www.revistageintec.net
ISSN: 2237-0722
revista GEINTEC
Gestão, Inovação e Tecnologias

ESTUDO INICIAL SOBRE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL E SERIOUS GAMES PARA APLICAÇAO NO PROJETO "AVC" DO NÚCLEO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA DA UFS

INITIAL STUDY ON STROKE AND SERIOUS GAMES FOR APPLICATION IN THE UFS ASSISTIVE TECHNOLOGY CENTER'S "STROKE" PROJECT

Saulo Lordão Andrade Barros[1a]; Nélson Rangel Santos Passos[1b]; Maria Augusta Silveira Netto Nunes[1]
[1]Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
saulo.lordao@dcomp.ufs.br
[1]Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
rangelpassos@hotmail.com
[1]Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
gutanunes@dcomp.ufs.br

Resumo

O Acidente Vascular Cerebral é uma das principais causas de morte e de sequelas no mundo. A doença atinge cerca de 16 milhões de pessoas anualmente, dessas, seis milhões morrem. No Brasil, é a principal causa de morte e incapacidade, gerando impactos econômicos e sociais. O trabalho de recuperação desses pacientes é de suma importância para diminuir os impactos causados. Para isto, o presente artigo traz uma revisão da literatura existente sobre a doença e seu tratamento, com foco na utilização de novas tecnologias, como o uso de jogos eletrônicos sérios, a fim de aprimorar o trabalho de recuperação tanto no âmbito físico quanto no emocional.

Palavras-chave: AVC, tratamento, jogos sérios.

Abstract

Stroke is a leading cause of death and sequelae around the world. Said disesase affects at about 16 million people yearly, leading to death 6 million of those. It's the leading cause of death and incapacity in Brazil, generating social and economical impacts. This paper brings a review of existent literature on the disease and adequate treatment, focusing on the utilization of new technologies such as serious games, intending to improve the rehabilitation process both physically and emotionally.

Key-words: stroke, treatment, serious games.

[a] Bolsista de Iniciação Científica 2012/2013 - FAPITEC/SE (Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe).
[b] Bolsista de Iniciação Tecnológica 2012/2013 - FAPITEC/SE (Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe).

1. Introdução

A cada seis segundos, em algum lugar do planeta, alguém morre em virtude de um acidente vascular cerebral (WORLD STROKE ORGANIZATION, 2012). O Acidente Vascular Cerebral (AVC) também representa a maior causa de incapacitação da população na faixa etária superior a 50 anos, sendo responsável por 10% do total de óbitos, 32,6% das mortes com causas vasculares e 40% das aposentadorias precoces no Brasil (ABRAMCZUK & VILLELA, 2009).

A falta de hábitos saudáveis, como uma boa alimentação e a prática de exercícios, assim como o tabagismo, a hipertensão e o aumento da população idosa são as principais causas para o aumento do número de casos. Segundo a *World Stroke Organization* a cada dois segundos uma pessoa sofre um AVC. Os custos com os pacientes que sofreram acidente vascular também são consideráveis. Só no Brasil, em 2011, as internações custaram ao Sistema Único de Saúde cerca de R$ 200 milhões, além dos custos com tratamento e acompanhamento dos pacientes (BRASIL, 2012).

O AVC pode causar deficiências como paralisia, dificuldades na fala e problemas emocionais. Estas deficiências podem afetar significativamente a qualidade de vida do paciente. Para contornar estes problemas, é necessário um programa de reabilitação em que o paciente possa readquirir suas habilidades e, assim, retomar suas atividades cotidianas. O tratamento pós-AVC tradicional é geralmente acompanhado por um fisioterapeuta em uma clínica especializada com sessões que duram entre uma e duas horas por dia, três a cinco dias por semana. No entanto é muito comum que os pacientes percam a motivação e desistam do tratamento por considerarem o processo repetitivo e exaustivo. Para contornar este problema, surge como alternativa os *serious games*, ou jogos sérios, jogos que tem como prioridade o caráter lúdico-educacional.

O presente artigo tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica sobre o AVC, sua definição, consequências, métodos de reabilitação, alternativas de tratamento e um estudo inicial do estado da arte na utilização de jogos sérios para a reabilitação, como parte de um projeto maior que visa o desenvolvimento de *serious games* especiais para a reabilitação de pacientes pós-acidente vascular cerebral. Esse projeto é uma das principais linhas de trabalho do Núcleo de Tecnologia Assistiva da UFS (em implantação).

O trabalho está organizado da seguinte forma: A seção 2 consiste em uma pequena fundamentação teórica sobre o que é, como ocorre e quais os tipos de AVC. Em seguida, na seção 3, são apresentadas as principais consequências e déficits de funções causados pelo acidente vascular cerebral. Na seção 4 são tratadas as fases e os métodos de tratamento para a reabilitação de pacientes. Na seção 5 é introduzida a utilização dos *serious games* no tratamento pós-AVC, com

fundamentação teórica e exemplos práticos que estão sendo desenvolvidos ao redor do mundo. Na seção 6 são apresentadas as conclusões e, por fim, seguem as referências bibliográficas.

2. O acidente vascular cerebral

Para um maior entendimento sobre o AVC se faz necessário, também, um estudo sobre a anatomofisiologia cerebral. O cérebro humano é irrigado por artérias que são responsáveis pelo fornecimento do sangue bombeado pelo coração. Cada uma dessas artérias transporta oxigênio e nutrientes para determinada região. O acidente vascular cerebral acontece quando uma dessas artérias fica obstruída ou quando ela se rompe, causando insuficiência no fluxo sanguíneo (NATIONAL STROKE ASSOCIATION, 2007). A falta ou restrição no fornecimento de sangue pode provocar lesão ou morte celular, além de danos às funções neurológicas (ACADEMIA BRASILEIRA DE NEUROLOGIA, 2008). Devido à morte das células cerebrais, as habilidades controladas pela área afetada, como fala, movimento e memória, são prejudicadas, sendo o grau deste prejuízo dependente do local afetado e de quão lesionado ele está (NATIONAL STROKE ASSOCIATION, 2007).

Inúmeros fatores podem resultar num AVC, sendo que estes fatores estão principalmente associados ao estilo de vida. Mackay e Mensah (2004) revelam que a hipertensão e o tabagismo são os maiores causadores de doenças cardiovasculares no mundo. Além desses fatores primários, outros importantes fatores são as ateroscleroses, caracterizadas pela formação de placas, compostas essencialmente por lipídios, que se formam na parede dos vasos sanguíneos. No mais, diabetes mellitus, níveis elevados de colesterol, alcoolismo, obesidade e idade elevada se apresentam como outros importantes fatores de risco associados (MIGNONI, 2011).

Existem duas classificações para os acidentes vasculares cerebrais. A primeira, TIA, sigla do inglês *transient ischemic attack*, ocorre quando o vaso sanguíneo permanece bloqueado por um curto período de tempo. Neste caso os sintomas regridem totalmente em até vinte e quatro horas (MIGNONI, 2011). A segunda classificação refere-se ao acidente vascular cerebral propriamente dito. Este, segundo Mausner e Bath (1999), é o complexo de sintomas de deficiência neurológica que duram pelo menos vinte e quatro horas, podendo, neste caso, resultar em comprometimento permanente de funções cerebrais. Este segundo grupo ainda pode ser subdividido. O AVC isquêmico é o tipo mais comum e ocorre em cerca de 80% dos casos, nele, um coágulo bloqueia ou impede o fluxo sanguíneo e, consequentemente, a chegada de oxigênio e nutrientes ao cérebro. Já o AVC hemorrágico ocorre quando os vasos se rompem causando derramamento de sangue no interior ou ao redor do cérebro (O'SULLIVAN & SCHMITZ, 2010).

3. Consequências

Para o melhor entendimento sobre as consequências de um AVC, ter uma visão sobre as diferentes áreas do cérebro e suas respectivas funções pode ser crucial. Os dois hemisférios cerebrais são como imagens espelhadas um do outro, controlando os lados do corpo opostos a eles. Na maioria das pessoas, o hemisfério esquerdo é responsável por controlar a fala e os processos acadêmicos e analíticos, já o lado direito, é responsável por atividades mais artísticas e criativas, sendo responsável, também, pelo controle da percepção facial (CASWELL, 2012).

As sequelas do acidente vascular cerebral dependerão do grau da debilidade e da região lesionada. As consequências podem ser divididas em cinco principais grupos de déficit de funções, são elas as funções motoras, sensoriais, cognitivas, comunicativas e emocionais.

No campo das funções motoras, a paralisia é uma das disfunções mais comuns, ocorre no lado oposto ao da região cerebral afetada e pode tomar parte ou até toda a metade do corpo. Em caso de paralisia total define-se como hemiplegia, a paralisia parcial é denominada hemiparesia. Existem casos em que o cerebelo é afetado, sendo assim, há problemas de equilíbrio ou coordenação (ataxia) (SILVA, 2010). Além disso, logo após o AVC, ocorre um estado de flacidez em que o tônus é tão baixo que impossibilita movimentos voluntários, este quadro é frequentemente seguido por um quadro de espasticidade, caracterizado por posturas anormais e movimentos estereotipados (CANCELA, 2008). Duas das características mais comuns aos pacientes que sofreram AVC são o padrão flexor do membro superior e o padrão extensor do membro inferior. A primeira refere-se à flexão do punho e dedos, flexão do cotovelo, supinação do antebraço, rotação externa do ombro, abdução do ombro e retração/elevação da omoplata (BOBATH, 2001). A segunda é descrita por Neves Neto e Sousa (2011, p. 3), "o membro inferior se torna rígido e aparentemente maior que o oposto. Quando quer andar, o paciente leva o membro estirado inicialmente para fora, por ser demasiadamente longo, depois, para frente, descrevendo um movimento de circundação ao redor da coxa".

Todas essas alterações levam o paciente à perda dos padrões de movimento no hemicorpo afetado, além disso, ao utilizar o lado sadio para compensar essas limitações, desenvolve padrões inadequados para este lado do corpo.

O comprometimento da sensibilidade também ocorre com frequência, embora seja raro no lado hemiplégico (O'SULLIVAN & SCHMITZ, 2010). As alterações sensoriais mais frequentes e observáveis são os déficits sensoriais superficiais, proprioceptivos e visuais (CANCELA, 2008). A diminuição ou abolição da sensibilidade superficial (táctil, térmica e dolorosa) contribui para o risco de autolesões, no entanto, há casos em que pacientes sofrem com parestesias, sensações cutâneas subjetivas que aparecem mesmo na ausência de estímulo (SILVA, 2010). A diminuição da

sensibilidade proprioceptiva contribui para a perda da capacidade de execução de movimentos de forma eficiente e controlada, diminuindo, também, a sensação e noção de posição e movimento (CANCELA, 2008). Os pacientes hemiplégicos afetados por déficits visuais geralmente apresentam hemianopsia homônima, quadro clínico em que o paciente sofre de cegueira da metade nasal de um dos olhos e da metade temporal do outro, contribuindo para a diminuição da consciência/noção do hemicorpo prejudicado (O'SULLIVAN & SCHMITZ, 2010).

As alterações cognitivas podem ser gerais, como o processamento mais lento de informações, ou em domínios específicos como orientação, atenção, memória, planejamento, organização e linguagem (SILVA, 2010). O comprometimento de memória imediata e de curto prazo é mais comum, enquanto a memória de longa duração pode permanecer intacta, assim, o paciente não consegue recordar as instruções recebidas há minutos ou horas, mas pode lembrar-se de fatos ocorridos há décadas (O'SULLIVAN & SCHMITZ, 2010). Outros distúrbios frequentes são a apraxia e a agnosia, a primeira consiste na incapacidade de programar uma sequência de movimentos, a segunda na incapacidade de reconhecer objetos familiares e de lhes dar uma função, tudo isso ocorre ainda que as funções motoras e sensoriais estejam aparentemente preservadas (CANCELA, 2008). As alterações nas funções executivas podem comprometer as capacidades de planejamento, resolução de problemas e autoavaliação, repercutindo no seu comportamento social. O quadro pode se agravar quando o paciente sofre com a anosognosia, um estado neurológico em que o paciente é incapaz de reconhecer suas próprias limitações decorrentes do AVC (SILVA, 2010).

O comprometimento da fala e da linguagem ocorre quando há lesão no córtex do hemisfério dominante. A afasia ocorre em cerca de 40% dos pacientes que sofrem AVC. Afasia é o termo geral utilizado para descrever um distúrbio de comunicação causado por um dano cerebral que compromete a compreensão, formulação e uso da linguagem (O'SULLIVAN & SCHMITZ, 2010). A afasia pode ser classificada em três principais tipos. Na afasia fluente, ou afasia de Wernicke, a fala flui suavemente, porém, há dificuldade de compreensão e discurso incoerente. Na afasia não fluente, ou afasia de Broca, a fala flui lentamente e com hesitação, o vocabulário é limitado e há dificuldade em formar frases gramaticalmente corretas e coerentes (SILVA, 2010). Quando todos os fatores são afetados, caracteriza-se uma afasia grave, denominada afasia global.

Problemas graves de comunicação podem limitar a capacidade de aprendizado do paciente, interferindo diretamente na obtenção de bons resultados no programa de reabilitação.

Seja por afetar a região do cérebro responsável, seja por uma resposta psicológica ao ocorrido, os transtornos emocionais e de personalidade estão presentes nas vidas dos pacientes pós-AVC (SILVA, 2010). Explosões emocionais e alternância repentina de humor são quadros comuns.

Alterações na capacidade de sentir, movimentar, comunicar, pensar ou agir em relação ao estado anterior ao acidente vascular, aliados à falta de percepção social de si próprio e do ambiente podem aumentar o isolamento e o afastamento social. A depressão representa cerca de 1/3 dos casos, e pode interferir no sucesso da reabilitação, resultando na piora dos resultados funcionais de longo prazo (O'SULLIVAN & SCHMITZ, 2010).

4. Reabilitação

As complicações para os pacientes pós-AVC representam entre 45 e 96% dos casos, porém, muitas delas poderiam ser evitadas ou tratadas caso fossem reconhecidas a tempo (LANGHORNE, 2000). O tratamento adequado envolve uma equipe multidisciplinar com profissionais das áreas de medicina, fisioterapia, fonoaudiologia e psicologia, além da assistência primordial dos familiares.

O tipo de terapia que o paciente pós-AVC receberá dependerá do estado da doença. A reabilitação pode ser dividida em duas fases. A fase aguda é caracterizada pela tentativa de parar o AVC, dissolvendo rapidamente os coágulos de sangue ou parando a hemorragia (CANCELA, 2008), e é responsável pelo tratamento precoce, durando aproximadamente sete dias (O'SULLIVAN & SCHMITZ, 2010). O atendimento precoce previne ou minimiza as complicações, muitas vezes evitáveis, que se instalam após o acidente vascular. Em seguida vem a fase pós-aguda, esta tem como propósito superar as incapacidades provocadas pelo acidente, seja por recuperação espontânea, restituição da função ou, através da neuroplasticidade, por compensação da função perdida (RIBEIRO, 2005). Para O'Sullivan e Schmitz (2010), nesta fase "o terapeuta deve enfatizar o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas para garantir o sucesso da adaptação em ambientes variáveis, sejam domésticos ou comunitários. Os fatores de risco para quedas devem ser eliminados ou minimizados de forma adequada ou na medida do possível.".

A recuperação é mais rápida nas primeiras semanas após a ocorrência do AVC devido à melhora na circulação e no metabolismo do local lesionado. No entanto, com o tempo o quadro tende a se estabilizar e o paciente ainda apresenta uma hemiparesia ou uma hemiplegia. Esta situação faz com que a pessoa torne-se um eterno paciente de fisioterapia, ou, num pior caso, o paciente permanece no sedentarismo, podendo resultar em um novo acidente vascular (COSTA & DUARTE, 2002).

Um dos maiores problemas dos métodos de tratamento fisioterápicos tradicionais é lidar com a falta de motivação do paciente, pois, além da debilidade por motivos fisiológicos, há também o âmbito emotivo da situação. Com a estabilização do quadro de recuperação, o paciente perde o interesse de continuar o tratamento, pois o que lhe é oferecido como opção de atividade resume-se à

prática de exercícios de manutenção, o que, muitas vezes, se torna monótono e enfadonho, uma vez que a deficiência já está estabelecida e há muito pouco a se fazer, a não ser evitar o agravamento ou o surgimento de deficiências secundárias (COSTA & DUARTE, 2002). Para contornar este problema, várias alternativas vem sendo utilizadas, buscando, cada vez mais, um tratamento eficiente, eficaz e, em alguns casos, prazeroso.

Atividades em grupo como caminhadas, atividades aquáticas e atividades com cavalo são alternativas interessantes, principalmente no tocante à tão importante reinserção do paciente no convívio social (COSTA & DUARTE, 2002). A dançaterapia é também uma alternativa que merece destaque, pois é um método que fornece estímulos que despertam áreas adormecidas, proporcionando ao paciente maior autoconhecimento, estimulando-o a ultrapassar seus próprios limites. Além disso, permite ao paciente desenvolver capacidades como motivação, memória e coordenação motora, também ajuda a diminuir a rigidez muscular e a ansiedade, promovendo assim, inclusão social e melhoria em sua qualidade de vida (CALIL *et al*, 2007).

O avanço da tecnologia trouxe consigo a oportunidade de aplicação da realidade virtual para o uso medicinal e fisioterápico. Os jogos terapêuticos são considerados ferramentas bastante proveitosas, já que, com eles, há a possibilidade de personalizar as sessões de acordo com as habilidades e as necessidades de cada paciente, e de acompanhamento e análise mais precisos por parte dos fisioterapeutas.

5. Utilizando *serious games* no tratamento pós-AVC

Existem várias definições para *serious games* (ou "jogos sérios" em português), e estas possuem um ponto em comum: o fato de que tais jogos possuem um propósito educacional explícito como prioridade, em vez de servir apenas para o divertimento (MA et *al*, 2011). Isto, porém, não significa que tais jogos não são ou não possam ser uma forma de entretenimento (MA *et al*, 2011) (MICHAEL & CHEN, 2006). Jogos sérios (eletrônicos ou não) são utilizados em várias áreas, como a educação, a medicina, o meio empresarial e a área militar. Vale notar que não se pode usar qualquer jogo para a reabilitação. Como observado em (FLORES *et al*, 2008), há jogos comuns que poderiam ser interessantes aos pacientes, mas com potencial terapêutico pequeno por exigirem (em geral) respostas rápidas do jogador, ou até mesmo movimentos mais complexos do que o que o paciente pode realizar, inviabilizando sua utilização. É necessário, portanto, adaptar o jogo às limitações deste (HOCINE *et al*, 2011).

Em Hocine *et al* (2011), Hocine e Gouaïch (2011) e Gouaïch *et al* (2012) é expressa a necessidade de personalizar a experiência do tratamento e tornar o jogo altamente adaptável, seja com algoritmos – que adaptarão o jogo durante a sessão – ou com configurações pré-determinadas,

que serão definidas antes da sessão, por intermédio do fisioterapeuta. Apesar de exigir mais tempo de desenvolvimento, a abordagem de adaptação em tempo real com algoritmos pode apresentar resultados melhores no que se refere a motivar o paciente, pois seria fácil identificar as dificuldades do paciente e modificar o jogo para deixá-lo mais fácil antes que cause frustração; da mesma maneira, o algoritmo poderia aumentar levemente a dificuldade no caso de o jogo estar fácil demais, para que o paciente sinta-se desafiado e não se canse do jogo (GOUAÏCH *et al*, 2012).

Ao utilizar a terapia com *serious games* é possível fornecer *feedback* visual e instantâneo, além de oferecer um desafio ao paciente, estratégias que podem aumentar a motivação do mesmo ao dar significado aos movimentos realizados (BURKE *et al*, 2009) (HOCINE & GOUAÏCH, 2011). Dependendo do aparato necessário, os jogos podem ser utilizados pelo paciente até mesmo no conforto de sua própria casa. Para evitar a falta total de acompanhamento do fisioterapeuta, os *serious games* podem registrar o desempenho do paciente ou até mesmo seus movimentos, tornando esses dados disponíveis ao fisioterapeuta (GOUAÏCH *et al*, 2012).

Existem vários projetos de jogos sérios, alguns deles com resultados bastante expressivos na recuperação da funcionalidade, enquanto outros ainda não tiveram tempo suficiente para terem resultados conclusivos, mas conseguiram agradar os pacientes. É notável que os jogos sérios para reabilitação não ficam restritos a pacientes com AVC (MORITZ *et al*, 2011) (NOTELAERS *et al*, 2010).

Moritz *et al (*2011) - *Neurogame therapy*

O *Neurogame therapy* foi utilizado para a reabilitação de pacientes com movimentos seriamente comprometidos. Neste projeto não se criou um jogo novo, foram utilizados jogos já existentes; o que se usou de diferente foi o controle de jogo. Escolheu-se um circuito integrado customizado, com eletrodos de sEMG (Eletromiografia de superfície) sem fios. Tais eletrodos permitem captar movimentos muito pequenos, algo que seria muito complexo com os dispositivos mais comumente usados em jogos sérios com controles de movimento (ex.: *Wiimote* do console Nintendo Wii) ou câmeras (ex.: *webcam* e Microsoft Kinect).

Foram tratados quatro pacientes: duas crianças com paralisia cerebral, e dois adultos, um com traumatismo cranioencefálico e outro com AVC. Todos os pacientes apresentaram melhora significativa após sessões de 30 minutos, de 3 a 5 vezes na semana durante 4 a 5 semanas. A melhora de um dos pacientes foi registrada pelos autores, e está demonstrada na Figura 1. Os desenvolvedores acreditam que com mais pesquisas e prototipagem será possível desenvolver uma versão do *Neurogame therapy* de baixo custo, podendo ser comprado pelo próprio paciente.

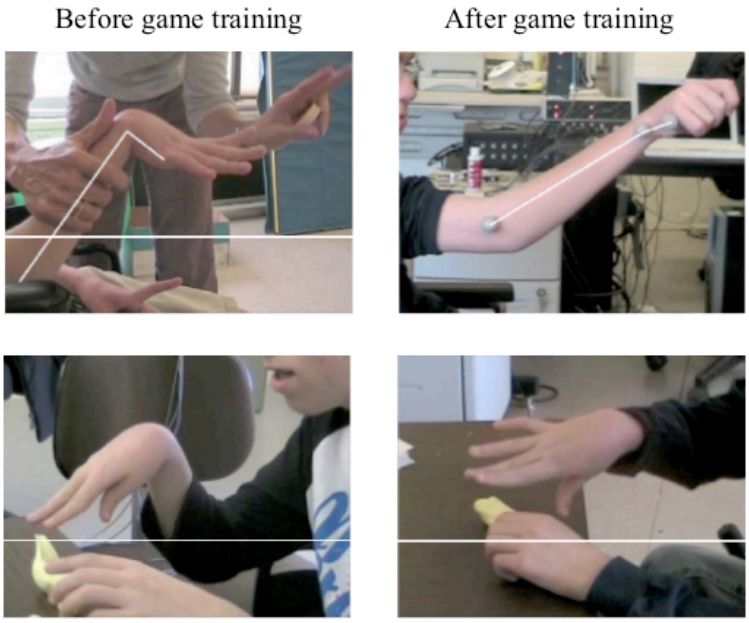

Figura 1 – Desenvolvimento de paciente com paralisia cerebral. À esquerda, antes de começar o tratamento, e à direita após 15 sessões de jogo.

Fonte: Moritz *et al* (2011)

Souza e Santos (2012) - *Handcopter Game*

Um jogo do tipo *side-scroller* para reabilitação do movimento dos dedos, em que o paciente tem de controlar um helicóptero flexionando e relaxando os dedos. Como controle utiliza-se uma simples *webcam* a uma dada distância da mão do paciente. Um ponto de destaque para o projeto foi a preocupação com o *design* do jogo para ficar mais próximo dos pacientes, retratando balões de festa junina e uma paisagem semelhante ao interior do Rio Grande do Norte. O projeto teve como ambição criar um jogo sério de baixo custo, para que pudesse ser facilmente implantado no serviço público de saúde brasileiro.

De fato, o custo do equipamento é muito baixo. Para aplicar o jogo, o material necessário é uma *webcam*, uma luva, para o algoritmo de visão computacional não se confundir por causa de tons de pele diferentes, e uma garrafa de água mineral de 20 litros – para isolar a luz e facilitar o reconhecimento dos movimentos – com dois cortes, um em cima para posicionar a *webcam* e um embaixo para o paciente posicionar a mão. O custo estimado é de menos de 70 reais, sendo que a *webcam* é o item mais caro. Na Figura 2 podemos observar o equipamento sendo utilizado.

Figura 2 – Experimento utilizado por um paciente pós-AVC

Fonte: Souza e Santos (2011)

Os pacientes que utilizaram o *Handcopter game* disseram ter gostado da experiência, mas também fizeram algumas críticas, um exemplo sendo o uso da luva, que exercia bastante pressão na mão, algo que tornava um pouco desconfortável. Apesar da satisfação dos pacientes com o jogo, o baixo número de voluntários e o pouco tempo de utilização não permitiu conclusões a respeito de sua eficácia terapêutica.

Alankus *et al* (2010)

No trabalho de Alankus *et al* (2010) foi desenvolvida uma coletânea de jogos para a reabilitação de pacientes com AVC. Foram utilizados Wii *Remotes* e/ou *webcam* como dispositivos de entrada, como o exemplo na Figura 3. O que chama a atenção neste trabalho é a variedade de jogos desenvolvidos, incluindo uma quantidade considerável de jogos colaborativos para mais de um jogador (*multiplayer*); o estudo sugere que tais jogos poderiam ser mais motivadores, uma vez que foram mais bem aceitos que os de um jogador (*singleplayer*).

Os autores deixam claro que devido ao baixo número de pacientes (quatro mulheres em estágios diferentes de recuperação) os resultados são sugestivos, mas conseguiram notar certa motivação por parte das pacientes durante as sessões com os fisioterapeutas e os desenvolvedores – duas chegaram a comentar que gostariam de usar o *software* em casa. Dos jogos utilizados no estudo, *Under the sea*, que pode ser visto na Figura 3, aparentou agradar bastante as pacientes; nele o jogador controla um caracol e tem que proteger uma família de peixes dos predadores. O estudo traz ainda uma discussão importante sobre o *feedback* das pacientes, analisando o que precisaria ser implantado ou modificado nos jogos, com o fim de melhorar a experiência e torná-la mais motivadora. Alguns pontos levantados são: desenvolver uma história para o jogo, para aumentar a

imersão do paciente, e o uso de jogos *multiplayer* colaborativos, para fazer o paciente interagir com outras pessoas.

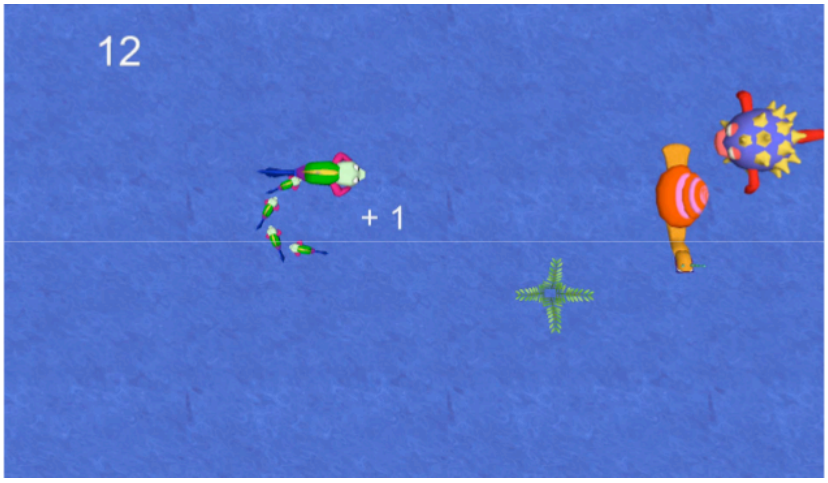

Figura 3 – *Under the sea*, um dos jogos favoritos das pacientes no experimento de Alankus *et al* (2010).
Fonte: Alankus *et al* (2010)

Neste trabalho também foi visto o uso de algoritmos para modificar o nível de dificuldade do jogo automaticamente, mas com uma estratégia simples: Conforme o usuário ganha pontos, o nível de dificuldade aumenta gradativamente. A resposta das pacientes a tal estratégia foi boa, mas ela não se baseia nas limitações do usuário, e sim na pontuação.

Gouaïch *et al* (2012)

Para tentar resolver o problema de adaptar a dificuldade do jogo ao paciente, é desenvolvido por Gouaïch *et al* (2012) um algoritmo baseado na heurística da "Otimização da Colônia de Formigas", inspirada no processo que as formigas usam para encontrar comida. O algoritmo original da colônia de formigas é uma heurística usada em procura de caminhos em grafos, e funciona da seguinte maneira:

a) O problema a ser resolvido é modelado como um grafo, com vértices e arestas os ligando;
b) Formigas virtuais são introduzidas ao grafo e instruídas a explorar os vértices com maior nível de feromônios.
c) Ao encontrar algo considerado "interessante", as formigas podem depositar feromônios no vértice. Os vértices ditos "interessantes" ficarão com altos níveis de feromônios, e uma vez que o feromônio é volátil, os menos interessantes ficarão com níveis baixos.

O algoritmo apresentado em Gouaïch et al (2012) modifica o original nos seguintes pontos: só existe uma formiga virtual, e ela está posicionada na mão do paciente; ao mover a mão, o paciente faz com que a formiga explore o grafo da cena de jogo, depositando feromônios, que podem se propagar ou evaporar, respeitando regras determinadas pelos programadores. As áreas

com nível maior de feromônios são consideradas "fáceis", e as com menos são consideradas "difíceis". O algoritmo poderia, portanto, inferir sozinho quais áreas da cena de jogo podem ser usadas para oferecer desafio maior ou menor para o paciente.

Tal abordagem pode melhorar a experiência do paciente ao utilizar os jogos em casa, pois o próprio algoritmo modificaria o nível de dificuldade, tanto para mais quanto para menos, sem necessidade da intervenção direta do fisioterapeuta. Como também é possível registrar o avanço do paciente, o fisioterapeuta poderia ser informado das mudanças de nível de dificuldade e acompanhar melhor o desenvolvimento.

Realizaram-se testes com o algoritmo, usando um jogo simples, mas como o algoritmo está em fase experimental, os usuários foram pessoas sem deficiência motora. O algoritmo conseguiu descobrir quais áreas seriam mais desafiadoras com sucesso, mas os voluntários não perceberam diferença entre o nível "fácil" e "difícil", percebendo ambas como igualmente desafiadoras. Será necessário mais pesquisa para que o algoritmo possa controlar sozinho o nível de dificuldade satisfatoriamente tanto para menos quanto para mais.

6. Conclusão

Neste trabalho foi realizado um estudo inicial sobre jogos sérios para a reabilitação. Nota-se um interesse grande no seu uso, não apenas para pacientes com AVC, devido aos benefícios que essa técnica pode trazer ao processo. Já foi demonstrado que os jogos podem ser bastante efetivos para a recuperação do paciente e que este pode gostar da experiência. Há ainda em alguns casos a questão de avaliar se realmente há eficácia terapêutica no uso de tais jogos.

Outro questionamento presente em quase todos os trabalhos com *Serious Game* é se o paciente realmente se sente mais motivado, e se esta motivação continuaria para possíveis sessões em sua residência. A tecnologia atualmente empregada na área permite a geração do histórico dos movimentos e do desenvolvimento do paciente, mas nada relativo à constatação sobre o quadro da motivação do paciente. Dessa forma, como saber se o paciente continua motivado com o evoluir de seu jogo?

Como trabalhos futuros, planejamos utilizar a Computação Afetiva para auxiliar nesse processo (NUNES 2008; 2009). Computação Afetiva é a área da computação que estuda como obter informações afetivas de usuários/pacientes e utilizá-los como feedback nas aplicações personalizando o ambiente de acordo com as características/necessidades desse usuário/paciente.

Alguns exemplos de áreas em que há uso da Computação Afetiva são Sistemas de Recomendação, Softwares Educacionais (Sistemas Tutores) e jogos. Já existem no mercado produtos que utilizam Computação Afetiva. Há ainda, em nível de pesquisa, várias técnicas para se

extrair características afetivas do usuário/paciente. Uma técnica passível de utilização em jogos sérios para AVC é a Computação Visual, que por meio de um dispositivo de entrada como uma *webcam* ou o Microsoft Kinect permitiria uma análise do paciente e a extração de pistas sobre o estados afetivos dele.

Dessa forma, nota-se que a questão da Computação Afetiva é algo interessante e potencializará os benefícios no uso de jogos sérios para reabilitação. Existem alguns poucos estudos preliminares no desenvolvimento de jogos sérios com uso da Computação Afetiva para analisar a motivação do paciente. Essa é, também, uma das tarefas do projeto da linha "AVC" do Núcleo de Tecnologia Assistiva da UFS.

Referências

ABRAMCZUK, B.; VILLELA, E. A luta contra o AVC no Brasil**. ComCiência**, Campinas, n. 109, 2009. Disponível em: <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000500002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 jan. 2013.

ACADEMIA BRASILEIRA DE NEUROLOGIA. **Brasil Sem AVC**. 2008. Disponível em: < http://www.brasilsemavc.com.br/>. Acesso em: 11 jan. 2013.

ALANKUS, G.; LAZAR, A.; MAY, M.; KELLEHER, C. Towards Customizable Games for Stroke Rehabilitation. In: SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEM, 2010, Atlanta. **Anais…** Atlanta, 2010, p. 2113-2122.

BOBATH, B. **Hemiplegia em adultos:** avaliação e tratamento. 3. ed. São Paulo: Manole, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. **AVC:** governo alerta para principal causa de mortes. 2012. Disponível em <http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/noticia/7920/893/avc:-governo-alerta-para-principal-causa-de-mortes.html>. Acesso em: 30 jan. 2013.

BURKE, J.; MCNEILL, M.; CHARLES, D.; MORROW, P.; CROSBIE, J.; MCDONOUGH, S. Optimising Engagement for Stroke Rehabilitation Using Serious Games. **The Visual Computer**, v. 25, n. 12, p. 1085-1099, dez. 2009.

CALIL, S. R.; SANTOS, T. A. B. P. dos; BRAGA, D. M.; LABRONICI, R. H. D. D. Reabilitação por meio da dança: uma proposta fisioterapêutica em pacientes com sequelas de AVC. **Revista Neurociências**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 195-202, set. 2007.

CANCELA, D. M. G. **O Acidente Vascular Cerebral:** classificação, principais consequências e reabilitação. Porto: ULP, 2008. Disponível em: <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/TL0095.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2013.

CASWELL, J. **A Tour of the Brain**: A user-friendly guide to the components of the human brain and how they function. American Stroke Association, 2012. Disponível em: < http://www.strokeassociation.org/STROKEORG/AboutStroke/EffectsofStroke/ATouroftheBrain/A-Tour-of-the-Brain_UCM_310943_Article.jsp>. Acesso em: 11 jan. 2013.

COSTA, A. M. da; DUARTE, E. Atividade física e a relação com a qualidade de vida, de pessoas com sequelas de acidente vascular cerebral isquêmico (AVCI). **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 47-54, jan. 2002.

FLORES, E.; TOBON, G.; CAVALLARO, E.; CAVALLARO, F. I.; PERRY, J. C.; KELLER, T. Improving Patient Motivation in Game Development for Motor Deficit Rehabilitation. In: ACE '08 PROCEEDINGS OF THE 2008 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN

COMPUTER ENTERTAINMENT TECHNOLOGY, 2008, New York. **Anais…** New York, 2008, p. 381-384.

GOUAÏCH, A.; HOCINE, N.; DOKKUM, L. V.; MOTTET, D. **Digital-Pheromone Based Difficulty Adaptation in Post-Stroke Therapeutic Games**. Miami, 2012. Disponível em: < http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2110368>. Acesso em: 25 jan. 2013.

HOCINE, N.; GOUAÏCH, A.; DI LORETO, I.; ABROUK, L. État de l'Art des Techniques d'Adaptation Dans les Jeux Ludiques et Sérieux. **Revue d'Intelligence Artificielle**. França, v. 25, n. 2, p. 253-280, 2011.

HOCINE, N.; GOUAÏCH, A. Therapeutic Games Difficulty Adaptation: an approach based on player's ability and motivation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER GAMES (CGAMES), 2011, Louisville. **Anais…** Louisville, 2011, p. 257-261.

LANGHORNE, P; STOTT, D. J.; ROBERTSON, L.; MACDONALD, J.; JONES, L.; MCALPINE, C.; DICK, F.; TAYLOR, G. S.; MURRAY, G. **Medical Complications After Stroke:** a multicenter study. American Heart Association Journal, 2000. Disponível em: <http://stroke.ahajournals.org/content/31/6/1223>. Acesso em: 21 jan. 2013.

MA, M.; OIKONOMOU, A.; JAIN, L. C. **Serious Games and Entertainment Applications**. Springer, 2011. 520 p.

MACKAY, J.; MENSAH, G. A. **The Atlas of Heart Disease and Stroke**. Geneva: World Health Organization. 2004.

MAUSNER, J.; BATH, A. **Introdução à Epidemiologia**. Lisboa: Fundação Calouste, 1999.

MICHAEL, D. R.; CHEN, S. **Serious games: games that educate, train and inform**. Thomson Course Technology, 2006. 287 p.

MIGNONI, K. S. **Acidente Vascular Cerebral:** o que é, como reconhecer os sintomas, como proceder quando ocorrer, e quais as medidas de prevenção. Disponível em: < http://www.neurodoppler.med.br/noticias.html>. Acesso em: 11 jan. 2013.

MORITZ, C.; MORRISON, T.; OTIS, B.; BURT, J.; RIOS, D.; GILBERTSON, T.; MCCOY, S. Neurogame Therapy: 'Neurogame therapy' for improvement of movement coordination after brain injury – developing a wireless biosignal game therapy system. In: 2011 IEEE GLOBAL HUMANITARIAN TECHNOLOGY CONFERENCE, 2011, Seattle. **Anais…** Seattle, 2011, p. 72-77.

NATIONAL STROKE ASSOCIATION. **Explaining Stroke**. 2007. Disponível em: <http://www.stroke.org/site/DocServer/ExplainingStroke_web.pdf?docID=3321>. Acesso em: 11 jan. 2013.

NEVES NETO, M. A.; SOUSA, D. M. **O uso da técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva para ativação do músculo tibial anterior na promoção de marcha funcional em pacientes com déficits decorrentes de acidente vascular encefálico.** Faculdade Ávila, 2011. Disponível em: < http://www.portalbiocursos.com.br/artigos/fisio_neuro/23.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2013.

NOTELAERS, S.; WEYER, T. D.; RAYMAEKERS, C.; CONINX, K.; BASTIAENS, H.; LAMERS, I. Data Management for Multimodal Rehabilitation Games. In. DATABASE AND EXPERT SYSTEMS APPLICATIONS, 2010. **Anais…** 2010, p. 137-141.

NUNES, M. A. S. N. **Recommender system based on personality traits**. Tese de doutorado. Université Montpellier 2-LIRMM. 2008.

____. **Recommender Systems based on Personality Traits: Could human psychological aspects influence the computer decision-making process?** VDM Verlag, 2009.

O'SULLIVAN, S. B.; SCHMITZ, T. J. **Fisioterapia**: avaliação e tratamento. 5. ed. Barueri: Manole, 2010.

RIBEIRO, J. L. P. **Introdução à Psicologia da Saúde**. Coimbra: Quarteto, 2005.

SILVA, E. de J. A. da; **Reabilitação Após o AVC**. Porto: FMUP, 2010. Disponível em: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/52151/2/Reabilitao%20aps%20o%20AVC.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2013.

SOUZA, A. M. C.; SANTOS, S. R. dos. Handcopter Game: a vídeo-tracking based serious game for the treatment of patients suffering from body paralysis caused by a stroke. In. SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 14, 2012, Niterói. **Anais…** Niterói, 2012, p. 201-209.

WORLD STROKE ORGANIZATION. **The Facts Behind "1 in 6".** 2012. Disponível em: <http://worldstrokecampaign.org/2012/Learn/Pages/Thefactsbehind.aspx>. Acesso em: 25 jan. 2013.

Nome completo: Saulo Lordão Andrade Barros
Filiação institucional: Universidade Federal de Sergipe
Departamento: DCOMP – Departamento de Computação
Função ou cargo ocupado: Graduação em Ciência da Computação
Endereço completo para correspondência (bairro, cidade, estado, país e CEP): Rua Pedro Mandarino, 350, Cond. Mar Mediterrâneo, Ed. Málaga, 102. Bairro Coroa do Meio, Aracaju-SE, 49035-630.
Telefones para contato: (79) 8815-2098
e-mail: saulo.lordao@gmail.com

Nome completo: Nélson Rangel Santos Passos
Filiação institucional: Universidade Federal de Sergipe
Departamento: DCOMP – Departamento de Computação
Função ou cargo ocupado: Graduação em Engenharia de Computação
Endereço completo para correspondência (bairro, cidade, estado, país e CEP): Rua Percílio da Costa Andrade, 175, Ed. Sílvio Romero, 1603. Bairro Salgado Filho, Aracaju-SE, 49020-600.
Telefones para contato: (79) 9957-0663
e-mail: rangelpassos@hotmail.com

Nome completo: Maria Augusta Silveira Netto Nunes
Filiação institucional: Universidade Federal de Sergipe
Departamento: DCOMP – Departamento de Computação
Função ou cargo ocupado: Professor Adjunto
Endereço completo para correspondência (bairro, cidade, estado, país e CEP): Cidade universitária-Av. Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze - CEP 49100-000 - São Cristóvão/SE
Telefones para contato: (79) 2105-6678
e-mail: gutanunes@gmail.com