

Resultados preliminares de experimentos para comparação da atenção visual, carga cognitiva e colaboração em ambientes imersivos e não imersivos

Samara da Silva Brito (IFPB, Campus João Pessoa), Francisco Petrônio Alencar de Medeiros (IFPB, Campus João Pessoa)

E-mails: brito.samara@academico.ifpb.edu.br, petronio@ifpb.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.00.00-7 Ciência da Computação.

Palavras-chave: atenção visual, benchmark, experimentos em ambientes imersivos de aprendizagem, NASA-TLX, presença social

1. Introdução

Os ambientes tridimensionais de realidade virtual (VR) possibilitam interações e aprendizado com pessoas, ambientes e objetos (Daşdemir, 2022). Embora os artigos avaliados no mapeamento sistemático de Brito e Medeiros (2024) tenham reforçado a eficiência e a eficácia desses ambientes para a educação, não foram identificados estudos que realizassem uma análise comparativa entre as plataformas de suporte à aprendizagem.

No âmbito da dissertação que conduzida pelos autores Brito e Medeiros, intitulado "Uma análise das dimensões cognitivas e sociais no processo de aprendizagem imersiva", o presente estudo tem como objetivo sistematizar, classificar e selecionar ambientes virtuais imersivos e não imersivos voltados à aprendizagem colaborativa através do instrumento de benchmark. Além disso, busca-se descrever experimentos com um jogo educativo e um ambiente de aprendizagem com propósitos específicos a fim de analisar a atenção visual, a carga cognitiva e a colaboração entre os participantes durante a execução das atividades propostas.

2. Materiais e método

A metodologia deste estudo baseou-se na aplicação de benchmark e na execução de experimentos controlados. Conforme descrito por Almeida (2013, apud Santos et al., 2021), as metodologias de Melhoria Contínua de Qualidade (MCQ) utilizam o benchmark como um método para organizar e manipular o conhecimento de um campo específico para avaliar produtos, serviços e processos de trabalho, sendo estruturado em: *Competitor Survey; Definition of Classes; Problem Analysis; Details of the Problem Classes; Analysis and Comparison*. Inicialmente, foram coletados dados a partir de trabalhos relacionados, extraídos do mapeamento sistemático de Brito e Medeiros (2024), sites de pesquisa e sites especializados em jogos e plataformas virtuais. Foram selecionados 34 ambientes virtuais: 3D Organon XR, AltospaceVR, Brink Traveler, Buzz Aldrin: Cycling Pathways to Mars, Driver Training Framework, Edu-Metaverse, Education XR, Escape Simulator, Frame VR, Futuclass Education, Meta Horizon Worlds, Metaverse FTD, Metaverse learning, Miles Virtual World, Mozilla Hubs, NASA's Exoplanet Excursions, NetVerse Edu (IFPB), Noun Town VR, Opensimulator, Paradiddle, PLSEM, Roblox, Smart Grid MR, Spatial, Subnautica, Tipagem sanguínea - Telesapiens, TYMMI - Second Life, Vermilion - VR Painting, VictoryXR, Virbela, VirtualSpeech, VRAM, VR Chat, VR Drive School.

Dando continuidade ao *benchmark*, as características observáveis são fundamentais para a escolha ou exclusão de uma ferramenta em uma pesquisa ou para seu uso educacional (Santos et al., 2021). Brito e Medeiros (2024), no estudo "Desafios e oportunidades do metaverso na Educação: uma análise das funções cognitivas e implicações pedagógicas", usaram mapeamento sistemático para investigar o potencial dos ambientes imersivos na promoção de funções cognitivas e sociais, embasando a definição das classes em: disponibilidade ao público, nível de imersão (ou não imersão), potencial de promover aprendizagem, interação tátil virtual e colaboração entre participantes.

Na fase experimental, foram conduzidos testes piloto em dois contextos: ambiente imersivo e não imersivo, com a participação de três discentes do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) em cada condição, visando garantir maior consistência e relevância na coleta de dados. Os experimentos ocorreram no Laboratório de Realidade Aumentada (LARA) e em salas do Programa de Pós-Graduação em Informática, sendo os resultados avaliados por meio de três instrumentos. O experimento completo foi estruturado em oito sessões — quatro em realidade virtual (VR) e quatro em desktop — cada uma com três participantes, totalizando 48 sujeitos. Os dados obtidos foram comparados entre as versões imersiva e não imersiva.

A atenção visual dos participantes foi analisada nos períodos de atividade, inatividade e tempo total do experimento, considerando-se que esse construto refere-se à capacidade de direcionar e manter o foco atencional (Wong et al., 2023). Cada sessão teve duração aproximada de 30 a 50 minutos no ambiente virtual, seguida de 10 minutos para o preenchimento dos questionários. Todas as sessões foram gravadas para análise posterior. Após a realização das tarefas, os participantes responderam ao Índice de Carga de Tarefas da NASA (NASA-TLX), o qual avalia aspectos como esforço, frustração, desempenho e demandas física, mental e temporal (NASA, 1986), bem como ao instrumento de presença social desenvolvido por Kim (2011), destinado a investigar o nível de interação social no contexto do ensino superior a distância.

3. Resultados e discussão

A avaliação de 34 ambientes revelou: 17 multiplataforma, 24 com acesso público, 23 ambientes de aprendizagem, três descontinuadas ou vendidas, 23 são multiplayer, 26 com interação tátil virtual e sete atendem todos os critérios. Selecionaram-se o jogo educativo Escape Simulator e o ambiente aprendizagem com propósitos específicos NetVerse Edu, para os experimentos da referida pesquisa (Brito; Medeiros, 2025). O jogo educacional 'Escape Simulator', do gênero escape room, utiliza uma metodologia ativa de aprendizagem através da resolução de enigmas. Baseadas no construtivismo, as escape rooms incentivam a aprendizagem colaborativa por meio da interação prática, autônoma e reflexiva entre os alunos, (Prince, 2004 apud López-Pernas et al., 2019). Já o "NetVerse Edu" é um ambiente de aprendizagem de propósito específico com puzzle, quiz e prática sobre redes, projetado para simular um laboratório para o ensino de redes de computadores.

Baseada no sócio-construtivismo de Piaget e Vygotsky, a abordagem destaca a construção ativa do conhecimento através da interação com o ambiente e grupo (López-Pernas et al., 2019).

O *benchmark* forneceu subsídios metodológicos para demais pesquisadores e educadores interessados em integrar tecnologias imersivas a práticas pedagógicas, com potencial de promover aprendizagem ativa, interação tátil e trabalho em equipe. Ainda destacou que, quanto menos limitações houver em um ambiente, maior será o potencial para promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais nos usuários. Além disso, deve-se reconhecer que muitos desses ambientes têm a capacidade de incorporar atualizações. É importante ressaltar que esses ambientes devem ser cuidadosamente avaliados com base nos objetivos educacionais específicos (Brito; Medeiros, 2025).

Neste momento, os dados coletados nos experimentos são apresentados com o objetivo de proporcionar uma compreensão inicial dos resultados ao leitor. No que se refere à atenção visual, foram analisados 11 vídeos do experimento com o Escape Simulator e 10 vídeos do NetVerse Edu. Quatro testes foram excluídos por falhas técnicas, e outros dois foram removidos para equilibrar a quantidade de experimentos entre os ambientes imersivos e não imersivos. A soma das médias de tempo de atenção visual no Escape Simulator imersivo foi de 4,117 segundos, enquanto no não imersivo foi de 2,099 segundos. Para o NetVerse Edu, a média foi de 4,379 segundos no ambiente imersivo e de 2,586 segundos no não imersivo, indicando maior tempo de atenção visual nas condições imersivas em ambos os casos.

O questionário de presença social teve como principal questão: “Consegui perceber a presença e me sentir percebido pelos colegas no ambiente virtual, ajudando a realizar as tarefas educacionais em grupo?”. Nos resultados preliminares dos 12 experimentos realizados por ambiente, observou-se que, no Escape Simulator imersivo, 10 participantes responderam “sim” e 2 “não”; no ambiente não imersivo, todas as respostas foram positivas. No NetVerse Edu imersivo, todos os 12 participantes responderam “sim”, enquanto no ambiente não imersivo houve 8 respostas “sim” e 4 “não”. Quanto ao Índice de Carga de Tarefas da NASA (NASA-TLX), a média do índice global no Escape Simulator imersivo foi de 60,06, e no não imersivo, 56,39. No NetVerse Edu, os valores médios foram de 54,06 no imersivo e 45,89 no não imersivo. De modo geral, os dados ponderados indicam um maior índice global de carga cognitiva nos ambientes imersivos em comparação aos não imersivos. Todos os resultados preliminares apresentados serão posteriormente submetidos a análises estatísticas aprofundadas.

4. Considerações finais

A presente pesquisa sistematizou e integrou informações provenientes do estado da arte e da análise de mercado, oferecendo um panorama abrangente e atualizado sobre jogos educacionais e plataformas de aprendizagem com propósitos específicos. Adicionalmente, foram apresentados dados preliminares dos experimentos comparativos entre ambientes imersivos e não imersivos, contribuindo para a ampliação do conhecimento na área. Esses resultados fornecem subsídios relevantes não apenas para pesquisadores, mas também para educadores e profissionais de apoio pedagógico, ao favorecerem uma tomada de decisão mais informada, prática e estratégica. Ressalta-se, contudo, que os dados apresentados refletem uma etapa inicial da investigação e estão sujeitos a limitações inerentes ao número de participantes e ao escopo dos ambientes analisados. Ainda assim, reforça-se a importância de que a escolha e aplicação desses ambientes estejam alinhadas aos objetivos educacionais específicos, de modo a garantir experiências de aprendizagem significativas e adequadas às particularidades de cada área de conhecimento e perfil de usuário.

Agradecimentos

À Instituição Federal da Paraíba, ao meu orientador e todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Referências

- ALLAM, Z.; SHARIFI, A.; BIBRI, S.; JONES, D.; KROGSTIE, J. The metaverse as a virtual form of smart cities: Opportunities and challenges for environmental, economic, and social sustainability in urban futures. *Smart Cities*, v. 5, n. 3, p. 771-801, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2624-6511/5/3/40>.
- BRITO, S.; MEDEIROS, F. P. A. Desafios e oportunidades do metaverso na Educação: uma análise das funções cognitivas e implicações pedagógicas. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, João Pessoa, jun. 2024. ISSN 2447-9187. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18265/2447-9187a2024id8432>.
- BRITO, S. S.; MEDEIROS, F. P. A. Benchmark para a análise de ambientes imersivos de aprendizagem colaborativa. *Informática na Educação: teoria & prática*, 2025.
- DAŞDEMİR, Y. Cognitive investigation on the effect of augmented reality-based reading on emotion classification performance: A new dataset. *Biomedical Signal Processing and Control*, v. 78, p. 103942, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2022.103942>.
- HARASIM, L. *Learning theory and online technologies*. 2. ed. New York: Routledge, 2017. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315716831>.
- KIM, J. Developing an instrument to measure social presence in distance higher education. *British Journal of Educational Technology* 42 763-777, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01107.x>>. Acesso em 10 jun 2025.
- LÓPEZ-PERNAS, S.; GORDILLO, A.; BARRA, E.; QUEMADA, J. Analyzing learning effectiveness and students' perceptions of an educational escape room in a programming course in higher education. *IEEE Access*, v. 7, p. 184221-184234, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8936344>.

NASA, **National aeronautics and space administration NASA**. NASA Task Load Index (NASA-TLX). NASA Ames Research Califórnia, 1986. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20000021488/downloads/20000021488.pdf>.

SANTOS, V. M. R.; MEDEIROS, F. P. A.; LIRA, H. B.; RODRIGUES, N. N. Benchmark Application for Scenario Analysis in the Educational Chatbots Development. In: 2021 XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), 2021. p. 302-309. **IEEE**. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/LACLO54177.2021.00038>.

WONG, S. K., VOLONTE, M., LIU, K. Y., EBRAHIMI, E., & BABU, S. V. Comparing Visual Attention with Leading and Following Virtual Agents in a Collaborative Perception-Action Task in VR. In 2023 IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR) (pp. 152-162). **IEEE**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/VR55154.2023.00031>.