

JOGO EM REALIDADE VIRTUAL DE TREINAMENTO PARA COMPENSAÇÃO DE PERDA DO CAMPO VISUAL PARA PACIENTES PÓS-AVC

Gustavo Henrique da Silva
Barbosa
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, Paraná, Brasil
ghsb19@ufpr.br

Renato Nickel
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, Paraná, Brasil
rnickel@ufpr.br

Eduardo Todt
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, Paraná, Brasil
todt@ufpr.br

Abstract

Stroke, or Cerebrovascular Accident, affects thousands of individuals annually and remains a leading cause of death in Brazil. Among survivors, many experience lasting sequelae, such as hemianopsia—a partial loss of the visual field. The standard treatment for this condition typically involves visual field compensation exercises, which, while effective, are often repetitive and demotivating for patients. To address these challenges, we developed AeroVR, an innovative game designed to support patient rehabilitation. AeroVR combines virtual reality technology, which facilitates the stimulation of a broader visual field, with the principles of serious games to enhance patient engagement and adherence to therapy. Developed iteratively in partnership with the Occupational Therapy School-Clinic, the game is highly customizable, ensuring it can cater to a diverse range of patients. By merging advanced technology with user-centered design, AeroVR offers a promising solution for improving the effectiveness and accessibility of hemianopsia rehabilitation.

Palavras-Chave

Realidade Virtual, Jogos Sérios, AVC, Hemianopsia

1 Introdução

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma doença que afeta milhares de pessoas a cada ano, sendo uma das principais causas de mortalidade no Brasil [4]. No entanto, os desafios associados ao AVC vão além do momento do evento em si, estendendo-se ao período de recuperação, já que poucas pessoas conseguem superá-lo sem desenvolver um ou mais tipos de sequelas, comprometendo significativamente a qualidade de vida dos pacientes.

Dentre as possíveis sequelas, destaca-se a hemianopsia, que se caracteriza pela perda parcial ou total do campo de visão. Essa condição pode se manifestar em diferentes graus e atingir diferentes regiões do campo visual.

Atualmente, a Clínica-Escola de terapia ocupacional da UFPR (CETO) atende diversos pacientes que estão em processo de reabilitação pós-AVC e que sofrem com a hemianopsia. Assim, esse trabalho surge a partir do entendimento dos desafios e necessidades enfrentados na clínica.

No que diz respeito às estratégias de reabilitação visual, atualmente existem três abordagens possíveis: restauração, substituição e compensação [3]. A estratégia seguida pela CETO é a de compensação, que, por meio de treinamento, busca capacitar o paciente a compensar a perda do campo visual por meio de esforço motor [7].

Por exemplo, no caso de um paciente com perda parcial na região da direita do campo visual, o processo de reabilitação o ensina a compensar essa deficiência reposicionando a cabeça mais à direita. Essa compensação permite amenizar os impactos da perda visual e melhorar a funcionalidade no dia a dia.

Entretanto, como em todo processo de reabilitação, existem diversos desafios que devem ser superados. Destaca-se o engajamento do paciente no tratamento e a disponibilidade de recursos terapêuticos específicos para o tratamento da condição em questão [6].

Atualmente existem pouquíssimas ferramentas tecnológicas e gratuitas voltadas para o tratamento da hemianopsia. Diante disso, os terapeutas geralmente têm duas opções: adaptar jogos de mesa, como alternativas improvisadas para a reabilitação; ou recorrer a ferramentas pagas, que, em sua maioria, apresentam uma abordagem rígida e pouco interativa, o que reduz o engajamento dos pacientes. Portanto, o tratamento disponível para hemianopsia carece frequentemente de estímulos motivadores. Esse baixo nível de engajamento pode gerar diversos problemas adicionais, como o risco de o paciente abandonar o tratamento antes de alcançar o máximo de sua reabilitação.

Assim, o desafio na concepção deste jogo sério é criar uma solução aberta que gere um maior engajamento por parte do paciente, ao mesmo tempo que seja de fato eficiente para o uso real na Clínica-Escola de Terapia Ocupacional da UFPR.

2 Solução Proposta

O objetivo do projeto desenvolvido é: criar uma aplicação que gere um maior engajamento por parte do paciente ao mesmo tempo que seja eficiente. Assim, para o desenvolvimento de uma solução que cumprisse tais requisitos, dois conceitos foram fundamentais: jogos sérios e realidade virtual (ou VR - *Virtual Reality*).

Os jogos digitais possuem uma grande capacidade de entreter e capturar a atenção das pessoas. Além disso, enquanto proporcionam diversão, esses jogos podem ser importantes ferramentas para educação e treinamento. É neste contexto que se inserem os jogos sérios (ou *Serious Games*), ou seja, jogos que possuem as mesmas bases de um jogo convencional, mas que têm um objetivo primário que vai além do entretenimento e diversão [8].

Essa técnica tem sido utilizada em reabilitação, principalmente em problemas de motricidade, e apresenta resultados muito positivos no engajamento dos pacientes [5] [2]. Assim, utilizando os fundamentos do *Serious Games*, foi possível propor um jogo mais envolvente, que gera um maior engajamento do que as técnicas disponíveis atualmente para o treinamento da hemianopsia.

Por meio do uso da realidade virtual, conseguimos aumentar o grau de imersão e explorar uma área mais ampla do campo visual, algo que não é possível com um simples monitor [1]. Além disso, como a região do campo visual afetada pode variar de paciente para paciente, conseguimos, assim, desenvolver uma solução mais flexível e eficiente.

2.1 A modelagem da solução

A modelagem da solução iniciou-se com a identificação dos aspectos mais relevantes a serem trabalhados durante o jogo. Com a orientação dos profissionais da CETO, definiu-se que o jogo deveria avaliar e estimular a atenção dividida e seletiva dos pacientes. Além disso, considerando que a habilidade de dirigir é um dos principais desafios enfrentados por esses indivíduos, devido ao impacto significativo na percepção de obstáculos, tornou-se essencial incluir no jogo elementos que contribuíssem para a reabilitação dessa capacidade.

Para estimular os principais aspectos e aproximar o jogo de situações do cotidiano do paciente, optou-se por um jogo baseado no movimento do jogador. Dois elementos tornaram-se essenciais: primeiro, garantir que o foco principal do paciente permanecesse no centro do campo visual, permitindo também a estimulação das regiões periféricas; segundo, promover a percepção durante o movimento. Para atender ao primeiro ponto, foram criados obstáculos concentrados na região central da visão, assegurando a estabilidade do foco do jogador. Para o segundo, definiu-se que objetos surgiram em áreas específicas do campo visual a serem estimuladas, exigindo que o jogador os identificasse e os comunicasse ao terapeuta.

A mecânica básica do jogo foi modelada da seguinte forma: o jogador controla um avião de papel que voa por uma floresta. Durante a partida, surgem placas numeradas de 1 a 5. Sempre que o paciente visualizar uma placa, ele deve informar ao terapeuta o valor correspondente. Simultaneamente, enquanto o avião se desloca ao longo do seu trajeto, o paciente deve desviar de árvores que estão no seu caminho. O avião de papel voa sempre para frente, e o jogador pode mover-se para a esquerda ou para a direita.

A escolha de usar placas numeradas, em vez de letras ou figuras, foi feita para amenizar problemas relacionados à comunicação do paciente, que muitas vezes é prejudicada por uma afasia. Segundo os terapeutas, os números são um elemento de comunicação mais facilmente controlado pelos pacientes.

Ainda com relação à mecânica do jogo, foram tomadas algumas decisões que visam manter a motivação do jogador. Por exemplo, em caso de colisão, o paciente recebe um *feedback* visual e sonoro, mas não é penalizado com o fim do jogo, assim, pode continuar o jogo até o término do tempo estabelecido.

2.2 Sobre a implementação

Com a modelagem inicial do jogo, passamos para os requisitos técnicos, ou seja, como ocorreu o desenvolvimento em si. E para a implementação do jogo foi utilizada a game engine Unity, juntamente com o plugin "Google Cardboard XR". Esse plugin permite que sejam criados jogos para óculos de realidade virtual no estilo "Google Cardboard". Nesse modelo, o próprio smartphone funciona como a tela onde as informações são exibidas, enquanto o óculos atua como um suporte para o dispositivo. Além disso, um óculos

no estilo "Google Cardboard" possui lentes especiais que ajustam a projeção das imagens, proporcionando uma experiência imersiva de realidade virtual.

Na fase de implementação a primeira decisão que precisamos tomar é com relação ao estilo visual do jogo. Para garantir que o jogo mantivesse o aspecto de algo divertido, decidimos ambientá-lo em uma floresta, onde o paciente controla um avião de papel. Além disso, optamos por desenvolver o jogo com um estilo conhecido como *low-poly* (que se caracteriza por construir objetos em 3D utilizando uma menor quantidade de polígonos, gerando um efeito mais divertido e irreverente). Para o desenvolvimento do jogo, boa parte dos elementos gráficos (árvores, cercas, pedras, chão e montanhas) foram obtidos de forma gratuita com os pacotes: Low-Poly Nature e Low-Poly Simple Nature Pack (ambos obtidos por meio da Unity Asset Store). Para os elementos gráficos que não estavam disponíveis em nenhum pacote (avião e placas), foi necessário criar o modelo 3D correspondente por meio do software Blender.

Com relação ao funcionamento do jogo, o principal desafio enfrentado foi a geração do ambiente. Pela quantidade de configurações possíveis, bem como pela própria mecânica do jogo, nós não poderíamos implementar um ambiente fixo, ou seja, uma cena que fosse igual sempre que se inicia uma nova partida. Assim, foi necessário utilizarmos uma técnica conhecida como Geração Procedural de Conteúdo (*PCG, Procedural Content Generation*), que é muito utilizada em jogos digitais [9].

Existem diversos algoritmos disponíveis para geração de ambientes, sendo que os mais avançados utilizam técnicas de Inteligência Artificial. No entanto, esses algoritmos requerem bases de dados para treinamento ou referência, e, como não dispúnhamos desses dados, optamos por uma abordagem mais simples: geração randômica baseada em parâmetros configuráveis.

A geração do ambiente e dos elementos exibidos na tela ocorre por meio de múltiplas seções que se deslocam em direção ao avião, criando a ilusão de movimento para o jogador. Cada seção é gerada por um algoritmo que utiliza os parâmetros configurados (detalhados na próxima seção) para instanciar os *GameObjects* [10], classes que representam todos os elementos possíveis em uma cena, compondo cada trecho do percurso.

3 Resultados

Após diversas iterações de desenvolvimento e validação entre a implementação do AeroVR e a equipe da Clínica-Escola de Terapia Ocupacional, foi possível concluir com êxito o desenvolvimento do jogo, que pode ser visto na Figura 1.



Figura 1: Partida do AeroVR

Apesar de ter sido desenvolvido com os mesmos fundamentos de um jogo tradicional, o AeroVR possui diversas características únicas. Esses aspectos únicos do jogo visam atender às necessidades do contexto que ele será utilizado. Algumas das principais características correspondem aos modos de jogo, parametrizações, capacidade de múltiplos jogadores e coleta de dados.

Modos de jogo: um paciente que possui um quadro de hemiparesia pós-AVC, pode apresentar diversas outras sequelas, que podem interferir no modo como ele interage com o jogo. Pensando nesses casos, são suportados diferentes modos de interação: modo VR (principal), utilizando um monitor (com o modo 3D comum) ou no próprio smartphone (menos indicado). Também suporta diferentes entradas: mouse, teclado, controle para o bluetooth e a tela do smartphone.

Parametrizações: o jogo foi desenvolvido para possibilitar o uso da maior quantidade possível de pacientes sob o acompanhamento de um profissional, portanto para atender as necessidades de diferentes pacientes, bem como a evolução de cada um, o jogo possui uma abundância de parâmetros passíveis de configuração. Algumas das principais são: grid com a posição em que as placas serão exibidas (ver Figura 2), tempo que uma placa fica em tela, probabilidade de exibir uma placa em tela, tamanho da placa, duração da partida, velocidade de deslocamento e número de árvores na cena.

Suporte à múltiplos jogadores: o AeroVR foi projetado para ser utilizado no dispositivo da própria clínica, assim uma mesma instância do jogo deve ser utilizada por diferentes pacientes atendidos. Assim, foi necessário fazer um tratamento especial para as configurações utilizadas, bem como os dados salvos. Nesse caso, o jogo foi implementado para permitir o uso de múltiplos pacientes, impedindo assim que as configurações e dados de um paciente sejam confundidos com os de outro.

Coleta de dados para validação: uma importante etapa da seção de terapia é a validação dos resultados obtidos por parte do profissional responsável. Após a partida, o terapeuta ocupacional deverá analisar se o paciente acertou todas as placas (se não, quais foram os possíveis motivos que levaram o paciente a errar) e o número de colisões que ocorreu no caminho. Para isso, foi necessária uma abordagem diferente com relação aos jogos tradicionais, com um mecanismo de playback dos principais eventos, ou seja, o jogo salva todos os dados dos principais eventos da partida, e os exibe visualmente ao final como se fosse uma reprise resumida da partida.

É importante também tecer algumas considerações sobre os testes realizados. Com relação aos aspectos técnicos, durante todo o desenvolvimento do jogo foram realizados diversos testes sobre cada nova funcionalidade implementada. E após a validação de uma versão do jogo, essa era disponibilizada para a equipe da CETO, que realizava novos testes, validando se o resultado estava conforme o esperado, e a partir disso eram elaborados novos requisitos para novas funcionalidades, ajustes ou correções, se fossem necessárias.

Com relação aos testes com pacientes reais, estes estão em suas fases iniciais, estando em fase de elaboração um projeto que será submetido ao comitê de ética da universidade.



Figura 2: Tela para configuração da distribuição de probabilidade do posicionamento das placas no cenário

4 Considerações Finais

O aplicativo apresentado teve seu desenvolvimento completo, aguardando a fase de testes com pacientes reais iniciar. Por meio do processo de elaboração e testes preliminares, conseguimos confirmar os ganhos que o uso da realidade virtual proporciona quanto à imersão e ao campo visual estimulado pelo jogo. Assim, a partir dos testes com os pacientes, será possível avaliar clinicamente os benefícios do AeroVR para o engajamento do paciente, bem como o impacto para o tratamento de reabilitação do campo visual do paciente em comparação com os métodos tradicionais.

Com relação aos aspectos práticos, melhorias ainda são possíveis de serem realizadas, como, por exemplo, a criação de uma versão da aplicação para óculos de realidade virtual mais modernos e independentes do uso do smartphone. Além disso, é possível realizar adaptações no ambiente, criando diferentes cenas para o jogo, que podem melhorar a experiência do paciente.

Referências

- [1] Steve Bryson. 2013. Virtual Reality: A Definition History - A Personal Essay. *CoRR abs/1312.4322* (2013). arXiv:1312.4322 <http://arxiv.org/abs/1312.4322>
- [2] Fernando Luis Fischer Eichinger, Antonio Vinicius Soares, Fabrício Noveletto, Yoshimasa Sagawa Júnior, Pedro Bertemes Filho, and Susana Cristina Domenech. 2020. Serious game for locomotor rehabilitation of hemiparetic stroke patients. *Fisioterapia em Movimento* 33 (2020), e003316. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.033.A016>
- [3] Michael S. Lee. 2009. Visual Rehabilitation Strategies for Homonymous Hemianopia. <https://www.aao.org/education/current-insight/visual-rehabilitation-strategies-homonymous-hemianopia>. Accessed: 2024-06-29.
- [4] Miranda M, Rebello LC, Moro C, Magalhães P, Pedatella, Bezerra DC, Pinto R, Pontes-Neto OM, Oliveira-Filho J, Freitas GR, Silva GS, Lange MC, and Martins SMO. 2023. Números do AVC. <https://avc.org.br/numeros-do-avc/>. Acessado em 30/11/2023.
- [5] Minhua Ma and Kamal Bechkoum. 2008. Serious games for movement therapy after stroke. In *2008 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. 1872–1877. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2008.4811562>
- [6] N Maclean and Pandora Pound. 2000. A critical review of the concept of patient motivation in the literature on physical rehabilitation. *Social science and medicine* (1982) 50 (03 2000), 495–506. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(99\)00334-2](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(99)00334-2)
- [7] Gereon Nelles, Joachim Esser, Anja Eckstein, Andreas Tiede, Horst Gerhard, and H.Christoph Diener. 2001. Compensatory visual field training for patients with hemianopia after stroke. *Neuroscience Letters* 306, 3 (2001), 189–192. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)01907-3](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)01907-3)
- [8] Tarja Susi, Mikael Johannesson, and Per Backlund. 2007. Serious games: An overview. *IKI Technical Reports* (2007).
- [9] Julian Togelius, Emil Kastbjerg, David Schedl, and Georgios N. Yannakakis. 2011. What is procedural content generation? Mario on the borderline. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Procedural Content Generation in Games* (Bordeaux, France) (PCGames '11). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 3, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/2000919.2000922>
- [10] Unity Technologies. [n. d.]. Unity Manual: GameObject. <https://docs.unity3d.com/Manual/class-GameObject.html>. Accessed: 2024-07-31.