

ReabRA: Reabilitação Cognitiva através de uma aplicação de Realidade Aumentada

Diego Berçacula do Nascimento, Gustavo F. Jobim de Carvalho,
Rosa Maria E. M. da Costa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ,
IME – Dept de Informática e Ciência da Computação
Rua São Francisco Xavier 524- 6º andar – Bl. B, CEP 20550-013
Rio de Janeiro - Brasil
rcosta@ime.uerj.br

Resumo

Este artigo descreve uma aplicação de Realidade Aumentada voltada para a estimulação cognitiva de pessoas com deficiências cognitivas causadas por diferentes tipos de doenças e acidentes. O ambiente foi testado com um paciente com esquizofrenia e, neste caso, se mostrou adequado para a estimulação da memória e atenção.

Abstract

This paper describes an Augmented Reality application to stimulate the cognitive functions of people with different kinds of cognitive deficits, caused by illnesses and accidents. The environment was tested with a patient with schizophrenia and, in this in case, it was considered adequate for the memory and attention stimulation.

1. Introdução

Reabilitação Cognitiva é o nome dado a um conjunto de processos terapêuticos de estimulação sensorial, aplicado a pacientes que tiveram suas funções cognitivas comprometidas devido a algum tipo de dano cerebral. As principais funções cognitivas incluem percepção, atenção, memória, raciocínio e linguagem.

Um tratamento de reabilitação cognitiva baseia-se na estimulação das funções cognitivas, aplicando-se exercícios que reproduzem situações do cotidiano. Estes exercícios, nos quais o paciente é incentivado a interagir e se concentrar, podem ser apoiados por diversos formatos de mídia como formulários, figuras e vídeos.

Um computador pode se tornar a ferramenta mais completa para um processo de reabilitação cognitiva, pois reúne requisitos audiovisuais para a aplicação de exercícios específicos [1].

Tecnologias de *interface* computacional avançadas combinam, em diferentes graus, imagens geradas por computador com imagens do ambiente real. Um dos

primeiros trabalhos que formalizou definições para estas novas aplicações, considerou que estas diferentes combinações fazem parte de um universo chamado Realidade Misturada, no qual se incluem a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) [2].

Estas tecnologias vêm sendo utilizadas com eficácia em diversas áreas, como na engenharia, arquitetura, entretenimento, *Web* e aplicações na área médica, entre outras.

A Realidade Virtual é um conceito mais difundido e conhecido. Aplicações em RV consistem de ambientes virtuais inteiramente gerados por computador. O usuário, inserido num ambiente como este pode caminhar, navegar e interagir com os objetos da cena. Normalmente, estas aplicações exigem grande poder de processamento computacional e, conseqüentemente, seus custos são elevados.

Um ambiente de Realidade Aumentada, ou “ambiente aumentado”, consiste em imagens do ambiente real no qual o usuário está inserido, acrescidas de objetos virtuais. Diferente de um ambiente inteiramente virtual, neste caso, a imagem do ambiente real é filmada e, através de processos computacionais, apenas alguns objetos virtuais são acrescentados. Para que os objetos virtuais surjam no ambiente, são colocados nele objetos específicos padronizados chamados “marcadores”, aos quais os objetos virtuais são associados. O *software* de RA reconhece os diferentes padrões dos marcadores e os substitui por seus respectivos objetos virtuais associados. O ambiente aumentado resultante é visualizado através do monitor ou de outros tipos de *display*.

Como neste caso só alguns elementos são gerados por computador, uma aplicação de RA exige poder de processamento menor que uma aplicação de realidade virtual. Isto resulta em redução de custos na aquisição de equipamentos, possibilitando que uma aplicação de RA venha a ser portátil, podendo ser executada

eficientemente, em um computador de baixo custo ou *notebook*.

Este trabalho apresenta uma aplicação em RA, que chamamos “ReabRA”, para gerar estímulos aos processos de memória e atenção para pessoas com diferentes tipos de lesões cerebrais. Neste caso, o ambiente real será acrescido de elementos virtuais que devem ser observados através do monitor ou *head-mounted display* (HMD). Em seguida, o usuário visualiza a sala real e deve apontar os locais e o tipo de objeto que estava sendo projetado. Ressalta-se que este é o primeiro experimento de uso da RA neste domínio.

A seção 2 apresenta uma revisão dos principais conceitos da área de Reabilitação Cognitiva (RC). Na seção 3 são apresentadas as características da RA e algumas aplicações desenvolvidas para diferentes domínios. A seção 4 descreve o projeto ReabRA, voltado para a estimulação cognitiva de pessoas com deficiências de atenção e memória. Na seção 5, tecemos nossas conclusões sobre a pesquisa e, em seguida, são listadas as referências utilizadas.

2. O que é Reabilitação Cognitiva?

“Cognição” é um termo amplo que engloba uma grande variedade de atividades e processos mentais. Podemos considerar, de maneira sintética, que a cognição é a atividade mental consciente que informa uma pessoa sobre seu ambiente [3].

As muitas funções cognitivas incluem percepção, atenção, memória, raciocínio, solução de problemas, linguagem e funções executivas. Estas funções podem ter sido comprometidas por lesão cerebral, causada por doenças degenerativas, traumas ou acidentes. Os processos terapêuticos que visam a recuperação das funções cognitivas são chamados processos de reabilitação cognitiva (RC).

Um processo de reabilitação cognitiva é iniciado após análises do paciente por especialistas da área médica – neurologistas, neuropsicólogos e psicólogos - que identificarão quais funções precisam ser tratadas e o tipo de terapia que deverá ser feita. [1]

Sohlberg e Matter [3] descrevem uma categorização para as abordagens básicas da reabilitação cognitiva:

1. *A abordagem de estimulação geral*: o clínico administra materiais de treino cognitivo (software) sem uma orientação teórica específica, supondo que qualquer estimulação resultará em melhora.

2. *A abordagem de adaptação funcional*: não se faz retreino específico de funções cognitivas no contexto clínico, mas apenas no contexto funcional de situações naturalísticas de vida e trabalho.

3. *A abordagem de processo específico*: o clínico administra repetidamente uma série de atividades de treino, organizadas hierarquicamente e dirigidas a

componentes específicos de processos cognitivos. Sua ênfase na repetição deriva do conceito de Luria [4] de que o treino direto de processos cognitivos é capaz de produzir a reorganização de processos de pensamento.

A estimulação das funções cognitivas é feita através de exercícios que apresentam situações do cotidiano. Nestes exercícios o paciente é incentivado a se concentrar, interagir, raciocinar, entender o discurso corrente daquela situação, expressar sentimentos e pensamentos e tomar decisões. Estas situações podem ser representadas através da aplicação de formulários, vídeos, fitas de áudio e mais recentemente, do computador.

2.1. O papel do computador no processo de RC

Segundo Costa [1], o computador é o instrumento mais adequado para auxiliar qualquer processo de reabilitação cognitiva, pois reúne todas as ferramentas necessárias para a apresentação e a vivência de situações da vida diária e exercícios mais lúdicos.

Apesar das vantagens que o uso de ambientes virtuais proporciona para a reabilitação cognitiva, existem fatores que impedem sua aplicação mais abrangente. Entre eles, temos o alto custo dos equipamentos necessários, a falta de ferramentas, técnicas e métodos de desenvolvimento dos aplicativos, e a necessidade do envolvimento de equipes multidisciplinares na criação de um ambiente virtual.

O uso de um ambiente de Realidade Aumentada pode ser uma alternativa viável, especialmente devido à possibilidade de redução de custos.

Como apenas os objetos virtuais precisam de processamento computacional, um ambiente de RA pode rodar em qualquer computador comum, que disponha apenas de uma câmera digital.

O fato de serem necessários, basicamente, apenas os marcadores, torna uma aplicação em RA portátil, sendo possível levá-la a qualquer ambiente. Poderíamos escolher o exemplo de um paciente impossibilitado ou com dificuldades de deixar sua residência; esta aplicação em RA poderia estar instalada em um notebook, e o tratamento se daria na própria residência do paciente.

3. A Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) é descrita por Azuma [5] em um dos artigos seminais sobre o assunto, como sendo uma variação do conceito de Ambientes Virtuais.

As tecnologias de RV fazem com que o usuário seja completamente imerso em um ambiente sintético. Enquanto está imerso, o usuário não pode ver o mundo real em volta dele. Em contraste, a RA permite que o usuário veja o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou combinados com ele. Desta forma, a RA enriquece a realidade, em vez de a substituir.

Conforme Kirner e Siscoutto [6], “a convergência tecnológica e o desenvolvimento de interfaces estão apontando para a nova geração de interfaces computacionais baseadas em realidade aumentada para uso nas mais variadas áreas, desde entretenimento, como jogos, até experimentos científicos coletivos, constituindo verdadeiros laboratórios de pesquisa”.

Na RA, objetos virtuais tridimensionais são combinados com o ambiente tridimensional real, em tempo real. Entretanto, qual seria a utilidade de combinar objetos reais e virtuais em 3D? A Realidade Aumentada aumenta a percepção do usuário e seu nível de interação com o mundo real. Os objetos virtuais podem mostrar informações que o usuário poderia não detectar diretamente, através dos próprios sentidos. A informação trazida pelos objetos virtuais pode ajudar o usuário a realizar tarefas no mundo real. Em um ambiente de realidade aumentada, o usuário mantém o sentido de presença no mundo real utilizando-se um mecanismo para combinar o real e o virtual. A realidade aumentada está ligada com a realidade física e a realidade virtual com o sentido de telepresença. [7]

3.1 Ampliação das fronteiras das aplicações da Realidade Aumentada

Nos últimos anos as aplicações desenvolvidas com a RA vêm crescendo e se expandindo por novos domínios. As técnicas de Inteligência Artificial têm tido resultados de aplicação muito positivos, o que contribuiu para um amadurecimento da área, permitindo sua consolidação no cenário mundial.

Hoje, muitas aplicações extrapolam a barreira dos domínios tecnológicos e chegam às áreas artísticas, médicas, de marketing, comerciais e culturais.

Corroborando esta afirmação, destacamos a área de música, onde foi desenvolvido um aplicativo utilizando o ARToolkit que explorou algumas formas de aprendizado musical. Uma delas utiliza a oclusão de marcadores para executar sons pré-definidos. Símbolos são apresentados ao usuário e este deve fazer a oclusão do marcador apropriado colocando sua mão sobre ele. Feito isso, a respectiva nota musical é executada capacitando o usuário na percepção rítmica, enquanto utiliza o sistema [8].

Assim como os marcadores usados nos sistemas de RA, os *hyperlinks* físicos são um grande avanço recente na área. Eles são identificadores legíveis por máquinas, que podem ser lidos por uma câmera de celular, por exemplo. Estes identificadores podem ter códigos de barra de uma ou duas dimensões, marcadores RFID, imagem, som, impressão digital etc. Um código de barras 2D de alta capacidade chamado QR (“*Quick Response*” – “Resposta Rápida”) [9] está se proliferando no Japão, com leitores de código QR pré-instalados em todos os novos celulares de terceira geração (Figura 1). Eles estão aparecendo em cartões de visita (eliminando a necessidade de entrada de dados manual nos celulares), páginas de revistas (para cupons de desconto), pacotes de alimentos (para informações nutricionais), quiosques de aeroportos (para passagens de avião digitais). Uma vez reconhecido pela câmera, um clique chama um número, inicia um e-mail, ou leva o usuário a um site da internet. Aplicações futuras são limitadas apenas pela imaginação.

Outra possibilidade da RA é oferecer meios de visualização de informações sobre produtos disponíveis em um supermercado, abrindo novas opções para as pessoas incapazes de enxergar as minúsculas letras dos rótulos dos produtos [10].

Uma aplicação da RA na medicina é no caso de cirurgias minimamente invasivas. O reconhecimento do valor deste tipo de procedimento tem crescido nos últimos anos. Comparado à cirurgia invasiva, ela oferece ao paciente várias vantagens. A ausência de grandes incisões, normalmente resulta em perda reduzida de sangue, diminuindo significativamente a dor pós-operatória, tendo ainda, melhores resultados cosméticos.

O projeto Medarpa [11], criado pelo governo alemão, apóia este tipo de cirurgia abrindo uma janela para o interior do paciente. Utilizando este sistema, o cirurgião tem sua percepção visual enriquecida, graças à RA, que sobrepõe informações úteis em seu campo de visão, por exemplo, fundindo a percepção visual do ambiente real com uma percepção visual de um ambiente virtual suplementar, que suporte tarefas dentro dele, mostrando por exemplo, imagens médicas e instrumentos virtuais.



Figura 1. Aplicações do QR Code em diversas situações. Abaixo, à direita, o código contém o endereço <http://www.uerj.br>.

Apesar do aumento da difusão destas aplicações, a área de RC ainda não foi contemplada com aplicações específicas. Neste sentido, a seguir são descritas as principais características de uma aplicação e os resultados iniciais de sua utilização prática.

4. O Projeto ReabRA – Reabilitação Cognitiva através da Realidade Aumentada

Esta aplicação visa prover elementos de estimulação da atenção e memória, em um programa de tratamento de pessoas com diferentes tipos de lesões cerebrais.

Esta aplicação foi desenvolvida em várias etapas que serão descritas nas próximas subseções. Foram seguidas as seguintes etapas: definição dos pré-requisitos, projeto, implementação e avaliação.

4.1. Definição dos pré-requisitos do sistema

Nesta etapa foram discutidas com o médico responsável, as características do público-alvo, tipo de atividade a ser desenvolvida e atividades associadas à utilização do sistema.

- **Público-alvo:** Pacientes, encaminhados por seus médicos responsáveis, que tenham diferentes tipos de deficiências cognitivas causadas por lesões cerebrais, que estejam recebendo tratamento no hospital universitário (HUPE) da UERJ e estejam dispostos a participar da pesquisa. Esta pesquisa está aprovada pelo comitê de ética do HUPE-UERJ.

- **Objetivo:** estimular os elementos de atenção e memória dos pacientes;
- **Utilização do sistema:** A sala onde o tratamento será realizado deve ser previamente preparada com marcadores colocados nas posições em que os objetos virtuais serão inseridos no ambiente;
- **Objetos virtuais:** Escolhemos objetos virtuais simples, que se encaixam num contexto geral de decoração de ambientes internos, com o intuito de criar um ambiente realístico, oferecendo assim maior sensação de imersão.
- **Atividade:** O sistema irá trabalhar na perspectiva de abordagem de processo específico [3]. O paciente deve visualizar uma sala que contém os marcadores na parede, através do monitor ou de um capacete HMD. Neste caso, cada marcador terá um objeto associado, em geral serão quadros contendo imagens conhecidas e motivadoras. A princípio temos 5 objetos, quatro quadros com imagens do Pelé, de um carro bonito (Figura 2), de um cachorro e da Monalisa. O quinto elemento é uma bola de futebol que aparece sobre a mesa. Alguns minutos mais tarde o paciente deve entrar na sala e tentar lembrar onde estavam estes objetos.

4.2. Projeto

Os dispositivos utilizados no desenvolvimento e utilização são:

- **Dispositivos de entrada:** Webcam com resolução de 450k pixels, capaz de gerar imagens de 800x600 pixels com taxa de 30 quadros por segundo.



Figura 2: Uma das imagens utilizadas na aplicação

- **Dispositivos de saída:** Monitor de vídeo comum ou capacete HMD.
- **Computador:** A aplicação foi desenvolvida em um PC baseado em processador Intel Pentium, sistema operacional Microsoft Windows XP, e placa de vídeo GeForce 8400GS 512 MB aceleradora 3D, que permite o tratamento e processamento das imagens e modelos 3D com alta definição.
- **Design de objetos:** Os objetos virtuais representam objetos do cotidiano que podem se enquadrar facilmente em qualquer ambiente real.

4.3. Implementação

- **Escolha e instalação do aplicativo:** Foi escolhido o ARToolKit, por ser confiável, gratuito, de fácil instalação em diferentes sistemas operacionais, e também por oferecer facilidade na criação do ambiente aumentado, através de sua linguagem baseada em *scripts*. Nossa experiência anterior com o Macromedia Director MX e o Dart [10] reforçou esta escolha. O ARToolKit é um *software* livre, de código aberto, que rastreia e posiciona objetos virtuais 3D em relação à câmera, através de formas padronizadas (marcadores) presentes no ambiente real. Os marcadores são registrados na aplicação, que os substitui pelos objetos virtuais correspondentes, no momento da geração do ambiente aumentado. Os objetos virtuais permanecem vinculados aos marcadores, acompanhando seus movimentos. Dessa forma é possível reposicioná-los à vontade, de acordo com as necessidades do tratamento.
- **Construção dos objetos 3D:** Os quadros e a bola foram trabalhados no 3D Studio Max, aplicativo que ofereceu facilidade de operação, robustez e capacidade de conversão para o formato VRML.

4.4. Avaliação

Serão realizadas duas modalidades de avaliação: uma que verificará os aspectos técnicos e é associada ao desempenho do sistema e outra para verificar se a aplicação atingiu os objetivos almejados: estimular a atenção e a memória dos pacientes.

A princípio, a aplicação foi testada com um paciente com esquizofrenia. Ele tem 32 anos e seu primeiro surto foi aos 18 anos. Desde então, se afastou da vida produtiva, não trabalha nem estuda. Ele está participando do projeto de Reabilitação Cognitiva através de Realidade Virtual, que está sendo desenvolvido no Hospital Universitário da UERJ.

Ele visualizou a sala através do monitor do computador, em seguida pedimos que ele apontasse onde cada objeto estava. O computador ficou em um canto que não tinha visão de todo o espaço. A Figura 3 mostra um dos marcadores colados nas paredes da sala. A Figura 4 mostra o marcador com um dos objetos associados.



Figura 3: Marcador colado na parede da sala



Figura 4: Um dos objetos associado a um marcador

Depois do experimento com a RA, pedimos ao paciente que enumerasse os objetos que ele viu e que não estavam mais presentes na sala real. Ele enumerou quatro objetos, esquecendo de citar a Mona Lisa, apresentada na

Figura 4. Isto pode ser justificado por ser esta imagem mais distante do universo de seu dia-a-dia.

Em seguida pedimos para ele associar cada uma das imagens com os locais em que se encontravam. Nesta etapa ele se confundiu bastante e somente acertou a posição de dois objetos, indicando que talvez devêssemos permanecer por mais tempo navegando no ambiente de RA.

Após esta fase pedimos para ele classificar a experiência em duas dimensões: percepção do lúdico e nível de dificuldade, onde 1 foi pouco divertida e 10 muito divertida; e 1 foi pouco difícil e 10 foi muito difícil. Ele respondeu que para diversão ele dava 7 e para a dificuldade ele dava 8. Ou seja, apesar de difícil ele julgou a experiência divertida.

Apesar da pouca representatividade destes resultados, nossas pesquisas irão continuar de forma a aumentar o tamanho da nossa amostra. Entretanto, gostaríamos de ressaltar a dificuldade de se ter um número significativo de indivíduos com esquizofrenia participando destes testes.

Um aspecto animador do potencial deste tipo de aplicação foi o entusiasmo do paciente em estar utilizando um computador mais moderno do que ele vem utilizando no projeto. Em geral, eles demonstram um grande entusiasmo em utilizar as novas tecnologias para desenvolver exercícios que usualmente, são realizados em papel e considerados enfadonhos.

5. Conclusões

Neste trabalho desenvolvemos um aplicativo voltado para a estimulação cognitiva de pessoas que sofreram algum tipo de dano cerebral que causou déficits de atenção e memória.

Destacamos as principais características da Realidade Aumentada (RA), que foi a base tecnológica de nosso projeto. Apresentamos brevemente, algumas aplicações incipientes da RA em diversas áreas.

Pudemos constatar que as tecnologias de RA estão tendo sucesso com aplicações em várias áreas da atividade humana. Não há dúvidas que, conforme a comunidade perceba seu potencial, continuaremos tendo avanços significativos e resultados positivos de sua aplicação.

Finalmente, apresentamos o aplicativo ReabRA: Reabilitação Cognitiva Através da Realidade Aumentada. O ReabRA consiste de um ambiente aumentado, ou seja, uma imagem do ambiente real acrescida de objetos virtuais, que representam objetos do cotidiano.

Graças à escolha da ferramenta ARToolKit para o desenvolvimento do aplicativo, conseguimos um produto que pode ser instalado e utilizado com facilidade, mesmo em computadores de baixo custo e/ou portáteis. O fato de ser um ambiente aumentado deverá proporcionar mais conforto ao paciente e ao responsável pelo seu tratamento.

A tecnologia de Realidade Aumentada se mostrou ideal para um aplicativo como o ReabRA. Não temos

dúvidas que o ReabRA poderia vir a ser complementado com novos módulos, que tratariam de outras funções cognitivas, criando assim um sistema mais completo.

Os resultados da avaliação deste aplicativo com um paciente foram interessantes e apontaram alguns aspectos que devem ser considerados na continuidade dos trabalhos:

É importante trabalhar com imagens e objetos conhecidos dos pacientes, isto contribui para o aumento do seu nível de atenção e poderá incrementar sua capacidade de memorizar as atividades. Estas imagens conhecidas geram também um maior nível de motivação para a realização das tarefas, tornando mais eficiente o treinamento das funções cognitivas em questão.

Referências

- [1] R. M. Costa, L. A. Carvalho, "The Acceptance of Virtual Reality Devices for Cognitive Rehabilitation: a report of positive results with schizophrenia", *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol 73, no. 3, Elsevier Science, 2004, pp. 173-182.
- [2] P. Milgram, F. Kishino. "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays". 1994. Em: http://vered.rose.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html. Consultado em outubro 2007.
- [3] M. Sohlberg, C. Mateer, *Cognitive Rehabilitation: An Integrative Neuropsychological Approach.*, New York, Guilford Press, 2001.
- [4] A. Luria. *The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology*. Londres:Penguin, 1982.
- [5] R. Azuma. "A Survey of Augmented Reality". In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, n. 6, 1997, pp.355-385.
- [6] C. Kirner, R. Siscouto. "Fundamentos de Realidade Virtual". In: *Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações*, Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2007, pp.6-24.
- [7] C Kirner, R. Tori. "Introdução à Realidade Virtual, realidade Misturada e Hiper-realidade". In: Cláudio Kirner; Romero Tori. (Ed.). *Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências*. 1ªed. São Paulo, 2004.
- [8] R. E. Zorzal; A. B. Buccioli; C. Kirner. 'O Uso da Realidade Aumentada no Aprendizado Musical'. WARV – Workshop de aplicações de Realidade virtual, Uberlândia-MG, 2005.
- [9] QR Code, Em: <http://www.denso-wave.com/qrcode/index-e.html>. Consultado em setembro de 2008.
- [10] A. Tavares, D. V.Pereira; K. L. Miguez. "Visu-Nutri: Uma Aplicação de Realidade Aumentada para a Visualização de Informações Nutricionais de Produtos Alimentícios". In: *Anais do III Workshop de Realidade Aumentada*, 2006.
- [11] Medarpa Project, Em: <http://www.medarpa.de/englisch/index.html>, Consultado em setembro de 2008.