal Cognitive Paradigm of Learning for Educacional Technology"; *Educational Tecnology*, pp16-19, june.
- (Thinkfast,1997) Em <http://www.brain.com>, consultado em julho de 1998
- (Viire,1997) VIIRE, Erik; 1997, "Health and Safety Issues for VR", *Communications of the ACM*, 40(8), pp 40-41, agosto.
- (VREDU,1999) *VR and EDU*, 1999, in <http://www.vldtk.ed.ac.uk/reports/vr.html>, consultado em janeiro de 1999.
- (Wann,1997) WANN, John; RUSHTON, Simon; SMYTH, Martin; JONES, David; 1997, "Virtual Reality for the Disorders of Attention and Movement", *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*; Ed. Giuseppe Riva, IOS Press.
- (Wechsler,1981) WECHSLER, D.; 1981, *Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised*, New York, Psychological Corporation, San Antonio.
- (Wechsler,1987) WECHSLER, D.; 1987, *Wechsler Memory Scale-Revised Manual*; The Psychological Corporation, San Antonio.

- (Wechsler,1991)KAPLAN, E. et al; 1991, *WAIS-R NI Manual, WAIS-R as a Neuropsychological Instrument-Digit Span*, The Psychological Corporation, San Antonio.
- (Whalley,1995) WHALLEY, L.; 1995, “Ethical Issues in the Application of Virtual Reality to Medicine”; *Computers in the Biol. Med.*, V. 25(2), pp 107-114.
- (Wiederhold,1998) WIELDERHOL, Brenda; DAVIS, Renee; WIEDERHOLD, Mark; 1998, “The Effects of Immersiveness on Physiology”, *Virtual Environment in Clinical Psychology and Neuroscience*, Eds. G. Riva, B. Wiederhold, E. Molinari; IOS Pres, Holanda.
- (Wilson,1997) WILSON, P.; FOREMAN, N.; STANTON, D.; 1997, *Disability Rehabilitation*, V. 19(6), pp 213-220, june.
- (Wilson,1997b) WILSON, Barbara, 1997, “Cognitive Rehabilitation: How it is and how it might be”, *Journal Int. Neuropsychology Soc.*, V. 3(5), pp 487-496, sept.
- (Win,1993) WIN, Willian; 1993, “A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality”, *Report n° TR-93-9*, University of Washington, em <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9>, consultado em dezembro de 1998.
- (World,2000) Worldview, in <http://www.intervista.com>, consultado em maio de 2000.
- (Zajtchuk,1997) ZAJTCHUK, Russ; SATAVA, Richard; Environment 1997, “Medical Applications of Virtual Reality”, *Communications of ACM*, V. 40(9), pp 63-64, Sept.

Esquizofrenia

A esquizofrenia é uma séria doença psiquiátrica que envolve massivo dilaceramento do pensamento, percepção, emoções e comportamento, que refletem-se no desempenho de tarefas da vida diária (Penn,1996). Sua taxa de ocorrência é de 1% da população (Jeste,1996), (Sachar,1991). No Brasil, estima-se em 1,7 milhões de pessoas atingidas pela doença.

Em geral, os primeiros sintomas aparecem entre 15 e 25 anos, o que não impede que haja ataques tardios, após 45 anos. Apesar da eficiência da farmacoterapia para tratar dos sintomas agudos, os sintomas cognitivos e de habilidades sociais tendem a permanecer.

Já no início do século Kraepelin (in Jeste,1996) notou que não existe sintoma isolado ou grupo de sintomas que caracterize a esquizofrenia. Entretanto, existem sintomas considerados típicos, como a psicose, caracterizada pela perda da percepção da realidade, com má interpretação da realidade (alucinações) ou crenças aberrantes (delírios) e que normalmente, respondem bem ao tratamento com medicação antipsicótica; e os sintomas residuais, como o isolamento social, falta de motivação e comportamentos excêntricos, que geralmente, responde mal às drogas. Os pacientes podem exibir, ainda, características de desorganização, como comportamento bizarro, posturas estranhas, maneirismos ou rigidez.

Em geral, a esquizofrenia vem sendo classificada em dois tipos básicos (Pendergrass,1999):

- Sintomas positivos: predominam sintomas psicóticos;
- Sintomas negativos: predominam sintomas residuais, com deterioração do intelecto.

Várias classificações da esquizofrenia em grupos diagnósticos foram propostas e procuravam manter os subgrupos diagnósticos fiéis às características psicopatológicas mais exuberantes (Rozenhal,1997). Em 1982, Crow (Crow,1982) propôs uma classificação simples, onde no Tipo I predominaria os sintomas positivos e o Tipo II teria sintomas mais negativos. Resultados mais recentes propõem três subgrupos, de

acordo com os sintomas apresentados: o positivo, o negativo e o desorganizado (Andrease,1995).

Rozenthal et al.(Rozenthal,2000) em um trabalho sobre classificação de pacientes esquizofrênicos através de redes neurais, encontraram duas subdivisões: grupo I, onde predomina a sintomatologia negativa e desorganizada e o grupo II, com sintomatologia positiva.

Segundo Sachar (Sachar,1991) o diagnóstico psiquiátrico é mais difícil do que em outras áreas médicas porque os sintomas das doenças mentais são expressos através de comportamentos, cognição e sentimentos subjetivos, difíceis de quantificar. No caso específico da esquizofrenia esta tarefa torna-se ainda mais complexa pois os sinais iniciais da doença são semelhanças às características da adolescência. Neste caso o uso de padrões normativos facilita este diagnóstico, sendo o DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) (DSM,1994) responsável por apresentar normas para a definição da doença, incluindo três grandes grupos de critérios: os sintomas, os critérios evolutivos e os critérios de exclusão. Os sintomas básicos considerados no diagnóstico são: delírios, alucinações e desordens de pensamento com perda de emotividade, sendo que o paciente deve permanecer doente por, no mínimo, um mês.

Por causa destas manifestações heterogêneas, ainda hoje, a exata localização e natureza das “lesões” que “produzem” a esquizofrenia permanecem desconhecidas (Jeste,1996). Entretanto, as pesquisas avançam na busca de relacionar os sintomas da esquizofrenia com áreas específicas do cérebro.

• Etiologia

De acordo com Buchanan (Buchanan,1997), nos últimos 20 anos houve um aumento de pesquisas examinando a neuroanatomia da esquizofrenia. Estudos das imagens estruturais e funcionais aliadas a estudos pós-morte, associaram o lobo temporal, préfrontal e estruturas subcorticais à esquizofrenia.

Entretanto, a questão sobre o curso da doença persiste: teria uma causa genética, neurodegenerativa ou de neurodesenvolvimento ? Pesquisas realizadas com gêmeos monozigóticos têm indicado que o componente genético tem influência no aparecimento da doença, mas os fatores ambientais parecem exercer uma grande influência na manifestação clínica da esquizofrenia.

Outras pesquisas têm caminhado em diferentes direções: estudos pós-morte avaliando estruturas corticais, subcorticais e sistema límbico (Dwork, 1997),

(Heckers,1997), o córtex préfrontal (Gold,1997), o lobo temporal e sistema límbico (Bogerts,1997) ou o Tálamo (Jones,1997). Os resultados encontrados até agora não são conclusivos, sugerindo que a esquizofrenia responde a diferentes causas, onde algumas são associadas a alterações patológicas e outras morfológicas (Stevens,1997), (Rund,1998).

Alguns achados clínicos em pacientes com esquizofrenia relacionam-se a (Jeste, 1996):

- anormalidades da perfusão cerebral e metabolismo da glicose;
- maior perda de matéria cinzenta cortical, enquanto que a massa branca não se encontra alterada;
- excesso de dopaminérgico neurotransmissor.

Contudo, o desafio de precisar a localização anatômica da doença permanece em aberto e neste sentido, o uso de imagens de ressonância magnética do cérebro de pacientes vêm encontrando alguns aspectos comuns:

- espaços ventriculares alargados (perda de tecido) e o reduzido volume de importantes estruturas cerebrais;
- evidências da relação assimétrica do cérebro;
- quando são apontadas anormalidades fisiológicas, envolvem mais o lado esquerdo;
- encontrou-se uma diminuição média de 5 a 8% do peso cerebral nos pacientes.

O conjunto de resultados converge para a idéia de uma lesão difusa, que pode ocorrer cedo no desenvolvimento, mas seus sintomas só aparecem mais tarde, quando as áreas cerebrais envolvidas alcançam a maturidade.

• Os Déficits Neurocognitivos

Os estudos realizados de 1911 à 1995 mostraram que o paciente com esquizofrenia sofre um declínio social e cognitivo acentuado, principalmente, nos primeiros dez anos da doença (Stevens,1997). As deficiências mais encontradas são observadas na avaliação da atenção e processamento da informação, memória/aprendizado, linguagem e funções executivas associados aos sistemas frontais e circuitos subcorticais (Cassidy,1996), (Bender,1997). Apesar da atual tendência em

considerar a esquizofrenia como uma síndrome neurocomportamental, não existe consenso sobre a natureza das dificuldades cognitivas e neuropsicológicas (Rund,1998).

As dificuldades de linguagem e funções visuo-espaciais são relacionadas a aspectos atencionais ou executivos. Já as dificuldades em tarefas motoras são atribuídas aos efeitos da medicação, que atinge também aspectos cognitivos.

As falhas atencionais e de memória, segundo Spaulding (Spaulding,1997), podem impedir o aprendizado de novas habilidades, sendo considerada, por muitos autores, como os aspectos-chave da doença.

As dificuldades cognitivas na esquizofrenia impedem, também, o desempenho psicossocial e a eventual reintegração na sociedade e neste caso, as características cognitivas transformam-se na meta principal do desenvolvimento de novas modalidades terapêuticas.

De maneira a identificar que funções cognitivas representam uma disfunção específica, as tarefas de controle e experimentais devem ser apoiadas em variáveis psicométricas dos testes neuropsicológicos(Rund,1998), alvo da próxima seção.

● **Relações dos Testes Neuropsicológicos com a Esquizofrenia**

Os testes neuropsicológicos são instrumentos importantes para a identificação e avaliação do nível de comprometimento de funções cognitivas de pacientes com esquizofrenia. Jeste et al. (Jeste,1996) apresentam um estudo relacionando o desempenho dos pacientes em diversos testes neuropsicológicos:

➤ Atenção, concentração e processamento de informação

Em geral, os pacientes esquizofrênicos possuem muitas dificuldades de fixar e manter a atenção, tendo um tempo de reação bastante alto (são lentos) e sendo muito suscetíveis a efeitos de distração.

Estas deficiências se acentuam quando a intensidade ou complexidade da demanda é alta. Os resultados no Continuous Performance Test, que mede a capacidade de sustentar a atenção, mostra deficiência nesta função. O teste de Digit Span mostra um déficit de concentração nos pacientes em relação a pessoas normais.

➤ Aprendizado e memória

O processo de armazenamento e busca é deficiente em pacientes com esquizofrenia, pois há falhas na organização semântica espontânea ou outro processo organizacional mnemônico necessário para um efetivo código de memória e busca.

Apesar da memória para estímulos visuais ter recebido menos atenção nos estudos neuropsicológicos da esquizofrenia, os resultados têm indicado que os pacientes, tipicamente, apresentam comparáveis níveis de dificuldade em tarefas de memória verbal e não verbal.

➤ Funções executivas

Numerosos estudos relatam as deficiências na avaliação de tarefas da função executiva e incluem: erros perseverativos no Wisconsin Card Sorting Test (WCST) e no Hastead Category Test, redução da fluência verbal no Benton's Controlled Oral Word Association Task, lentidão psicomotora no Trail making Test-Parte B. Essas dificuldades executivas são consistentes com a disfunção do sistema frontal.

O diagnóstico exato da disfunção da esquizofrenia tem dificultado precisar a qualidade do déficit cognitivo nos pacientes. Numerosos aspectos da sintomatologia da esquizofrenia, como falta de motivação, distração e afastamento social são similares aos sintomas apresentados pelos pacientes com danos no córtex do lobo frontal, entretanto, um estudo realizado com o WCST, sugeriu que o mecanismo da esquizofrenia é diferente daqueles dos pacientes com lesões no lobo frontal, pois a melhora obtida com o treinamento do teste foi mais duradoura do que com os outros pacientes (Metz,1994).

Goldberg et al. (Goldberg,1987) consideram a disfunção do córtex préfrontal para explicar a deficiência intelectual e os aspectos sociais da desordem. Usou o WCST e observou que os déficits cognitivos préfrontais podem ser mais profundos do que vem sendo considerado.

O conhecimento sobre o curso natural dos déficits cognitivos irá ajudar a esclarecer a etiologia da esquizofrenia. Conhecer a causa da doença, se é uma doença neurodegenerativa ou uma encefalopatia estática, é importante para traçar as estratégias de reabilitação. No caso de ser uma doença progressiva, sua avaliação e reabilitação torna-se mais complicada.

• **Reabilitação Cognitiva na Esquizofrenia**

A reabilitação cognitiva tem sua origem no tratamento de pessoas com danos cerebrais. Numerosos sintomas da esquizofrenia são similares àqueles apresentados nos casos de danos no córtex frontal (Metz,1994). A incapacidade dos testes neuropsicológicos em diferenciar pacientes com esquizofrenia daqueles com danos cerebrais contribuiu para que esta estratégia fosse aplicada à esquizofrenia. Se os pacientes com danos e aqueles com esquizofrenia possuem deficiências cognitivas similares então a intervenção também pode ser similar.

Segundo Corrigan (Corrigan,1997), estratégias de reabilitação quando combinadas com medicações apropriadas, geram um significativo impacto na maioria dos pacientes com severas e persistentes doenças mentais, como a esquizofrenia.

Como ainda não existe cura para a esquizofrenia, os objetivos de um programa de tratamento são aliviar o sofrimento do paciente e reintegrá-lo socialmente. Neste caso, a terapia deve estimular modificações do comportamento de forma a ajudar o paciente a desenvolver habilidades sociais. Até hoje não se sabe definir a duração ideal dos programas de tratamento para que produzam mudanças duradouras, mas sabe-se que essa terapia deve manter o nível de estresses do paciente baixo, evitar distrações desnecessárias e pressões para que o desempenho seja rápido. Vários artigos têm abordado as promessas e problemas de usar a RC para melhorar o desempenho funcional de pacientes com esquizofrenia (Setzer,1997), (Metz,1994). Apesar destas experiências registrarem melhoras no desempenho de funções cognitivas obtidas a partir da terapia tradicional, o uso do computador nem sempre têm tido resultados que comprovem a eficiência da tecnologia.

Resultados de uma experiência com 38 pacientes esquizofrênicos através da repetição de tarefas cognitivas mediadas por computador e desenvolvidas para reabilitação cognitivas de deficiências cerebrais, mostraram que os indivíduos que receberam o treinamento cognitivo melhoraram o tempo de reação enquanto nenhuma melhora foi observada no grupo de controle (Benedict,1994). Os autores concluíram que deficiências cognitivas básicas podem ser melhoradas com a repetição de exercícios que requerem a operação mental danificada, mas que a remediação atencional, como usada neste estudo, não melhorou a capacidade atencional do esquizofrênico.

Cassidy et al (Cassidy,1996) realizaram uma experiência com 13 pacientes com um programa para treinar a atenção, concentração, memória, planejamento e formação de conceitos. Mas, o resultado dos testes neuropsicológicos indicaram que os ganhos obtidos foram pequenos.

Já Burda et al. (Burda,1994) comparando o desempenho cognitivo de grupos de pacientes psiquiátricos, um usando computadores e outro não, indicaram que o treinamento cognitivo com os computadores pode produzir melhoras na capacidade cognitiva destas pessoas.

Benedict et al. (Benedict,1994) justificam os resultados pouco conclusivos da maioria dos estudos nesta área, ressaltando que ainda faltam meios para verificar a generalização ou ganhos no processo terapêutico e que, em muitos casos, a estatística não é suficiente para detectar um efeito mais modesto. Outros aspectos a serem considerados, principalmente em relação aos estudos realizados com o computador são: a limitação do tamanho da amostra, o pouco tempo de uso do computador e o curto espaço de tempo entre as testagens dos pacientes e a severidade da doença.

Neste contexto, os ambientes virtuais podem aportar novas oportunidades para o uso do computador na reabilitação cognitiva destes pacientes, estimulando as funções cognitivas mais debilitadas pela doença de forma mais motivadora. Esta possibilidade amplia o universo de tratamento e reintegração social destes pacientes.

Anexo 2

Questionário 1 – Antes da 1ª etapa

1) Levantar:

Sexo:

Idade:

Tipo da Esquizofrenia:

Se está sob os critérios DSM IV ?

Sem drogas e álcool ?

Idade da primeira crise:

Realiza alguma atividade terapêutica ?

Esta testado através de testes neuropsicológicos ?

Local onde mora:

2) Preencher e assinar a ficha de concordância.

3) Você já mexeu em um computador antes ?

Muitas vezes Algumas vezes Uma vez Nunca

4) Você tem vontade de ver o que vamos fazer no computador ?

Sim Não Outra resposta

5) O que você espera fazer no computador ?

Questionário 2 – Depois da 1ª etapa

1) Você gostou de conhecer alguma coisa do computador

Sim Não Outra resposta

2) O que você mais gostou de fazer ?

3) Você espera voltar mais vezes ?

Sim Não Outra resposta

Questionário 3 – Antes da 2ª etapa (tela plana)

- 1) Você se sente bem hoje ?
 Sim Não Outra resposta
- 2) Está curioso em ver o que faremos hoje ?
 Sim Não Outra resposta
- 3) Você pensou em faltar a nosso encontro de hoje ?
 Sim Não Outra resposta

Questionário 4 – Depois da 2ª etapa (tela plana)

- 1) Você gostou da experiência nesta cidade ?
 Muito Mais ou menos Não gostou
- 2) O que você mais gostou de fazer ?
 Navegar Fazer as tarefas Não gostou de nada Outra
- 3) Você espera voltar a navegar nesta cidade ?
 Sim Talvez Não
- 4) As tarefas pedidas foram fáceis ou difíceis ?
 Fáceis Mais ou menos Difíceis
- 5) Esta cidade se parece com alguma cidade que você conhece ? Ou compartes de alguma cidade ?
 Muito Mais ou menos Não
- 6) Você acha que a experiência neste ambiente se parece com a vida real ?
 Sim Mais ou menos Não
- 7) Em algum momento você se sentiu perdido ?
 Sim Mais ou menos Não
- 8) Você achou que o tamanho dos objetos que compõem a cena esta legal ?
 Sim Mais ou menos Não
- 9) Você conhecia todos os objetos da cena ?
 Sim Alguns Muitos
- 10) As imagens apresentadas são:
 Bonitas Mais ou menos Feias Não sabe

Questionário 5 – Antes da 3ª etapa (Óculos I-glasses)

- 3) Você se sente bem hoje ?
 Sim Não Outra resposta
- 4) Está curioso em ver o que faremos hoje ?
 Sim Não Outra resposta
- 3) Você pensou em faltar a nosso encontro de hoje ?
 Sim Não Outra resposta

Questionário 6 – Depois da 3ª etapa (Óculos I-glasses)

Marcar o tempo que os pacientes ficam com os óculos.


- 1) Gostou de usar os óculos ?
 Sim Mais ou menos Não
- 2) O que você sentiu usando os óculos ?
 Foi bom. Foi desagradável.

Por quê ?

- 3) Tem vontade de usar de novo os óculos ?
 Sim Mais ou menos Não
- 4) Foi possível identificar os objetos da cena ?
 Sim Mais ou menos Não
- 5) O que você mais gostou de fazer ?
-
-

- 6) Você preferiu usar a tela plana ou os óculos ?
 Tela plana Óculos
- 7) Foi possível ouvir bem os sons ?
 Sim Mais ou menos Não

Anexo 3



Projeto submetido ao Centro Psiquiátrico

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Gostaríamos de contar com sua ajuda na testagem de um programa de computador, que poderá ser usado no tratamento de apoio a pessoas portadoras de diferentes tipos de problemas neurológicos e psiquiátricos.

Hoje em dia, o computador está sendo usado em muitas áreas médicas, onde destacam-se os programas para reabilitação de pessoas com problemas físicos e mentais. Dentre os vários tipos de programas, os que utilizam a Realidade Virtual têm conseguido obter ótimos resultados. A Realidade Virtual é capaz de simular no computador os ambientes onde vivemos.

Logo, o objetivo deste trabalho é verificar o nível de aceitação da tecnologia de Realidade Virtual pelos pacientes portadores de esquizofrenia. O ambiente é composto de uma cidade virtual, com características de uma cidade real. A pessoa pode visitar a cidade a partir da projeção das imagens na tela do computador ou em óculos especiais.

As sessões serão curtas, por volta de 10 minutos. Em caso da verificação de algum problema que possa colocar sua saúde em risco, as sessões serão interrompidas.

As pessoas que aceitarem participar terão total liberdade de interromper a experiência em qualquer estágio, sendo que seu anonimato será preservado em todas as situações.

No momento que começarmos a utilizar o ambiente virtual, estaremos autorizados e assistidos pela direção deste Instituto.

A pesquisa é de responsabilidade da aluna de doutorado da Coppe-UFRJ, Rosa Maria Esteves Moreira da Costa.

Rosa Maria Esteves Moreira da Costa

Rio de Janeiro, de junho de 2000.

Eu, _____, estou de acordo em participar da testagem do ambiente virtual acima citado.

Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva

Pesquisador responsável: Rosa Maria Esteves Moreira da Costa

Carteira de Identidade n.

CPF

Endereço: Rua do Parque 36 apt 304

São Cristovão

Rio de Janeiro – CEP 20940-050

Telefone:

1- Introdução

Atualmente os recursos médicos têm possibilitado um aumento da taxa de sobrevivência de pessoas atingidas por diferentes tipos de acidentes cerebrais (Moline,1997). Da mesma maneira, os novos medicamentos para pacientes neuropsiquiátricos têm diminuído o número de internações e possibilitado a permanência destas pessoas em seus núcleos familiares. Estas mudanças têm demandando novas abordagens terapêuticas, que contemplem os elementos básicos da convivência social e contribuam para melhorar a qualidade de vida destas pessoas. Em todos estes casos, percebe-se que o tempo de terapia é bastante longo, os materiais de apoio são caros e os ambientes reais são complexos de serem construídos e mantidos. A conjunção destes fatores dificultam o acesso e a difusão das práticas terapêuticas a um maior número de pessoas.

Estas barreiras têm estimulado pesquisadores de diferentes áreas, na busca de opções que possam ser utilizadas para a reabilitação de um maior número de pacientes, com menores custos. Neste cenário, o computador vem sendo fortemente explorado e variados produtos têm sido desenvolvidos (Digit,1996), (Shapes,1996), (Pipeline,1998), buscando reproduzir, basicamente, os testes neuropsicológicos mais difundidos. Entretanto, resultados mais precisos são pouco divulgados, dificultando a realização de avaliações mais refinadas.

Por outro lado, apesar da tecnologia de Realidade Virtual (RV) estar em seus estágios iniciais de exploração prática devido, principalmente, aos altos custos e complexidade dos equipamentos envolvidos, vários resultados têm apontado na direção desta tecnologia, ressaltando suas especificidades como fatores motivadores para a reabilitação de pacientes com diferentes tipos de danos e distúrbios cerebrais.

Atualmente, percebe-se a crescente disseminação de computadores em hospitais e clínicas, entretanto as cidades afastadas dos grandes centros urbanos continuam a carecer de profissionais especializados e equipamentos mais sofisticados. Neste caso, a RV aliada as redes de comunicação poderiam contribuir para projetar as terapias de reabilitação em lugares onde as dificuldades econômicas não permitam a reprodução dos ambientes reais necessários para o tratamento de diferentes tipos de deficiências. Desta maneira, a RV pode ampliar as possibilidades terapêuticas das abordagens tradicionais, pois facilita o rápido acesso a exercícios que estimulam diferentes tipos de habilidades, sejam cognitivas ou motoras, através de ambientes virtuais.

2. Ambientes Virtuais

A Realidade Virtual utiliza avançadas tecnologias de interface, sendo que sua principal característica é a imersão, onde o usuário não fica em frente ao monitor, mas imerso em um mundo tridimensional artificial completamente gerado pelo computador. Com a RV, o usuário percebe, através de um ou mais sentidos, dados vindos da máquina, gerados em dispositivos especiais através de uma simulação interativa. É no aspecto de geração de sensações no usuário que reside o verdadeiro diferencial das interfaces de RV em relação às interfaces comuns, pois o usuário se sente dentro do ambiente virtual.

Existem três idéias fundamentais envolvidas na RV: imersão, interação e envolvimento. A interação permite que o usuário interaja com o ambiente, controlando o ritmo de trabalho. O envolvimento é obtido através do estímulo dos sentidos humanos (tato, visão e audição). Já o senso de imersão pode ser alcançado através do emprego de

tecnologia específica. Neste caso, existem vários dispositivos, capacete de visualização (*Head-mounted displays* - HMD), dispositivos de rastreamento, luvas eletrônicas, *joysticks*, que permitem ao usuário navegar através de um ambiente virtual e interagir com objetos virtuais. Entretanto, estes dispositivos ainda são bastante desconfortáveis, fator que tem estimulado pesquisas na busca de equipamentos mais leves, práticos e eficazes.

Logo, um ambiente virtual é um ambiente artificial 3D multisensorial, interativo, imersivo, gerado por computador, onde o ponto de vista ou a orientação dos objetos da cena são controlados através da posição corporal ou equipamentos sensoriais específicos (Lewis,1997).

3. Reabilitação Cognitiva

Cognição é uma complexa coleção de funções mentais que incluem atenção, percepção, compreensão, aprendizagem, memória, resolução de problemas e raciocínio, entre outras, permitindo que o homem compreenda e relacione-se com o mundo e seus elementos (Parenté,1996).

As fronteiras entre estes processos cognitivos básicos são bastante tênues, criando situações de interdependência entre as funções. De forma a melhor ilustrar estas relações, estabelecemos um diagrama que exemplifica as conexões e dependências de funções, abaixo apresentado.

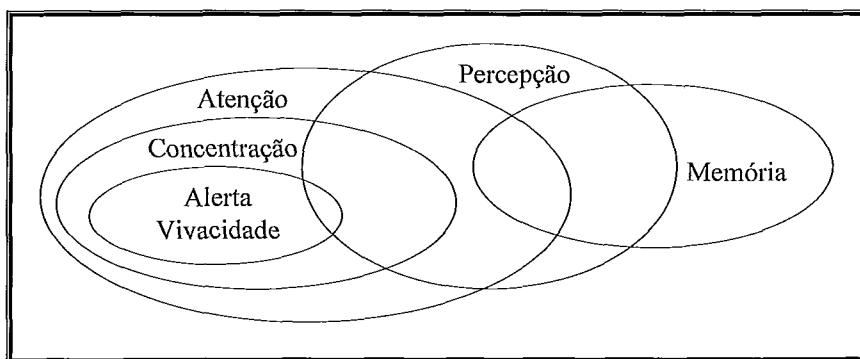


Figura 1: Conexões e dependências entre funções cognitivas (Costa,1999)

Após algum tipo de dano cerebral, as pessoas perdem uma ou algumas destas funções, comprometendo todo o processo cognitivo. Neste caso, a Reabilitação Cognitiva é um processo terapêutico que visa recuperar ou estimular as habilidades funcionais e cognitivas do homem, ou seja, (re)construir seus instrumentos cognitivos.

A RC apoia-se na capacidade plástica do cérebro, ou seja, a capacidade de substituir circuitos cerebrais lesionados ou disfuncionantes por circuitos vizinhos intactos, através de estímulos comportamentais. Este fenômeno, denominado plasticidade cerebral, pode ser explorado na reprogramação das redes neuronais, de forma a diminuir os efeitos provocados por diferentes deficiências ou danos cerebrais.

Diante dos vários resultados de pesquisas nesta área, percebe-se que entre as diferentes funções que emergem das interações entre neurônios, as possíveis de serem influenciadas por fatores externos, são aquelas associadas ao aprendizado (ou a capacidade de modificar o comportamento em resposta a experiência) e a memória (capacidade de guardar esta modificação por um período de tempo). Logo, a possibilidade de plasticidade cerebral a partir de influências ambientais é essencial para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas para tratamento de diversas desordens cerebrais.

A questão central da RC refere-se aos conceitos de generalização/transferência. Ocorre transferência quando o aprendido pode ser aplicado a outro contexto similar de forma direta, enquanto que, na generalização, o novo conhecimento pode ser aplicado com sucesso em uma variedade de novos contextos, explorando estratégias de memória e habilidades de pensamento. O objetivo final de qualquer programa de reabilitação é a generalização, que pode proporcionar autonomia e independência. Por sua vez, estes aspectos relacionam-se com questões pedagógicas, de exploração de estratégias para tornar eficiente o processo de apreensão e retenção de habilidades.

Neste contexto, percebe-se que dentre os diferentes tipos de distúrbios, existe uma efetiva necessidade de ferramentas eficientes para avaliação e reabilitação, que estimulem o processo de recuperação do sistema cognitivo das pessoas atingidas.

Hoje, o computador, dotado de meios auxiliares de interface de vídeo, áudio, animação, em conjunção com a tecnologia de RV, torna-se um instrumento fundamental no apoio a programas de reabilitação cognitiva. Através de software especialmente projetado para este fim, podem ser criadas as mais diversas situações cotidianas (reduzindo o nível de ansiedade do paciente no trato de eventos novos), exercícios de raciocínio podem ser repetidos exaustivamente (auxiliando-o na tomada de decisões) e problemas serem propostos de maneira variada (ampliando sua capacidade de concentração e memória).

Pessoas com distúrbios psiquiátricos, também têm sido alvo de estudos sobre os ganhos cognitivos obtidos através do uso do computador. Os resultados obtidos indicaram que pacientes psiquiátricos podem trabalhar produtivamente com os podendo produzir algumas melhoras no desempenho cognitivo destas pessoas (Burda,1994).

3.1. Alguns Produtos para Reabilitação Cognitiva

Produtos tradicionais para apoiar a RC de pacientes com diferentes tipos de deficiências exploram estratégias semelhantes àquelas utilizadas nos procedimentos usuais: tarefas de treinamento de relacionamento simbólico(Bracy,1996a), percepção simbólica (Bracy,1996b), memória visual (Bracy,1996c) que parecem ser produtos de concepção e interfaces bastante simples.

Já a maioria dos trabalhos explorando a RV descreve ambientes voltados para deficiências bem específicas, focando problemas mentais ou motores, como pode ser observado em:

- Tratamento de fobias (North,1998);
- Manipulação de cadeiras de rodas por crianças (Inman,1997);
- Distúrbios da imagem corporal (Riva,1998);
- Terapias de recuperação física (Bowman,1997);
- Distúrbios de atenção e movimento (Wann,1997);
- Autismo (Strickland,1997), entre outros.

Não foram encontrados trabalhos envolvendo pacientes psiquiátricos, o que nos motiva a realizar a pesquisa com esse grupo de pessoas.

4. Objetivos e Características da Pesquisa

A partir destas constatações, este estudo apresenta um ambiente virtual que integra abordagens terapêuticas para diferentes tipos de deficiências cognitivas, explorando aquelas comumente encontradas na esquizofrenia.

A esquizofrenia é um distúrbio ainda não esclarecido pela ciência, entretanto observam-se algumas características comuns aos pacientes: receio de enfrentar situações que exijam decisões comuns na vida diária. Estudos realizados de 1911 à 1995 mostraram que o paciente com esquizofrenia sofre um declínio social e cognitivo

acentuado, principalmente, nos primeiros dez anos da doença (Stevens,1997). As deficiências mais encontradas são observadas na avaliação da atenção e processamento da informação, memória/aprendizado, linguagem e funções executivas associados aos sistemas frontais e circuitos subcorticais (Cassidy,1996).

Logo, dois tipos de motivação nortearam esta proposta: a primeira, foi a busca de um ambiente virtual que pudesse ser utilizado para estimular as funções cognitivas primárias, de maneira a amenizar sua deterioração progressiva. A segunda, verificar se este ambiente poderia ser utilizado, sem agravar os sintomas da doença, por pessoas com esquizofrenia, servindo de ponte para uma maior aproximação com o real, liberando-os do medo de enfrentar certas situações desafiadoras, comuns ao nosso dia-a-dia.

Mas para que as possibilidades oferecidas pela tecnologia possam ser exploradas, é preciso, primeiramente, verificar se as características da doença dificultam a aceitação do trabalho com o ambiente virtual. Logo, a seguinte hipótese geral será verificada: os pacientes com esquizofrenia aceitam a tecnologia da Realidade Virtual e se sentem motivados a trabalhar com o computador.

O estudo de casos com pacientes, especificamente, trataria dos seguintes aspectos:

- Aceitação do trabalho com o computador;
- Nível de motivação para usar a máquina;
- Aceitação do equipamento de imersão (óculos especial);
- Observação da ocorrência de algum tipo de problema físico ou emocional no contato com a tecnologia;
- Verificação do índice de cumprimento das tarefas propostas pelo ambiente.

A seguir serão apresentadas, de forma resumida, as principais características do ambiente virtual em questão.

5. Um Ambiente Virtual para Reabilitação Cognitiva: AVIRC

AVIRC (Ambiente Virtual Integrado para Reabilitação Cognitiva) é representado como um espaço de trabalho unificado, formado por uma cidade e focando o treinamento de processos cognitivos, como atenção e memória e o treinamento de habilidades funcionais, como as funções executivas da vida diária. O ambiente é composto de uma praça cercada por ruas e vários tipos de construções: casas, lojas, pequenos prédios e supermercado que poderão ser livremente visitadas pelos pacientes.

Neste espaço, o paciente poderá realizar diferentes tarefas, sempre associadas aos procedimentos terapêuticos utilizados para a reabilitação de funções específicas e visando oferecer oportunidades de transferência e generalização. Na figura abaixo, são descritos de forma sucinta, a aparência de alguns dos cenários, a função cognitiva associada e a tarefa geradora de estímulos que o compõem.

Função cognitiva	Descrição do ambiente físico	Descrição das tarefas
Alerta	Uma sala com muitos elementos decorativos: relógio, fotos, quadros, calendário e música	Responder a perguntas sobre a hora, a data; desligar/ligar a luz e o som ambiente
Atenção e Percepção	Sala contendo livros e jogos	Resolver quebra-cabeças e escolher livros de acordo com os pedidos orais e escritos
Memória	Rua contendo um telefone público	Digitar números ao telefone a partir de pedidos orais e escritos
Funções Executivas	Loja de móveis	Escolher, entre vários móveis, o mais barato

Figure 2: Descrição de alguns cenários e tarefas do AVIRC

A seguir algumas cenas do ambiente são apresentadas nas figuras 3 e 4.



Figura 3: Vista parcial da cidade

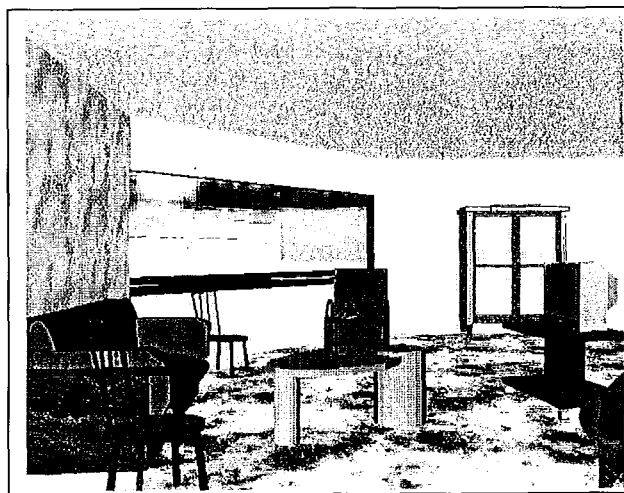


Figura 4: vista da sala de alerta

5.1. Projeto de Pesquisa

Perfil desejável dos participantes

- Pequeno grupo de pacientes com esquizofrenia diagnosticada e sem antecedentes de álcool e drogas. O número de pacientes participantes poderia ficar em torno de cinco(5).
- Se fosse possível, seria interessante ter alguns pacientes com características negativas e outros com características positivas.
- Pacientes com conhecimentos e experiências prévias com o computador serão bem-vindos.

Não há restrições quanto ao sexo, idade ou grupo social.

Os equipamentos necessários para esta pesquisa constituem-se de um computador contendo uma placa aceleradora gráfica e um óculos I-Glasses, que serão trazidos do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE-UFRJ e podem ficar nas dependências do Centro Comunitário.

O tempo de duração previsto para a realização desta pesquisa é de duas semanas se os pacientes já estiverem ambientados com o computador. Senão, serão necessários mais alguns dias para que a ambientação com a tecnologia computacional seja efetuada.

Ressaltamos que foi realizado um estudo dos aspectos éticos envolvidos neste tipo de experiência (Costa,2000) e que os pacientes teriam que estar de acordo em participar deste estudo, assinando um “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”.

Logo, iremos monitorar o tempo de exposição, que deve ser gradualmente aumentado; um tempo de repouso após a experiência; supervisão durante todo o tempo da exposição; e o cuidado com o ajustamento das imagens geradas nos capacetes (Lewis,1997), (North,1997). No caso de serem detectados quaisquer tipos de problemas, a experiência será interrompida.

Em caso de obtenção dos resultados esperados, esta pesquisa irá nortear a realização de projetos de pesquisas futuros, que por sua vez, irão aprofundar as questões envolvendo a Realidade Virtual neste domínio do conhecimento.

Os dados desta pesquisa irão compor parte da tese de doutorado da pesquisadora acima citada, que se compromete a publicá-los seja eles favoráveis ou não e a seguir os termos da Resolução n. 196/96.

Em anexo encontra-se o currículo do principal pesquisador envolvido neste trabalho.

Bibliografia

- (Cassidy,1996) CASSIDY, James; EASTON, Margareth; CAPPELLI, Carol; 1996, “Cognitive Remediation on persons with Severe and Persistent Mental Illness”; *Psychiatric Quartely*, Vol 67, winter.
- (Costa,1999) COSTA, Rosa Maria E.M.; CARVALHO, Luís Alfredo; ARAGON, Doris; 1999, “Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva”, *II Workshop Brasileiro de Realidade Virtual*, Marília, SP, pp. 115-126, 18-20 de novembro.
- (Costa,2000) COSTA, Rosa Maria E.M.; CARVALHO, Luís Alfredo; ARAGON, Doris; 2000, “Novas tecnologias Computacionais na Reabilitação Cognitiva”, 3rd Argentine Symposium on Healthcare Informatics (SIS2000), Buenos Aires, Argentina, setembro. (aceito para publicação)
- (Digit,1996) Em <http://www.loni.com/images/v14i3p2.gif>.

- (Moline,1997) MOLINE, Judy, 1997, "Virtual Reality for Health Care: a Survey"; *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*; Ed. Giuseppe Riva, IOS Press, Holanda.
- (Parenté,1996) PARENTÉ, Rick; HERRMANN, Douglas; 1996, *Retraining Cognition: Techniques and Applications*, Aspen Publishers, Inc.; Maryland.
- (Pipeline,1998) Em <http://www.pipeline.com/~lifesciassoc/cog/memory/memstw~1.htm>.
- (Shapes,1996) Em <http://www.loni.com/images/v14i5p3.gif>.
- (Stevens,1997) STEVENS, J.R., 1997, "Anatomy of schizophrenia revisited", *Schizophrenia Bulletin*, 23(3), pp373-383.