

ADOÇÃO DE REALIDADE ESTENDIDA NO ENSINO SUPERIOR: UMA ANÁLISE DAS BARREIRAS COGNITIVAS, FÍSICAS E DOCENTES

Autores: Diego Henrick Candido da Silva; Raquel Pasternak Glitz Kowalski (Orientadora), Cleber Lopes (Co-orientador)

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

RESUMO

A presente investigação busca compreender o impacto das tecnologias de Realidade Estendida (XR) no âmbito do ensino superior. Esta pesquisa integra o Programa de Iniciação Científica (PIBIC) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), desenvolvida sob a orientação de pesquisadores vinculados ao Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE). O objetivo central consiste em realizar um levantamento teórico e técnico acerca de ferramentas de XR. Diferente de abordagens estritamente voltadas ao hardware, este estudo foca na análise da interação humano-computador, abrangendo a carga cognitiva, os impactos físicos do uso imersivo e a percepção docente. Metodologicamente, adotou-se uma abordagem qualitativa e exploratória, fundamentada em uma revisão bibliográfica sistemática na base de dados Scopus (2021-2026). Resultados preliminares indicam que, embora a XR possibilite cenários imersivos e dinâmicos, sua adoção enfrenta barreiras ocultas: a sobrecarga cognitiva gerada por interfaces complexas (modelo L1-L2), efeitos adversos físicos (como o *cybersickness*) e a resistência docente associada à falta de suporte técnico e treinamento metodológico. A continuidade do estudo visa consolidar um panorama analítico que fundamente práticas pedagógicas seguras e inovadoras, alinhadas às diretrizes do design educacional e ergonômico contemporâneo.

Palavras-chave: Realidade Estendida; Carga Cognitiva; Cybersickness; Formação Docente; Ensino Superior.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias de Realidade Estendida (XR) que incluem a Realidade Virtual (RV), a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Mista (RM) têm se expandido rapidamente nos ambientes de ensino superior, oferecendo oportunidades inéditas de aprendizado experiencial e visualização espacial. A promessa da XR reside em sua capacidade de imergir os alunos em simulações interativas que facilitam a compreensão de conceitos abstratos ou a prática de procedimentos complexos sem os riscos ou custos do mundo físico.

Contudo, a integração eficaz dessas tecnologias vai muito além da simples aquisição de equipamentos de alto custo. A literatura recente tem alertado para o fato de que a imersão sensorial profunda, se não for cuidadosamente desenhada, pode gerar efeitos contraproducentes para a aprendizagem. Interfaces de usuário mal projetadas, longos períodos de exposição e a falta de preparo metodológico dos professores figuram entre os principais obstáculos para que a XR passe de uma "novidade tecnológica" para uma ferramenta educacional consolidada.

Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo analisar os desafios humanos e pedagógicos da implementação da XR no ensino superior. O foco desta análise recairá sobre três subassuntos críticos mapeados na literatura: a gestão da carga cognitiva através do modelo de aprendizagem L1-L2; os impactos físicos e psicológicos relatados por estudantes; e as perspectivas e necessidades de capacitação do corpo docente.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo qualitativo, exploratório e bibliográfico, vinculado ao projeto PIBIC da PUCPR. A revisão sistemática e narrativa foi conduzida priorizando publicações dos últimos cinco anos (2021-2026), indexadas predominantemente na base de dados *Scopus*.

Para a extração e triagem inicial de dados, utilizou-se a plataforma *SciSpace*, baseada em Inteligência Artificial, resultando em uma seleção rigorosa de artigos científicos baseada na leitura dos resumos (*abstracts*). Posteriormente, os artigos foram integrados à plataforma *NotebookLM* (Google) para a realização de um cruzamento analítico com o apoio do modelo de linguagem Gemini. Esse método permitiu identificar padrões e correlações específicas nos textos, isolando as variáveis relacionadas à saúde do usuário, usabilidade de interfaces e barreiras docentes na adoção de tecnologias de imersão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da literatura revelou que o sucesso da Realidade Estendida no ensino superior depende da superação de desafios que afetam diretamente o bem-estar do aluno e a segurança do professor em sala de aula. Os resultados foram categorizados em três eixos principais:

3.1. A Carga Cognitiva e o Modelo de Aprendizagem L1-L2 A integração de ferramentas imersivas requer uma atenção cuidadosa aos princípios de Interação Humano-Computador (HCI). Estudos recentes introduziram o conceito do modelo de aprendizagem de dupla fase (L1-L2) para explicar como os alunos processam informações em ambientes XR.

Neste modelo, "L1" refere-se à energia cognitiva gasta pelo aluno para aprender a navegar e interagir com a interface da ferramenta (controles, menus, navegação espacial). Já o "L2" denota a aquisição real do conhecimento ou do procedimento da disciplina (os conceitos que o professor deseja ensinar). A literatura demonstra que, quando as aplicações XR possuem designs inconsistentes, movimentos complexos ou *affordances* (propriedades de interação) confusas, a carga cognitiva L1 domina a memória de trabalho do aluno. Como consequência, o aluno fica exausto apenas tentando operar o sistema, o que diminui drasticamente sua capacidade de se envolver de forma significativa com o conteúdo da disciplina (L2). Portanto, a eficácia pedagógica da XR exige designs intuitivos e mecânicas de *scaffolding* (orientação em etapas) que reduzam a carga L1.

3.2. Impactos Físicos e Psicológicos da Imersão Apesar dos benefícios visuais, a adoção da XR esbarra em questões de saúde ocupacional e conforto físico do estudante. A pesquisa aponta que a RV, por isolar completamente o usuário do mundo real, está associada a uma alta prevalência de efeitos adversos. Um estudo com estudantes de medicina revelou que 71,43% dos usuários de RV experienciaram o chamado *cybersickness* (enjoo cibernético, caracterizado por náuseas e tonturas), e 75% relataram desorientação espacial.

Além dos efeitos físicos, como a fadiga visual causada pelo esforço constante de focar em objetos virtuais próximos (citado por 67,86% dos participantes em simulações), há também impactos psicológicos severos. A sobrecarga sensorial foi relatada por 70,24% dos usuários em ambientes virtuais densos, enquanto sentimentos de despersonalização e desrealização (a sensação de que o mundo físico ao redor é irreal) afetaram mais da metade dos estudantes. As tecnologias de Realidade Aumentada (RA) e Mista (RM) apresentaram taxas consideravelmente menores de desorientação e enjoo, por manterem a visão do mundo real como âncora, embora a fadiga ocular ainda persista. Esses dados indicam que o uso de XR deve ser planejado para sessões curtas e intercaladas com métodos tradicionais.

3.3. A Perspectiva Docente e a Necessidade de Suporte O terceiro eixo da pesquisa identificou que os professores são o elo mais crítico na implementação de novas tecnologias. Utilizando a Teoria de Expectativa-Valor, pesquisadores notam que a decisão de um professor de adotar a XR é motivada

por suas expectativas de sucesso e pelo valor percebido em oposição ao "custo" de implementação (tempo, esforço e frustração).

A literatura destaca que os professores muitas vezes hesitam em mudar suas abordagens pedagógicas se a tecnologia parecer complexa ou ameaçar a gestão da sala de aula. Foi demonstrado que docentes que possuem acesso a uma equipe de suporte de TI (*Information Technology*) dedicada em suas instituições apresentam crenças significativamente mais positivas sobre o uso de XR, pois sentem que o "custo" de implementação é reduzido. Sem esse suporte técnico ou sem um treinamento pedagógico prévio adequado, a insegurança prevalece, levando ao abandono do uso da ferramenta, pois os docentes temem perder o controle da aula caso ocorram falhas técnicas no hardware.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração da Realidade Estendida no ensino superior representa um avanço inegável para a aprendizagem exploratória e a visualização de fenômenos complexos. Contudo, este estudo demonstra que os principais desafios para a adoção sustentável dessas tecnologias não são apenas logísticos ou financeiros, mas profundamente humanos.

Para que a XR transcenda a fase de projetos-piloto experimentais, as instituições de ensino devem considerar o *design* ergonômico das aulas para evitar o *cybersickness* e a sobrecarga sensorial, além de exigir o uso de softwares cujas interfaces minimizem a carga cognitiva do aluno (Modelo L1-L2), permitindo foco total no domínio da disciplina. Paralelamente, é imperativo que as universidades ofereçam infraestrutura de suporte de TI e formação pedagógica contínua, garantindo que o corpo docente se sinta capacitado e seguro para integrar o mundo virtual às suas práticas de ensino.

5. REFERÊNCIAS

CHANDRAMOULI, M.; ZAFAR, A.; WILLIAMS, A. A Detailed Review of the Design and Evaluation of XR Applications in STEM Education and Training. **Electronics**, v. 14, n. 3818, 2025.

KAPLAN-RAKOWSKI, R.; DHIMOLEA, T. K.; KHUKALENKO, I. S. Language teachers' beliefs about using high-immersion virtual reality. **Education and Information Technologies**, v. 28, p. 12505–12525, 2023.

OBEIDALLAH, R.; AHMAD, A. A.; QUTISHAT, D. Challenges of Extended Reality Technology in Higher Education: A Review. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, v. 18, n. 14, p. 39–50, 2023.

WALECKI, P. et al. From traditional to immersive: The impact of 3D technologies on medical student learning. **Bio-Algorithms and Med-Systems**, v. 20, n. 1, p. 90-100, 2024.