

Tecnologias computacionais e ambientes virtuais no processo terapêutico de reabilitação

Computer technologies and virtual environment
in rehabilitation therapeutic process

Tecnologías computacionales y ambiente virtual
en el proceso terapéutico de la rehabilitación

Rosimeire Aparecida Jerônimo*
Simone Maria Puresa Fonseca Lima**

RESUMO: Neste trabalho é apresentado um estudo sobre a utilização das tecnologias computacionais na área de reabilitação como meio auxiliar no processo terapêutico em diversas deficiências e incapacidades. Duas abordagens são apresentadas, uma utilizando os computadores no enfoque de educação de casos especiais e outra utilizando a tecnologia da realidade virtual por meio de ambientes virtuais. São apresentados exemplos mostrando que a tecnologia computacional tem sido utilizada como ferramenta auxiliar na reabilitação.

DESCRITORES: Computação aplicada, Reabilitação, Realidade Virtual

ABSTRACT: In this work a study is presented about the use of computer technologies in the rehabilitation field, so that it can aid the therapeutic process in many cases of incapacities and disabilities. Two approaches are presented. One is using computers having as a focus special education cases and the other using technology of the Virtual Reality through Virtual Setting. Examples are presented showing computer technology being used as a supplementary tool for rehabilitation.

KEYWORDS: Applied computing, Rehabilitation, Virtual Reality

RESUMEN: En este trabajo se presenta un estudio en el uso de las tecnologías computacionales en el área de rehabilitación como medio auxiliar en el proceso terapéutico en deficiencias e incapacidades diversas. Se presentan dos enfoques, uno usando las computadoras en el acercamiento de la educación de personas con necesidades especiales y otro usando la tecnología de la realidad virtual por medio de ambientes virtuales. Se presentan ejemplos, demostrando que la tecnología computacional ha sido utilizada como auxiliar en rehabilitación.

PALABRAS-LLAVE: Computación aplicada, Rehabilitación, Realidad Virtual

Introdução

Atualmente, observamos uma rápida e inexorável introdução e disseminação de tecnologias da informação nas várias camadas populacionais e nos diversos setores da sociedade. Praticamente todas as atividades da sociedade moderna estão sofrendo modificações profundas em razão da revolução

digital, tais como trabalho, educação, saúde, arte e cultura, dentre outras (Zuffo, 2001).

O uso das novas tecnologias na área da informática aplicada à saúde se consolida cada dia mais, por meio da expansão de experiências bem sucedidas em suas diferentes áreas de especialização. Todavia, no seio da comunidade científica, têm surgido nos últimos anos me-

canismos informáticos que auxiliam ao médico em seu trabalho de diagnóstico e aos profissionais da reabilitação no desenvolvimento de avaliações e meios de tratamento. Nas décadas mais recentes, têm ocorrido muitos progressos na colaboração entre os especialistas dos dois domínios. A área da saúde vem sendo impulsionada pelas novas tecnologias integradas aos

* Engenheira Industrial Eletricista pelo Instituto Católico de Minas Gerais. Mestre em Engenharia Elétrica, área de Engenharia de Sistemas, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Doutora em Engenharia Elétrica, área de Engenharia de Sistemas, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Docente do Centro Universitário São Camilo.

** Terapeuta Ocupacional pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre em Reabilitação pela Universidade Federal de São Paulo. Coordenadora da Especialização Pós Graduação Lato Sensu de Terapia Ocupacional em Reabilitação e Terapia da Mão e Membro Superior da Universidade Federal de São Paulo. Docente do Centro Universitário São Camilo. agone@uol.com.br

programas de reabilitação, destacando-se a utilização dos computadores para o treinamento e educação de pessoas deficientes (Holden, 2005).

A educação especial objetiva a recuperação ou integração socioeducativa dos indivíduos com necessidades de aprendizado específicas, devido a deficiência física ou mental (Campos e Silveira, 1998). Segundo Santarosa et al. (1996), o segmento da educação especial vem sendo afetado pelos avanços e aplicações que ocorrem 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, dentre as quais destacamos (Field et al., 1997):

- permite repetir exercícios escolares;
- pode sistematizar e alterar o nível de dificuldade de acordo com o desempenho do paciente.
- disponibiliza os resultados; oferece uma motivação externa;
- no caso de programas mais sofisticados, oferece a possibilidade de dar imediato *feedback*, individualizado para cada tipo de resposta.

O processo de reabilitação se inspira em princípios gerais que norteiam suas ações, à luz dos quais é julgada a eficiência dos esforços para o desenvolvimento máximo do potencial das pessoas com deficiência.

A fim de que sejam garantidos os direitos que as pessoas têm de serem pessoas e de serem tratadas como tal, com as suas diferenças individuais, Moragas (1970) esclarece que o processo de reabilitação deve ser orientado pelos seguintes fundamentos: *totalidade, individualidade, fundamentação científica, enfoque multidisciplinar, permanência* (entendida aqui como reciclagem), *universalidade, utilidade social* (indi-

vidual/cidadania, econômica, política e social).

A reabilitação não é tão somente um processo que busca a adaptação pessoal do deficiente, mas um esforço ideológico e concreto no sentido de promover o desenvolvimento máximo da funcionalidade efetiva, criadora e inclusiva.

Este artigo tem por objetivo apresentar uma resenha da utilização da tecnologia informática, enfocando o uso dos computadores e ainda a utilização da tecnologia da realidade virtual (RV) através de ambientes virtuais (AV), visto que as duas tecnologias podem auxiliar o processo terapêutico na reabilitação de pessoas portadoras de deficiências.

A tecnologia de realidade virtual (RV), também chamada de realidade artificial é descrita por Tamar e Katz (2004) como uma das mais inovadoras tecnologias, que possivelmente produzirá consideráveis impactos sobre a neuroreabilitação nos próximos anos. Nos últimos anos multiplicaram-se os grupos de pesquisa e os projetos em desenvolvimento, e começaram a aparecer até mesmo os primeiros produtos comerciais (Tamar e Katz, 2004).

A realidade virtual consiste de uma combinação de *software*, computadores de alto desempenho e periféricos especializados, os quais permitem criar um ambiente gráfico de aparência realística, no qual o usuário pode se locomover em três dimensões. Objetos imaginários, criados por *softwares*, podem ser sentidos e manipulados através de diferentes modalidades, incluindo visual, auditiva, vestibular e estímulo olfatório (Tamar e Katz, 2004).

Apesar dessa tecnologia encontrar-se em seus estágios de exploração prática, vários resultados têm apontado na direção do seu uso, ressaltando suas especificidades como fatores motivadores para a reabilitação de pacientes com diferen-

tes lesões cerebrais. Outro aspecto que deve ser salientado é o de que a realidade virtual pode ampliar as possibilidades terapêuticas das abordagens tradicionais, visto que essa tecnologia facilita o acesso a exercícios que estimulam variadas habilidades, sejam cognitivas ou motoras, através de ambientes virtuais que promovem associações mais diretas com as tarefas da vida diária (Drumond et al., 2002).

O artigo está organizado da seguinte forma: primeiramente são apresentados os conceitos e características da Reabilitação Cognitiva (RC); posteriormente se enfatiza o uso de tecnologias computacionais no auxílio ao processo de reabilitação, bem como algumas aplicações; por fim, segue-se com a descrição da realidade virtual e suas características, estendendo-se aos ambientes virtuais e suas aplicações no processo de reabilitação.

Reabilitação cognitiva (RC)

Cognição é um conceito referido a uma complexa coleção de funções mentais que incluem, dentre outras: atenção, percepção, compreensão, aprendizagem, memória e raciocínio. 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, e se refere também a planejamento, solução de problemas, monitoramento e julgamento, elementos considerados como funções cognitivas de alto nível (Costa e Carvalho, 2001).

Se uma pessoa sofre algum tipo de lesão cerebral, uma ou várias das funções acima mencionadas podem se tornar deficientes. Para recuperá-las será necessário

empreender estratégias terapêuticas específicas para cada tipo de deficiência detectada. Logo, a RC é o processo que visa recuperar ou estimular as habilidades funcionais e cognitivas do homem, ou seja, (re)construir seus instrumentos cognitivos (Mello e Costa, 2005).

A RC trabalha com variados tipos de distúrbios e deficiências: distúrbios de atenção e concentração, negligência espacial e visual, deficiências de memória, descontroles emocionais e de comportamento, entre outros (Stringer, 1996).

Os exercícios de RC podem ser aplicados por intermédio de qualquer 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 (Mello e Costa, 2005).

Em uma revisão bibliográfica, Linch (2002) descreveu o aparecimento inicial de jogos de vídeos como recreação terapêutica na década de 1970, mas foi na década de 1980 que surgiram os primeiros computadores pessoais e *software* educacionais disponíveis. A partir de então, vários profissionais de reabilitação começaram a produzir e a comercializar *software* para o treinamento cognitivo (Linch, 2002).

Existem diferentes abordagens para a reabilitação cognitiva, que se diferenciam a partir do critério conceitual utilizado. Segundo Rizzo e Bluckwaller (1997), 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 concentram-se no treinamento do componente do processo cognitivo, como atenção e memória,

enquanto outras dão destaque ao treinamento de habilidades funcionais, como a prática de um conjunto de tarefas em um trabalho de rotina. A exploração de um desses enfoques não exclui a utilização de outro. Muito pelo contrário, tais abordagens se complementam e possibilitam a integração de vários aspectos essenciais para a recuperação do paciente (Costa e Carvalho, 2001).

Uma questão fundamental na reabilitação cognitiva refere-se aos conceitos de generalização e transferência. Ocorre transferência quando o aprendido pode ser aplicado a outro contexto, e ela se divide em *transferência positiva* e *transferência negativa*. A transferência positiva ocorre quando o que é aprendido em um contexto facilita o aprendido em outro contexto. Enquanto que a transferência negativa ocorre quando o que é aprendido em um contexto impede o aprendido em outro contexto (Mello e Costa, 2005).

Dessa forma, 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 portanto tentar atingir a generalização, que pode proporcionar autonomia e independência.

A reabilitação existe a fim de, com o auxílio de uma equipe multiprofissional, desenvolver as potencialidades e diminuir as limitações de pessoas portadoras de necessidades especiais, dentre as quais destacam-se (Campos e Silveira, 1998):

- aprender a andar com uma prótese, muletas ou cadeira de rodas. [Pode ser propiciada através de dispositivos e mecanismos de realidade virtual.];
- aprender a se comunicar e a falar. [Através de *softwares* de

comunicação alternativa e alternativa.];

- educar ou reeducar para usar outros sentidos e recursos. [Através de diferentes *softwares*.];
- exploração máxima do desenvolvimento de suas potencialidades físicas, mentais e sensoriais. [Por meio de ajudas técnicas (ou tecnologias assistentes) e *softwares*.].

Neste contexto, são apresentados dois enfoques do processo de reabilitação por meio da tecnologia computacional. Em um primeiro momento destaca-se a utilização dos computadores para o treinamento e educação de pessoas portadoras de necessidades especiais. No segundo momento é apresentado o uso da tecnologia da realidade virtual, visto que as 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.

A RV tem sido bastante utilizada na medicina, e 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 et al., 1995). Na área de reabilitação, os ambientes virtuais vêm despondo como uma tecnologia promissora para apoiar processos de recuperação de pacientes com diversos tipos de lesões cerebrais, fortalecendo o potencial de generalização das atividades (Costa e Carvalho, 2001).

A seguir abordaremos a utilização dos computadores no processo de reabilitação, destacando algumas experiências já desenvolvidas na área, após o que este relato voltar-se-á para a tecnologia de RV através da utilização de AV.

Tecnologias computacionais no auxílio ao processo de reabilitação

Em se tratando da informática na educação, o computador vem sendo analisado não apenas como uma máquina, mas sim como um forte auxiliador no ensino, no qual o conhecimento e a tecnologia percorrem juntos os mesmos caminhos.

O que diferencia a *educação* da *educação especial* é que a *educação* trata de indivíduos não portadores de deficiência e a *educação especial* trata de indivíduos portadores de deficiência. Este indivíduo cresce com uma restrita interação com o meio em que vive e a realidade que o cerca, e se isto não for corrigido a tempo, ou não for estimulado, assume posições de passividade diante da realidade e na solução de problemas diários, necessitando sempre que os outros resolvam seus problemas ou até mesmo pensem pelo indivíduo.

Segundo Valente (1991): “As crianças com deficiências (física, auditiva, mental ou visual) têm dificuldades que limitam sua capacidade de interagir com o mundo. Estas dificuldades podem impedir que [...] desenvolvam habilidades que formam a base do seu processo de aprendizagem” (Valente, 1991).

O objetivo do uso do computador é propiciar um ambiente de aprendizado baseado na resolução de problemas. Ele é portanto uma “ferramenta educacional”, e o indivíduo que o manipula obtém o aprendizado pelo fato de estar realizando uma tarefa.

Cole e Dehdashti (1990), desenvolveram medidas de desempenho para determinar o grau de sucesso do indivíduo na utilização do computador:

- tempo de aprendizado;
- absorção de informação para ser empregada em uma próxima sessão;
- quantidade de erros do usuário;

- tempo para recuperar-se após os erros;
- tempo para completar uma tarefa;
- resistência pessoal durante o uso;
- capacidade de retenção de informação (memória);
- habilidade para desenvolver-se sob condições variáveis.

Segundo os autores, uma ou mais dessas condições devem ser medidas, para guiar o terapeuta na determinação do benefício que o indivíduo com incapacidade cognitiva poderá ter na utilização do computador (Cole e Dehdashti, 1990).

O computador exercita a área de atenção e concentração, percepção visual, memorização, organização, orientação espacial, seqüência lógica e criatividade, respeitando a capacidade e o ritmo de aprendizado de cada paciente. Os *softwares* fazem com que ele desenvolva seu raciocínio através de um saber ou uma habilidade, e favorecem a comunicação direta. O paciente progride conforme seu próprio ritmo, repetindo uma mesma explicação pelo tempo que for necessário e recebendo o *feedback* de suas intervenções.

“A grandeza da Informática não está na capacidade que ela tem de aumentar o poder centralizado nem na sua força para isolar as pessoas em torno da máquina, mas [...] no imenso campo que abre à cooperação. É uma porta para a amizade, para a criação de atividades cooperativas, para a cumplicidade de críticas solidárias aos governos e poderes opressores ou injustos. Enfim, as redes informatizadas propiciam a solidariedade e a criação e desenvolvimento de projetos em parcerias.” (Almeida e Fonseca Júnior, 2000)

Sendo assim, as vivências, o agir, o pensar, o aprender e o ensinar são transportados para o computador, utilizando o mesmo para *melhor comunicar, criar, aprender e*

desenvolver novos processos educacionais, como o de aprendizado.

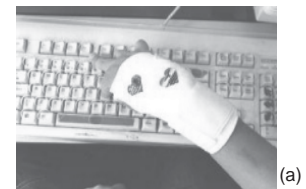
A importância da utilização do computador no ambiente terapêutico se deve a diversos fatores, dentre os quais:

- a inserção do computador em quase todos os ambientes;
- a oferta de diferentes oportunidades nesses quase todos ambientes;
- a oferta de diferentes oportunidades de aprendizado;
- a viabilização de formas de expressão oral, escrita e visual;
- a inclusão escolar.

A informática não deve ser compreendida como fim, mas como um meio de auxiliar uma atividade terapêutica possibilitando a realização de uma tarefa, um aprendizado, a elaboração de conceitos, comunicação, sendo um recurso viável na reabilitação da criança portadora de paralisia cerebral.

A figura abaixo, ilustra casos do processo terapêutico via computador em crianças portadoras de algumas deficiências físicas.

Processo de reabilitação utilizando computadores em crianças com apresentação de casos especiais



(a)



(b)

FIGURA 1

Fonte: <http://www.amr.org.br/infoterap/>

A seguir são apresentadas algumas descrições de experiências práticas utilizando os computadores em RC.

Experiências práticas utilizando tecnologias computacionais em RC

Como forma ilustrativa, a seguir são apresentados alguns resultados e descrições de trabalhos realizados com portadores de diferentes tipos de distúrbios.

Keske e Bernardi (2003) apresentaram o desenvolvimento e implementação de um *software* para complementar a avaliação e a terapia fonoaudiológica. Esse *software*, denominado *Fonoware*, foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar na terapia fonoaudiológica de pacientes com distúrbios de fala e linguagem, podendo o mesmo ser expandido para outros problemas dentro da fonoaudiologia. No desenvolvimento do *Fonoware* foi utilizada uma ferramenta de co-autoria, *Toolbox* (multimídia), para que o *software* pudesse apresentar sons, imagens, animações, banco de palavras com gravuras, fonemas. Para as aplicações de cadastros dentro do *Fonoware* foi utilizado *Delphi*, ferramenta de fácil acesso para a maioria dos bancos de dados. Com a integração da área da fonoaudiologia e da informática, o *Fonoware* foi desenvolvido, atingindo os objetivos iniciais do projeto, que era servir de auxílio aos fonoaudiólogos no tratamento de distúrbios de fala e linguagem, especificamente crianças com alterações na emissão de fonemas.

Em Dias (2002) é apresentado um estudo para analisar o tratamento fonoaudiológico em indivíduos com doença de Parkinson, utilizando os recursos da informática. Desse estudo participaram 20 indivíduos com doença de Parkinson do gênero masculino, na faixa etária de 53 a 65 anos. Todos foram

submetidos a avaliação fonoaudiológica do comportamento vocal nos períodos pré e pós tratamento, envolvendo análise perceptivo-auditiva e acústica. A análise acústica computadorizada da voz foi realizada a partir da captação direta das vozes em um microcomputador COMPAQ devidamente configurado, através de microfone profissional SHURE e analisados pelo programa GRAM 5.1. As avaliações foram realizadas com os indivíduos em pé, com microfone posicionado em ângulo fixo de 45° a 90° e distância de 4 cm da boca, em ambiente com pouco ruído (inferior a 50 dB). Foram coletadas amostras vocais da vogal /a/, considerando-se trechos médios de 3 segundos. Os indivíduos eram solicitados a realizar uma inspiração profunda e em seguida emitir a vogal pelo maior tempo possível, sem entrar no desconforto da emissão. Todos os indivíduos foram tratados pelo período de um mês, com duas sessões de fonoterapia por semana, com duração de uma hora. Durante as sessões, os indivíduos foram treinados a emitirem a vogal /a/ sustentada em voz forte, com esforço fonatório, pelo tempo o mais prolongado possível. No processo de treinamento, as emissões vocais eram acompanhadas pelos indivíduos na tela do microcomputador através de imagens de espectogramas e entrada de sinal de áudio em tempo real. Os recursos da informática possibilitaram aos indivíduos com doença de Parkinson a observação de respostas fisiológicas, como a manutenção de emissões vocais estáveis (sem a presença de tremor vocal) e intensidades vocais que não poderiam ser normalmente observadas, uma vez que esses indivíduos apresentam também, em decorrência da doença, comprometimento sensorial. A utilização desse recurso possibilitou aos indivíduos

a visualização da própria emissão vocal na tela do microcomputador, representada pelos espectogramas em tempo real. Desse modo, o emprego dessa tecnologia promoveu a melhora da função fonatória, através da exposição visual, fornecendo aos indivíduos informações específicas para o desenvolvimento da habilidade de auto-regulação a partir da correlação das emissões vocais com a descrição visual. O tratamento fonoaudiológico baseado na utilização da informática em indivíduos com doença de Parkinson apresenta-se como opção satisfatória de instrumento terapêutico para os distúrbios da comunicação oral na doença de Parkinson.

Weiss et al. (2003), desenvolveram estudo que objetivou determinar a conveniência e a viabilidade de um sistema de realidade virtual no treinamento de indivíduos com acidente vascular encefálico e hêmiplegia espacial para atravessar a rua de maneira segura e vigilante. A população em estudo apresentava entre 55 a 75 anos de idade. O ambiente virtual consistiu de uma rua de uma típica cidade, e foi programado utilizando *3D-Webmaster Superscape* e uma ferramenta *Webauthoring 3D*. Os resultados do estudo mostraram que na população estudada, a realidade virtual mostrou-se um meio sensível para auxiliar na esfera cognitiva e motora, além de produzir benefícios a indivíduos que tenham dificuldades em atravessar ruas (Weiss et al., 2003).

Em Xavier et al (2003) é apresentado um estudo de caso com o objetivo de promover a autonomia e a independência de um portador de Doença de Alzheimer (DA) por meio da adaptação de um Sistema de Auxílio Cognitivo (SAC) a um Sistema de Posicionamento Global (GPS) a partir de uma meto-

dologia de Modelagem Cognitiva¹ (MC). O SAC é um conjunto de tecnologias computacionais (Inteligência Artificial² – IA, Computação Onipresente, *softwares* e *hardwares* variados) com a finalidade de aumentar e potencializar capacidades humanas, promovendo a autonomia e a independência daqueles que sofrem de limitações cognitivas, incluindo os portadores de DA (Katzuz e Etzioni, 2002). Esse estudo de caso foi realizado em um paciente de 52 anos, portador de DA do tipo precoce (início antes dos 60 anos com curso acelerado), com evolução da doença atual de cerca de três anos. Após o estudo realizado e análise dos resultados, os autores concluíram que o paciente foi capaz de usar o dispositivo atingindo os objetivos propostos, conseguindo perceber que este SAC auxiliou-o na recuperação de uma função que havia perdido (andar na rua sem se perder), e promovendo assim sua autonomia e capacidade de tomada de decisões.

A realidade virtual e suas características

Pode-se observar um considerável aumento do número de aplicações baseadas em métodos de RV nas áreas de entretenimento, engenharia e negócios, bem como educação e saúde, entre outras áreas do conhecimento que já se beneficiam com o uso dessa tecnologia.

Dentre o número de aplicações, as funções educacionais e terapêuticas têm se destacado como de ampla aplicabilidade e aceitabilidade.

A RV utiliza avançadas tecnologias de interface, sendo que sua

principal característica é a *imersão*, visto que o usuário não fica em frente ao monitor, mas sim imerso em um mundo tridimensional artificial completamente gerado pelo computador. Para que a relação homem-máquina ocorra é indispensável o uso das interfaces e da interatividade, pois sem esses dois fundamentos, é impossível haver qualquer tipo de relação homem-máquina, seja dentro da Internet ou mesmo fora dela. A RV é portanto uma área do conhecimento que oferece inúmeras oportunidades de investigação científica e inovação tecnológica, visto que é um novo paradigma de interface com o usuário. Nesse paradigma, porém, o usuário não estará mais em frente ao monitor, mas sentir-se-á no interior da interface, utilizando-se para isto de dispositivos especiais.

A RV busca captar os movimentos do corpo do usuário (em geral braços, pernas, cabeça e olhos) e, a partir desses dados, realizar a interação homem-máquina.

Portanto, a RV é uma técnica avançada de interface, na qual o usuário pode realizar o processo de imersão, interação e envolvimento e presença em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multisensoriais, conforme enfatizam Pinho e Kirner, (1998) e Burdea e Coiffet (2003):

Imersão: em que a percepção desejada é a de que estar “dentro” do ambiente virtual.

Interação: permite que o usuário interaja com o ambiente, controlando o ritmo de trabalho. Neste caso, o sistema computacional (ambiente virtual) possui adaptabilidade instantânea aos movimentos do usuário.

Envolvimento: obtido através do estímulo dos sentidos humanos (tato, visão e audição), ou seja, está relacionado aos aspectos sensoriais e motivacionais intrínsecos ao usuário.

Presença: sentido subjetivo de que o usuário está fisicamente dentro do ambiente virtual.

A RV baseia-se no uso de dispositivos imersivos e equipamentos especiais, tais como: capacetes de visualização (*Head-mounted displays* – HMD), dispositivos de rastreamento, luvas eletrônicas, óculos apropriados e salas de projeção, que permitem ao usuário navegar através de um ambiente virtual e interagir com objetos virtuais. Deve-se ressaltar que o uso de monitores convencionais vem obtendo resultados bastante positivos.

Portanto, um ambiente virtual (AV) é um ambiente artificial 3D multisensorial, interativo, imersivo, gerado por computador, no qual o ponto de vista ou a orientação dos objetos da cena são controlados através da posição corporal ou equipamentos sensoriais específicos. Com a queda dos custos da tecnologia de RV, a implementação e verificação desses conceitos vêm sendo exploradas mais profundamente.

O uso de AV vem se mostrando adequado para apoiar, principalmente, processos cognitivos e, segundo Littman (1997), isto se deve à multidisciplinariedade envolvida neste domínio.

Ambientes virtuais no processo de reabilitação cognitiva

Um dos campos em que existe grande interação entre a realidade virtual e a medicina é o campo da

1. A Modelagem Cognitiva (MC) é a determinação de qual o nível de complexidade no qual o Sistema Cognitivo do Indivíduo consegue operar. Ela é obtida por meio da hierarquização de tarefas ou perguntas em níveis progressivos de complexidade (dificuldade). A partir desta hierarquização se verifica quais as habilidades cognitivas restantes podem ajudar a pessoa a atingir seu melhor nível de autonomia, independência, funcionalidade e realização.

2. Inteligência Artificial (IA) é o campo da ciência que tenta explicar a origem da natureza do conhecimento objetivando representar a inteligência, que é uma faculdade do ser humano, através de modelos computacionais. A IA dedica seus estudos as técnicas computacionais que representam alguma característica ou aspecto da cognição humana (raciocínio).

reabilitação. Os sistemas de RV têm normalmente um conjunto de características próprias, das quais se destacam o fornecimento imediato de *feedback*, a sua adaptação ao paciente, a não interferência com qualquer outro domínio que não o que está a ser tratado, assim como o fato de serem normalmente mais atrativos e menos dolorosos que os métodos tradicionais. É fundamental ainda ressaltar que, além disso, pode-se destacar: o aumento da motivação dos pacientes durante a reabilitação, a quantificação precisa dos resultados obtidos, a flexibilidade do sistema, com a criação de inúmeras variações, assim como a diminuição dos custos envolvidos. Os aspectos mencionados revelam-se como algumas das muitas vantagens da utilização da realidade virtual em vários campos, nomeadamente na medicina (Antunes et al., 2000).

Na área de reabilitação, os ambientes virtuais vêm despontando como uma tecnologia promissora para apoiar processos de recuperação de pacientes com diversos tipos de lesões cerebrais, fortalecendo o potencial de generalização das atividades.

Contudo, o uso de AV na área de saúde pressupõe o respeito aos pacientes, por envolver fatores éticos, sendo que no caso da tecnologia de RV, há vários trabalhos — dentre os quais podemos destacar Cromby et al. (1996) e Lewis e Griffin (1997) — que discutem os aspectos éticos relacionados ao uso dessa tecnologia no caso da reabilitação cognitiva, em que percebe-se um foco bastante intenso nas questões envolvidas na imersão.

Aplicações de ambientes virtuais no processo de reabilitação cognitiva

A maioria dos trabalhos apresentados em relação à RV através

de AV descreve ambientes voltados para deficiências bem específicas, focando problemas mentais ou motores. Dentre alguns trabalhos, pode-se citar, dentre outros:

- Tratamento de fobias (North et al., 1998; Wauke et al., 2004; Pertaub et al., 2001; Bullinger et al., 1998; Carlin et al., 1998; Mühlberger et al., 2001; Vincelli et al., 2000).
- Manipulação de cadeiras de rodas (Niniss e Nadif, 2000).
- Distúrbios da imagem corporal (Alcaniz et al., 2000).
- Acidentes vasculares (Jack et al., 2001).
- Autismo (Dautenhahn, K., 2000; Drumond et al., 2002).
- Tratamentos neuropsiquiátricos (Costa e Carvalho, 2001; Costa e Carvalho, 2003).

A realidade virtual tem se apresentado como uma poderosa ferramenta em trabalhos com simulações reais do dia-a-dia, permitindo imersão, navegação e interação em um ambiente sintético. Neste ambiente, o usuário pode manipular, visualizar e interagir com os objetos da aplicação em tempo real.

Observa-se no meio acadêmico científico a intensificação das investidas terapêuticas através da realidade virtual, como recurso alternativo capaz de se tornar elemento facilitador na aquisição e reorganização das habilidades motoras e funcionais.

Holden (2005), em recente revisão bibliográfica sobre ambiente virtual na reabilitação motora, encontrou quatro áreas de confluência nos estudos rastreados, que seguem descritas: pessoas com deficiências apresentam capacidade de aprendizado maior no ambiente virtual; os movimentos aprendidos através da realidade virtual por pessoas com deficiência, são transferidos para o mundo real equivalente e as tarefas moto-

ras em diversos casos, são generalizadas para outras tarefas não treinadas; em diversos estudos que compararam o aprendizado motor em ambiente real com aquele feito em ambiente virtual, foram apuradas algumas vantagens para o treinamento através desta última; nenhuma ocorrência sobre aversões ao contato virtual na população com deficiência motora, foi encontrada.

Outros estudos, como os desenvolvidos por Kim et al., (2004), Lee et al., (2003), Weiss et al., (2003) e Zang et al., (2002) vêm fazendo uso da realidade virtual para auxiliar no tratamento de pessoas com lesões centrais e que apresentam dificuldades na execução das tarefas de rotina.

É identificado um crescimento ascendente no sentido de reconhecer o meio virtual como elemento facilitador e sensível para tratamentos não meramente cognitivos, mas funcionais, promovendo globalmente a autonomia funcional do indivíduo (Tamar e Katz, 2004; Holden, 2005).

No Brasil, a utilização de ambientes virtuais em terapias ainda encontra-se incipiente, e apesar do número significativo de trabalhos desenvolvidos em outros países, as diferenças culturais dificultam a utilização de um mesmo ambiente em todas as regiões do mundo.

A seguir descrevemos algumas experiências com aplicações dos ambientes virtuais em processos terapêuticos.

Ambientes virtuais no tratamento de fobias

Dentro do contexto anterior, e considerando os obstáculos encontrados nas terapias convencionais, Wauke et al. (2004) apresentam um sistema de realidade virtual para apoiar o tratamento de fobias urbanas. As situações selecionadas estão relacionadas com

situações reais que ocorrem no dia-a-dia das pessoas que vivem em grandes centros urbanos. Este trabalho ainda descreve os resultados iniciais de uma experiência com uso dos ambientes virtuais, utilizando equipamentos imersivos de realidade virtual. Este sistema denominado *VESUP (Virtual Environments for Supporting Urban Phobias Treatment)* é composto por três ambientes virtuais, com enfoque nas fobias urbanas: Elevador panorâmico, elevador convencional e túnel. Os ambientes abrangem situações que, em geral, facilitam a vida das pessoas, mas que no caso de uma pessoa fóbica acabam se tornando um obstáculo em suas vidas. No ambiente do elevador panorâmico, a graduação é realizada com a passagem de um andar para outro andar mais alto. A abordagem desejada com este ambiente é a acrofobia.

No elevador convencional, a graduação se relaciona com o tempo de permanência do paciente no ambiente. O objetivo desse ambiente é trabalhar com pessoas claustrofóbicas.

O ambiente do túnel foi o único em que foram acrescentadas imagens reais de um túnel da cidade do Rio de Janeiro, obtidas através da edição de fotografias digitais. Tal ambiente é indicado para ser utilizado por pessoas com claustrofobia.

Os três ambientes também podem ser utilizados no tratamento da agorafobia, considerando a dificuldade de fuga desses lugares. Os ambientes foram avaliados e testados, e os resultados obtidos no experimento indicam que os ambientes virtuais são capazes de gerar sensações próximas às reais e, portanto, apresentam potencial para serem utilizados no tratamento de fobias (Wauke et al., 2004).

Ambientes virtuais aplicados à reabilitação de crianças com visão subnormal

Em Antunes et al (2000) é descrito um projeto desenvolvido no âmbito de realidade virtual que integra vários exercícios para crianças com visão subnormal. As limitações em nível visual, já perto da cegueira, convertem as aplicações informáticas num particular foco de atração para esse tipo de doentes. Ainda que a situação seja irreversível, a conjugação de elementos criteriosamente escolhidos — forma, cor, textura, luminosidade — pode vir a estimular o uso da visão residual. A criação de cenas simples e complexas, juntamente com a exploração de diferentes movimentos para os objetos intervenientes, abre caminho para um projeto que poderá vir a constituir uma poderosa ferramenta para auxílio do pessoal médico.

Ambientes virtuais para acessibilidade aos deficientes visuais

Em Sonza e Santarosa (2003) é apresentado um trabalho cujo objetivo é fornecer noções básicas sobre os principais sistemas de acessibilidade de deficientes visuais aos ambientes virtuais atualmente utilizados no nosso país, suas principais características e modo de funcionamento.

Ambientes virtuais integrado em pessoas com esquizofrenia

Em Costa e Carvalho (2001; 2002) é discutido o aumento do uso dos computadores nos processos educacionais e médicos, apontando a realidade virtual como uma tendência nessas áreas e apresentando uma experiência com um ambiente virtual integrado em pessoas com esquizofrenia. O desenvolvimento desse ambiente, definido como *AVIRC* — Ambiente Virtual Integrado para Reabilita-

ção Cognitiva, apoiou-se em um processo de desenvolvimento de *software* composto por quatro etapas: Definição de requisitos, projeto, implementação e avaliação. As cenas apresentadas no ambiente são simples, motivando o usuário a aprender de forma amena e divertida. Neste ambiente, o paciente poderá realizar diferentes tarefas, sempre associadas aos procedimentos terapêuticos para a reabilitação de funções específicas e visando oportunidades de transferência e generalização. As tarefas são apresentadas a partir da navegação em uma cidade. O ambiente virtual foi testado, e pelos resultados apresentados os autores concluíram que os pacientes aceitaram a tecnologia, sentindo-se motivados a trabalhar com o computador, e cumpriram a maioria das tarefas propostas pelo ambiente. No caso específico da doença explorada nessa 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. 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.

Em Mello e Costa (2005) o *AVIRC* é estendido, realizando um estudo de caso com uma cidade virtual. Neste sentido, o objetivo desse trabalho teve como base relatar os resultados de um experimento realizado em um ambiente de supermercado com pessoas com insuficiência mental, e apresentar uma nova versão do ambiente, que disponibiliza meios de manipulação de valores através de uma interface

mais dinâmica. Esse ambiente virtual pode ser usado também para o treinamento realizado a distância.

Ambientes virtuais para estimulação cognitiva do transtorno autista

O trabalho apresentado em Drummond et al., (2002) teve como objetivo central definir, projetar e desenvolver um ambiente virtual que integre abordagens terapêuticas e de desenvolvimento funcional para diferentes níveis de transtorno autista, visando a investigação do nível de capacidade de navegação e interação no referido ambiente por parte dos indivíduos com esse transtorno.

Ambientes virtuais para estimulação das atividades de rotina diária

Lee et al., (2003) enfatizaram que a realidade virtual empregada na reabilitação da funcionalidade, apresenta vantagens sobre as técnicas de atividades da vida diária em reabilitação. No estudo foi desenvolvido um supermercado virtual e a possibilidade de utilizar um sistema de realidade virtual para

avaliar e treinar habilidades cognitivas e investigações das atividades de vida diária. Ficou demonstrado que a tecnologia de realidade virtual oferece ferramentas que são promissoras para o treinamento das atividades de rotina (Lee et al., 2003).

Ambientes virtuais como meio de avaliação e intervenção nas lesões encefálicas

O estudo de Zhang et al., (2001), avaliou a habilidade de trinta pacientes com lesão encefálica, através de um simulador de uma cozinha virtual. Cada indivíduo foi avaliado duas vezes a partir do sétimo ao décimo dia. Um total de trinta tarefas foram categorizadas como processamento de informação, solução de problemas, seqüência lógica e agilidade de respostas. O resultado demonstrou que pessoas com lesão encefálica, apresentam significativa diminuição na habilidade de processar informações, na identificação de seqüência lógica e na agilidade de respostas. Os autores con-

cluíram que o computador que simula ambiente virtual representa uma ferramenta para avaliar e selecionar funções cognitivas, podendo ser utilizado como um complemento para a avaliação de reabilitação tradicional, para indivíduos que tiveram lesão encefálica adquirida.

Comentários finais

Já foram realizados muitos trabalhos que comprovaram que o uso da tecnologia computacional tem muito a contribuir para a área da reabilitação. Não há dúvidas que a aplicabilidade da tecnologia usando ambientes virtuais é uma área de pesquisa promissora para auxiliar na avaliação e no tratamento de pessoas portadoras de deficiências. Em especial, o uso dessa tecnologia vem se destacando por apresentar uma interface mais atraente, o que gera maior motivação por parte do paciente e, como conseqüência, uma maior aceitação e participação no tratamento.

REFERÊNCIAS

- Alcaniz M, Botella C, Perpiña C, Baños R, Lozano JA, Montesa J et al. New Realistic 3D Body Representation in Virtual Environments for the Treatment of Disturbed Body Image in Eating Disorders. *Cyberpsychol Behav.* 2000;3(3):433-439.
- Almeida FJ, Fonseca Júnior FM. Aprendendo com Projetos. Brasília: Ministério da Educação; 2000. PORINFO/MEC. [homepage na internet]. Disponível em:
<http://www.inf.ufsc.br/~edla/mec/livro04.pdf>
- Antunes C, Lynce I, Pereira JM, Martins JPR. Realidade Virtual em Subvisão. In: 9º Encontro Português de Computação Gráfica. 2000; Marinha Grande.
- Bracy O. Digit/Symbol Transfer. *J Cogn Rehabil.* 1996;4(3).
- Bullinger AH, Roessler A, Spahn FM. From Toy to Tool: the Development of Immersive Virtual Reality Environments for Psychotherapy of Specific Phobia. In: *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience.* [S. l.: s. n.]; 1998.
- Burdea GC, Coiffet P. *Virtual Reality Technology.* 2 ed. Harcover: IEEE Press; 2003.
- Campos M, Silveira MS. Tecnologias para a Educação Especial. In: *Anais do IV Congresso RIBIE;* 1998; Brasília.
- Carlin AS, Hoffman HG, Weghorst S. Virtual Reality and Tactile Augmentation in the Treatment of Spiderphobia: a Case Report. *Short Communications. Behav Res Ther.* 1998;35:153-158.
- Cole EC, Dehdashti PA. Multifunctional computer-based cognitive orthosis for a traumatic brain-injured individual with cognitive deficits. In: *Proceedings of the 13th Annual RESNA Conference;* 1990; Washington.

- Costa RMEM, Carvalho, LA. Experimentando um Ambiente Virtual com Pacientes Neuropsiquiátricos. In: II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação; 2001; Challenges. p.529-546.
- Costa RMEM, Carvalho LA. Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva. In: I Workshop de Realidade Virtual e Visualização Científica o Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia; Nov 2002; Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.lamce.ufrj.br/GRVa/wrv2002>.
- Costa RMEM, Carvalho LAV. A Realidade Virtual como Instrumento de Inclusão Social dos Portadores de Deficiências Neuropsiquiátricas. In: XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação; 2003; Rio de Janeiro. p.431-440.
- Cromby J, Standen P, Brown D. The Potentials of Virtual Environments in the Education and Training of People with Learning Disabilities. *J Intellect Dis Res.* 1996;40(6):489-501.
- Dautenhahn K. Design Issues on Interactive Environments for Children with Autism. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Disability. Virtual Reality and Associated Technologies; 2000; Italy. p.153-162.
- Dias M, Dias AE. O Uso da Informática na Reabilitação Fonoaudiológica da Doença de Parkinson. In: II Workshop de Informática Aplicada à Saúde; 2002.
- Drummond R, Carvalho LAV, Costa RMEM, Facion JR, Nogueira SE. A Estimulação Cognitiva de Pessoas com Transtorno Autista através de Ambientes Virtuais. *Cad IME.* 2002;13.
- Field C, Galletly C, Anderson D, Walker P. Computer-aided Cognitive Rehabilitation: Possible Applications to the Attentional Deficit of Schizophrenia. A Report of Negative Results. *Percept Mot Skills.* 1997; 85.
- Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav.* 2005;8(3): 187-219.
- Jack D, Boian RAS, Merians M, Tremaine GC, Burdea SV, Adamovich M et al. Virtual Reality-Enhanced Stroke Rehabilitation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2001;9(3):308-318.
- Kautz H, Etzioni O. Foundations of Assisted Cognition Systems Department of Computer Science & Engineering . Seattle: University of Washington; 2002.
- Keske KL, Bernardi G. FONOWARE: Software para Auxilio na Avaliação e Terapia dentro da Fonoaudiologia. *Hifen.* 2003;27(52):181-182.
- Lee JH, Ku J, Cho W, Hahn WY, Kim IY, Lee SM et al. A Virtual Reality System for the Assessment and Rehabilitation of the Activities of Daily Living. *Cyberpsychol Behav.* 2003;6(4):383-8.
- Lewis C, Griffin M. Human Factors Consideration in Clinical Applications of Virtual Reality. In: *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology.* [S. l.]: Giuseppe Riva; 1997.
- Linch B. Historiical Review of Computer-assisted Cognitive Retraining. *J Head Trauma Rehabil.* 2002;17 (5):446 457.
- Littman M. Enchacing Instruction Through Virtual Reality. In: Proceedings of the 13th International Conference on Technology and Education; 1997; Lousiana.
- Mello WLC, Costa RMEM. Um Supermercado Virtual para a Reabilitação Cognitiva. In: X Taller Internacional de Software Educativo; 2005; Santiago. p.219-223.
- Moragas R. *Rehabilitación un Enfoque Integral.* Espanha: Editorial Vicens Vives; 1970.
- Mühlberger A, Herrmann MJ, Wiedemann G, Ellgring H. Repeated Exposure of Flight Phobics to Flight. *Behav Res Ther.* 2001;39(9):1033-50.
- Niniss H, Nadif A. Simulation of the Behaviour of a Powered Wheelchair using Virtual Reality. In: 3rd International Conference on Disability. Virtual Reality and Associated Technologies; 2000; Sardinia Italy. p.9-14.
- North MN, North SM, Coble JR. Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Phobias. In : Riva, Wiederhold, Molinari, editores. *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience* Amsterdam, Netherlands: IOS Press; 1998.
- Oliveira LF, Silva VF. Inteligência Artificial: contribuições da informática na reabilitação dos distúrbios da comunicação. *Rev Lato Sensu.* 2003; 4(2): 133-7.
- Parenté R, Hermann D. *Retraining Cognition: Techniques and Applications.* Maryland: Aspen Publishers; 1996.
- Pertaub DP, Slater M, Barker C. An Experiment on Fear of Public Speaking in Virtual Reality. *Stud Health Technol Inform.* 2001;81:372-378.
- Pinho MS. Tutorial sobre o uso de Realidade Virtual Aplicada em Informática na Educação. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação; 1996; Belo Horizonte.
- Pinho M, Kirner C. Uma Introdução à Realidade Virtual. In: Anais da II Escola Regional de Informática; 1998; Região MG/ Centro-Oeste. p. 1-26.
- Pugnetti L, Mendozzi L, Motta A, Cattaneo A, Barbieri E, Brancotti A. Evaluation and Retraining of Adults Cognitive Impairments: Wich Role for Virtual Reality Technology. *Comput Biol.* 1995;2:213-227.

- Rizzo A, Buckwalter JG. Virtual Reality and Cognitive Assessment and Rehabilitation: The State of the Art. In: G. Riva, editor. *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*. Holanda: IOS Press; 1997.
- Santarosa L, Moori A, Franco B. Ambientes de Aprendizagem Computacionais como “Prótese” para o Desenvolvimento de Jovens Portadores de Paralisia Cerebral. *Rev Integ*. 1996;7(17):33-40.
- Sonza AP, Santarosa LMC. Ambientes Digitais Virtuais: Acessibilidade aos Deficientes Visuais. *Nov Tecnol Educ*. 2003;1(1).
- Stringer AA. *Guide to Adult Neuropsychological Diagnosis*. Philadelphia: F. A. Davis Company; 1996.
- Tamar PL, Katz N. The Potencial of Virtual Reality for Rehabilitation. *J Rehabil Res Dev*. 2004;41(5):vii – x.
- Valente JA. *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Campinas: UNICAMP; 1991.
- Vincelli F, Choi Y.H, Molinari E, Wiederhold, B.K, Riva G. Experiencial Cognitive Therapy for Treatment of Panic Disorder Whith Agoraphobia: Definition of a Clinical Protocol. *Cyberpsychol Behav*. 2000;3:369-373.
- Weiss PL, Naveh Y, Katz N. Design and testing of a virtual environment to train stroke patients with unilateral spatial neglect to cross a street safely. *Occup Her Int*. 2003;10(1):39–55.
- Xavier AJ, Ramos LR, Ramos EF, Alves JBM, Santos JB, Souza GM. Interface Alzheimer: Um Estudo de Caso. In: II Seminário ATIID – Acessibilidade, TI e Inclusão Digital; 2003; São Paulo. p.23-24.
- Zhang L, Abreu B, Rasel B, Scheibel R, Chrinstiansen C, Huddleston N et al. Virtual Reality in the Assessment of Selected Cognitive Functionl After Brains Injury. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(8):597-604.
- Wauke AP, Costa RMEM, Carvalho LAV. VESUP: O Uso de Ambientes Virtuais no Tratamento de Fobias Urbanas. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Informática na Saúde; 2004; Ribeirão Preto.
- Zuffo MK. *A convergência da realidade virtual e internet avançada em novos paradigmas de TV digital interativa [Tese]*. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2001.
-

Recebido em 7 de dezembro de 2005
Aprovado em 28 de dezembro de 2005