Desenvolvimento e Avaliação de um Jogo em Realidade Virtual para o Ensino e Aprendizagem de Neuroanatomia

Vinícius Souza, Douglas Rachevsky, Luciana Nedel
Instituto de Informática
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre, Brasil
Email: vcsouza,dcrachevsky,nedel@inf.ufrgs.br

Klaus Loges, Eliane Schlemmer
PPG em Educação
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)
São Leopoldo, Brasil
Email: kloges,elianes@unisinos.br

***Resumo*—Com o mercado de jogos digitais em contínua expansão e o aparato de Realidade Virtual (RV) cada vez mais sofisticado e acessível, tem sido possível aplicar essas tecnologias em diferentes áreas. Na educação, o uso de RV tem crescido significativamente evidenciando contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem. Entretanto, No Brasil, esse crescimento é bastante restrito devido às dificuldades técnicas e ao alto custo. Esse trabalho apresenta o desenvolvimento e avaliação de um jogo em RV para subsidiar a aprendizagem de neuroanatomia no ensino superior. Os resultados sugerem que o jogo é fácil de usar, mesmo por sujeitos inexperientes em RV, e é potencialmente útil para a aprendizagem de neuroanatomia. Além disso, o jogo foi considerado divertido e não causou desconforto. A aplicação do questionário SUS evidenciou que os participantes se sentiram fortemente presentes no ambiente virtual. Adicionalmente, por meio das perguntas abertas, foram obtidas diversas sugestões de melhoria.**

***Keywords*-Realidade Virtual; Jogos Educacionais; Neuroanatomia;**

I. Introdução

O mercado de jogos digitais é um dos principais da indústria de entretenimento e, segundo a *Netscribes Gaming Market Research*, deverá ter um crescimento de US $323,91 bilhões até 2023 [1]. Ao mesmo tempo, o software e hardware de Realidade Virtual (RV) estão cada vez mais sofisticados e baratos, o que permite que sejam aplicados em diferentes áreas, além da pesquisa, como treinamento, terapia, marketing e entretenimento [2]. De acordo com um novo relatório da *International Data Corporation* (IDC), os gastos mundiais com RV devem atingir US $17,8 bilhões em 2018, um aumento de quase 95% sobre 2017 [3].

Segundo Burdea e Coiffet [4], RV é uma aplicação computacional pela qual os usuários podem interagir com ambientes virtuais tridimensionais, que reproduzem situações reais ou imaginárias, envolvendo os sentidos como visão, audição e tato. Para Slater, a RV é capaz de criar a sensação do usuário de ser transportado para um mundo virtual tridimensional e proporcionar uma experiência visceral e imersiva, embora isso nem sempre ocorra [2].

As aplicações da RV na educação são muitas e existe um consenso dos seus benefícios no processo de ensino e aprendizagem. Entre os possíveis benefícios estão a possibilidade de estender as percepções dos cinco sentidos, representando mais do que o real estado das coisas, maior motivação ao estudante, uso conforme o ritmo de cada pessoa, explorar em vez de deduzir, aprender de forma ativa, interagindo e facilitando uma análise global e suas inter-relações. A tecnologia disponível e as limitações de custo definirão o tipo de aplicação a ser empregado em cada caso [5].

Na área da saúde, a RV tem sido empregada na simulação de cirurgias, no planejamento pré-operatório e no suporte intra-operatório. A utilização de modelos geométricos virtuais, obtidos através de imagens médicas, têm como vantagem a possibilidade de se avaliar os órgãos tridimensionalmente, de se observar a estrutura interna do órgão, de se avaliar as relações entre os órgãos com suas topografias e de se produzir visões seletivas do corpo. Além disso, não apresenta limitação de tempo de utilização [6].

Atualmente, no Brasil, somente algumas unidades de pesquisa têm desenvolvido projetos com aplicação da RV para o ensino e para o treinamento na área médica devido às dificuldades técnicas e ao alto custo. Entretanto, algumas propostas estão surgindo para minimizar as dificuldades de desenvolvimento e manutenção dos sistemas e programas necessários. Além disso, recursos humanos qualificados, envolvendo a interação entre diferentes áreas, estão sendo preparados para a otimização e a democratização no uso dessa tecnologia no processo de ensino e aprendizagem [7].

Assim, esse trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a avaliação de uma aplicação em RV para apoiar o processo de ensino e aprendizagem de neuroanatomia em cursos de ensino superior da área da saúde. Com isso, deseja-se possibilitar uma experiência inovadora e motivacional para o aprendizado de neuroanatomia que permita a repetição de exercícios com baixo custo.

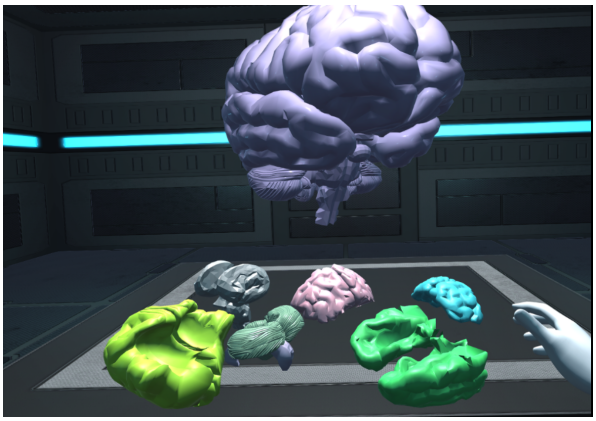
II. O Jogo

Para uma jogabilidade simples, com poucos comandos e regras, o jogo foi baseado em jogos de quebra-cabeça (*puzzle games*). Esse genero de jogo pode testar diversas

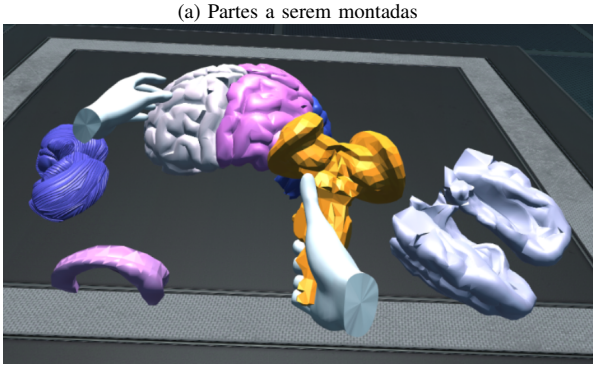
habilidades do jogador, como lógica, estratégia, reconhecimento de padrões, solução de sequências e relações parte-todo. Esses jogos envolvem uma variedade de desafios de lógica e conceito podendo, ocasionalmente, adicionarem o desafio do tempo e outros elementos de ação [8].

O jogo acontece em sala virtual, na qual as partes do encéfalo (lobo frontal, lobo parietal, lobo occipital, lobo temporal, cerebelo, corpo caloso e tronco encefálico e diencéfalo) estão aleatoriamente dispostas em uma mesa (Figura 1a). O objetivo principal do jogo é montar o encéfalo através da junção das partes dispostas, cujas cores também são aleatoriamente definidas a cada partida. A aleatoriedade de posição e cor das peças tem como objetivo manter o desafio entre partidas, minimizando a possibilidade de solução por mera memorização de cores e posicionamento.

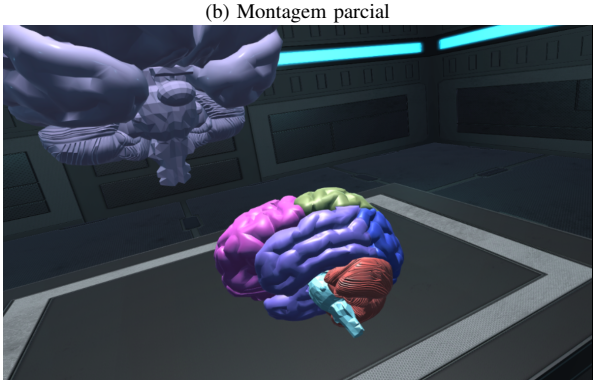
Os jogadores visualizam um encéfalo como referência e utilizam as mãos virtuais para pegar as partes, rotacionando e transladando cada peça, para realizar o encaixe entre as partes até que o todo seja completo (Figura 1c). As partes que estão sendo seguradas pelo jogador, através da mão virtual, mudam de cor como forma de proporcionar retorno visual ao usuário (Figura 1b).



(a) Partes a serem montadas



(b) Montagem parcial



(c) Encéfalo completo

Figura 1: Etapas do jogo.

III. Avaliação

Com o objetivo de realizar uma primeira avaliação com usuários, o jogo foi utilizado por um grupo de estudantes do ensino superior, que estiveram presentes na última aula da disciplina de Neuroanatomia. O objetivo da avaliação foi identificar limitações e potencialidades do jogo, bem como obter sugestões que possam contribuir para versões futuras.

A. Participantes

Um total de 10 estudantes participaram da avaliação do jogo, sendo 6 homens e 5 mulheres, entre 17 a 20 anos (M=21.8 SD=4,8). Entre os participantes, haviam 2 alunos do curso de graduação em Educação Física, 3 da Fisioterapia e 5 do curso de Psicologia. Entre os estudantes, 6 não tinham problemas de visão, 1 possuía astigmatismo, 1 miopia, 1 astigmatismo e miopia e 1 astigmatismo e hipermetropia.

Quanto à experiência com vídeo game, os participantes se autoavaliaram, em uma escala Likert de 5 pontos, sendo que 2 deles consideraram-se muito inexperientes, 5 inexperientes, um com experiência média, um experiente e um muito experiente. Quanto à experiência com RV, a maioria dos participantes se considerou muito inexperiente, sendo que somente um participante se autoavaliou experiente em RV. Quanto aos conhecimentos prévios sobre neuroanatomia, 2 se consideraram muito inexperientes, 6 inexperientes, um com experiência mediana e um experiente.

B. Materiais

O jogo foi desenvolvido na Unity3D e para a avaliação utilizou-se um computador Dell XPS 8900 com processador Intel(R) Core(TM) i7-7700 3.6 GHz, 16 Gb de RAM e placa de vídeo NVIDIA Gforce GTX 1060 6GB. Para a visualização utilizou-se o Oculus Rift CV1 e para a interação os controles Oculus Touch[1].

C. Procedimento

O procedimento utilizado seguiu um protocolo típico de avaliação com usuários. Iniciou-se com uma explicação geral, seguida da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido e do termo de uso de imagem. Posteriormente, foi aplicado um questionário para caracterização dos par-

[1]https://www.oculus.com/rift

ticipantes e, logo após, o óculos de realidade virtual e os controles foram ajustados no participante para o início do teste (Figura 2a). Após completar o jogo, cada sujeito respondeu um questionário, com perguntas abertas e fechadas, para avaliação da experiência. Através de uma escala Likert de 5 pontos, os participantes opinaram sobre a facilidade de uso, diversão, utilidade e possível desconforto causado pela realidade virtual. Já em uma escala de 7 pontos, cada participante respondeu 6 perguntas do questionário SUS [9] sobre a sensação de presença no jogo. Adicionalmente, os participantes registraram suas percepções sobre os potenciais e limitações do jogo em perguntas abertas. Todas as partidas foram gravadas, para posterior análise do comportamento do usuário, por uma câmera fixada em um tripé ao lado esquerdo do jogador (Figura 2a).

(a) Aluna jogando com o Oculus Rift e controles Oculus Touch

(b) Colegas e professor assistindo o jogo pelo telão e TV

Figura 2: Aluna de graduação utilizando o jogo e o professor e colegas assistindo e comentando o jogo pelo telão e TV.

IV. Resultados e discussão

Os participantes responderam questões sobre a facilidade do jogo (O jogo foi fácil de usar), grau de diversão (Eu me diverti jogando), possível desconforto causado pela RV (Eu senti desconforto jogando), em uma escala de Likert de 5 pontos, variando entre discordo plenamente e concordo plenamente. Também em uma escala de 5 pontos, os participantes opinaram sobre a utilidade do jogo em relação as possibilidades de uso para o aprendizado de neuroanatomia, variando de pouco útil até muito útil.

Como pode ser observado na figura 3, o jogo foi considerado fácil de usar (M=4.0), mesmo que a maioria dos participantes não tenha experiência anterior com RV, e potencialmente útil (M=4.3) para o processo de ensino e aprendizagem de neuroanatomia. Além disso, o jogo foi considerado divertido (M=4.7) e não causou desconforto (M=1.9), comumente conhecido como cibersickness em RV. A facilidade de uso está potencialmente associada a forma intuitiva e natural de pegar e largar as peças, proporcionada pelo uso dos controles Oculus Touch, que controlam as mãos virtuais. Já a diversão, está possivelmente associada a experiência imersiva proporcionada pelo Oculus Rift e pelo fato de aprender jogando.

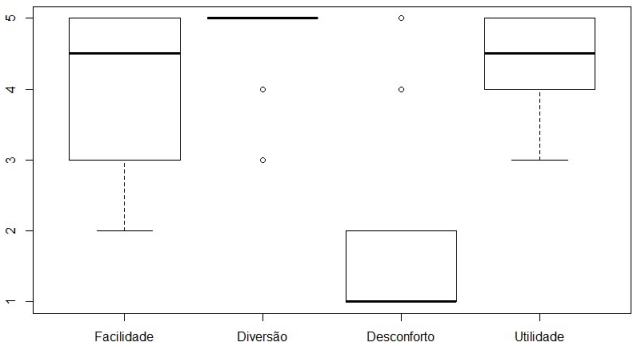


Figura 3: Gráfico de barras referente a facilidade de uso, diversão, desconforto e utilidade do jogo. As linhas em negrito são as medianas e as caixas são faixas interquartis.

Considerando os resultados do questionário de presença (Tabela I), obteve-se uma média alta (5.8), sendo que para três das seis questões obteve-se médias superiores a 6.1. A escala SUS varia de 1 à 7, sendo 7 a sensação real de estar em um determinado local [10].

Sobre as potencialidades do jogo, registradas pelos sujeitos nas questões abertas, pode-se destacar que os participantes valorizaram a experiência de manipular as partes do encéfalo humano, considerada muito próxima da realidade. Os participantes afirmaram que o jogo pode auxiliar no aprendizado de neuroanatomia de uma forma diferente, motivadora e de mais fácil compreensão. Quando questionados sobre como se sentiram durante o jogo, os participantes relataram que se sentiram como se de fato estivessem em outro ambiente, um ambiente calmo que facilita a concentração, sendo que um participante relatou que sentiu-se como em uma aula prática real. Entre os relatos, estes foram os mais marcantes: sujeito A – “Senti como se de fato estivesse em

Tabela I: Média das questões SUS sobre presença

Questão SUS	***M***
1. Indique o quanto pareceu que você esteve no ambiente virtual.	6.5
2. Indique o quanto a experiência pareceu real.	5.8
3. Você lembra do ambiente virtual mais como fotos que viu ou mais como um lugar que visitou?	6.1
4. Durante o teste, sua sensação mais forte foi de estar na sala onde está agora ou no ambiente virtual?	6.1
5. Considere sua lembrança de ter estado no ambiente virtual. Qual a similaridade dessa lembrança em relação à lembrança de outros lugares reais que você esteve hoje?	4.6
6. Durante a experiência, em algum momento você pensou que realmente estava no ambiente virtual?	5.0
Média SUS	**5.68**

outro lugar, como se as peças fossem de fato cair ou fazer algum som"; sujeito C – "Como se de fato estivesse em outro ambiente"; sujeito E – "Confortável e com facilidade de jogar. É divertido de juntar as peças e interagir com os elementos do jogo"; sujeito G – "Foi uma experiência divertida, me senti um pouco confusa, pois as mãos não eram minhas". Sobre o que cada participante aprendeu com o jogo, obteve-se respostas como "aprendi as partes do cérebro", "determinadas posições de algumas estruturas que não me recordava exatamente o seu local", "Onde se localizam as peças do cérebro", além de alguns registros sobre o aprendizado da própria RV, sendo essa a primeira experiência para a maioria dos participantes.

Quanto às limitações, foi registrada alguma dificuldade relacionada ao encaixe das peças, a falta de som no ambiente virtual, não poder desencaixar as peças já encaixadas e sobre a precisão para pegar as partes do cérebro com as mãos virtuais. Além disso, foi registrado que a visualização interna das peças não é adequadamente compreensível.

Na última questão aberta, na qual o participante foi convidado a registrar comentários, críticas ou sugestões, se destacam os seguintes comentários: "me senti muito confortável durante o jogo, aprender dessa maneira me estimulou a querer saber mais sobre o assunto", "Foi muito divertido, mas faltou o som", "Acho que vai ser muito bom para alunos que não tem noção do que sejam essas peças, fica mais fácil entender", "Sugiro mais informações sobre o que tem e o que está acontecendo no jogo (como o nome da peça que tu está segurando no momento), além de algum evento ao concluir o quebra-cabeça, como som, escrita, animação e/ou efeito", e "seria interessante poder mover o cérebro de referência para melhor orientação". Alguns desses comentários corroboram resultados obtidos em questões fechadas, bem como sugerem melhorias importantes para o uso sistemático do jogo no processo de ensino e aprendizagem de neuroanatomia. Todas as sugestões serão analisadas e consideradas para versões futuras do jogo, o qual pretende-se utilizar como ferramenta de apoio nas próximas turmas de neuroanatomia.

V. Considerações finais

Esse trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a avaliação de um jogo em RV para apoiar o processo de ensino e aprendizagem de neuroanatomia no ensino superior, possibilitando uma experiência inovadora e motivacional. Um total de 10 estuantes avaliaram o jogo e os resultados sugerem que o jogo é fácil de usar, divertido e potencialmente útil e motivador para o processo de ensino e aprendizagem de neuroanatomia. Os participantes sentiram-se fortemente presentes no ambiente virtual, conforme questionário SUS, e valorizaram a experiência de manipular as partes do cérebro, considerada muito próxima da realidade. Quanto às limitações, foi registrada dificuldade na ação de encaixe, falta de som e baixa visualização interna das peças.

Na próxima versão do jogo, pretende-se criar pistas para que os jogadores possam ter colaboração na síntese de suas significações das funções e relações de cada segmento montado, fazendo uso de uma biblioteca virtual para buscar os subsídios necessários.

Referências

[1] Global Digital Gaming Market (2018-2023). Netscribes, pages 90-100, May 2018. https://www.researchonglobalmarkets.com/global-digital-gaming-market-2018-2023.html

[2] M. Slater. Grand Challenges in Virtual Environments. Frontiers in Robotics and AI, 1:3, May 2014.

[3] R. T. Llamas. Worldwide Augmented and Virtual Reality Hardware Forecast, 2018–2022. January 2018. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US43510618

[4] G. C. Burdea and P. Coiffet. Virtual Reality Technology (2. ed.). 2003.

[5] J. J. Vogel, A. Greenwood-Ericksen, J. Cannon-Bowers & C. A. Bowers (2006) Using Virtual Reality with and without Gaming Attributes for Academic Achievement, Journal of Research on Technology in Education, 39:1, 105-118.

[6] M. Zhang, et al. Recent Developments in Game-Based Virtual Reality Educational Laboratories Using the Microsoft Kinect. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), [S.l.], v. 13, n. 01, p. pp. 138-159, jan. 2018.

[7] E. F. S. Montero & D. J. Zanchet (2003). Realidade Virtual e a Medicina. Acta Cirurgica Brasileira, 18(5), 489-490.

[8] E. Adams and A. Rollings. 2006. Fundamentals of Game Design (Game Design and Development Series). Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.

[9] M. Usoh, E. Catena, S. Arman, and M. Slater. Using Presence Questionnaires in Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments,pp. 1–16, 2000.

[10] M. J. Schuemie, P. V. Straaten, M. Krijn, and C. V. Mast. Research on Presence in VR: a Survey. CyberPsychology and Behavior, 4(2):183–201, 2001. doi: 10.1089/109493101300117884