

COMO A REALIDADE AUMENTADA TEM SIDO INCORPORADA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA AVALIAÇÃO CRONOLÓGICA A PARTIR DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

HOW AUGMENTED REALITY HAS BEEN INCORPORATED IN PHYSICS TEACHING: A CHRONOLOGICAL EVALUATION BASED ON A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Lucas Cesena Sanches¹, Ericarla de Jesus Souza², Amanda Amantes³

¹Universidade Federal da Bahia (UFBA)/Instituto de Física (IF), lucassanches@ufba.br

²Universidade Federal da Bahia (UFBA)/PPGEFHC, ericarlasouza@ufba.br

³Universidade Federal da Bahia (UFBA)/Instituto de Física (IF)/PPGEFHC, amandaamantes@ufba.br

Resumo

A realidade aumentada (RA) proporciona novas experiências tendo em vista aspectos digitais e de simulação, mostrando-se também uma potencial ferramenta para o ensino. esse estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica de artigos no período de 2008 a 2023 focados na aplicação da RA no ensino de Física, destacando tanto suas possíveis aplicações quanto as limitações referentes ao seu uso em diferentes contextos. Uma análise foi conduzida a partir de duas buscas: uma no portal periódicos da CAPES e outra no Scopus, ambas utilizando os descritores "Física + Realidade Aumentada + Educação" em inglês e português. Os resultados revelaram um aumento notável na publicação de artigos internacionais ao longo dos anos, contrastando com a estabilidade das publicações nacionais. Além disso, foi observado um enfoque predominantemente prático da ferramenta, com uma relativa escassez de discussões teóricas. Destaca-se a relevância deste debate para o progresso científico, considerando a predominância da publicação em revistas de qualidade. Espera-se que os resultados apresentados possam servir como base para futuras investigações, visando aprimorar a integração da RA no ensino como uma ferramenta eficaz para o processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Realidade aumentada; ensino de física; revisão bibliográfica.

Abstract

Augmented Reality (AR) provides novel experiences in digital and simulation scopes, also proving to be a potential tool for education. This research aimed to conduct a literature review of articles published between 2008 and 2023, focusing on the application of AR in Physics education, highlighting both its potential uses and the limitations associated with its use in diverse contexts. An analysis was carried out through two searches: one in the CAPES periodics portal and another in Scopus, both using the descriptors 'Physics + Augmented Reality + Education' in English and Portuguese. The findings revealed a noticeable increase in the publication of international articles over the years, in contrast to the stability observed in Brazilian publications. Furthermore, a predominantly practical focus of the tool was noted, accompanied by a relative scarcity of theoretical discussions. The relevance of this discussion for scientific progress is highlighted, considering the predominance of

publication in high quality journals. It is hoped that the presented results can serve as a basis for future research, aiming to enhance the integration of AR as an effective tool in Physics education

Keywords: Augmented reality; physics teaching; literature review.

Introdução

Muitas são as dificuldades no ensino de Ciências da Natureza, e o mesmo se aplica à Física, devido à abordagem de conceitos abstratos. Isso representa um desafio considerável tendo em vista a complexidade de conceitos, muitas vezes pouco tangíveis. Alguns dos desafios para o ensino incluem a dificuldade para o alcance da abstração conceitual, a distância de conceitos formais da experiência cotidiana dos alunos, a linguagem técnica, a falta de contextualização, a mudança de paradigma e as variações dos caminhos individuais de aprendizado.

Diversas estratégias metodológicas são utilizadas para enfrentar esses desafios, sendo uma delas o uso das tecnologias digitais, com o objetivo de facilitar a compreensão e aplicação desses conceitos de forma mais tangível. Dentre as diversas tecnologias digitais, a Realidade Aumentada (AR) se destaca como uma ferramenta com grande potencial.

Conforme evidenciado no estudo de Samala et al. (2023), que conduziram uma análise de publicações internacionais acerca das tendências, similaridades, diferenças, vantagens e desvantagens da Realidade Aumentada e Realidade Virtual (VR) para o processo de aprendizagem no período compreendido entre 2001 e 2021, há aumento contínuo na utilização e interesse por AR/VR ao longo desses anos.

A pesquisa exploratória conduzida por Vanucci Costa Lima et al. (2021) investigou o uso da Realidade Aumentada no ensino de Ciências da Natureza, analisando artigos publicados entre 2010 e 2018 em eventos e revistas eletrônicas. Os resultados também revelaram um aumento significativo no emprego da Realidade Aumentada no ensino de Ciências da Natureza ao longo dos oito anos estudados. A análise abordou tópicos como estratégias de aprendizagem, modalidades de aplicação, métodos de avaliação do ensino e da aprendizagem, identificando tendências e resultados relevantes nessa área de pesquisa. Contudo, observou-se uma lacuna na literatura referente a estudos de revisões específicos direcionados ao ensino de Física.

O objetivo dessa pesquisa consiste em realizar um levantamento bibliográfico de artigos direcionados ao ensino de Física que utilizam a tecnologia da realidade aumentada, destacando a potencialidade do seu uso, as limitações para o emprego em diferentes contextos.

Realidade Aumentada e Ensino de Física

A tecnologia da Realidade Aumentada (RA) tem sido utilizada desde a década de 1990, como evidenciado pelo artigo de Caudel e Mizell (1992), aplicado no contexto da engenharia. No âmbito educacional, especificamente na área de ensino, os primeiros registros de artigos se mostram a partir dos anos 2000, conforme demonstrado no trabalho de Billinghamurst (2002).

Azuma (1997) define a Realidade Aumentada (RA) como uma variação de um Ambiente Virtual (AV), ou Realidade Virtual, como é mais comumente chamada. As tecnologias de AV tratam da imersão do usuário dentro de um ambiente sintético,

não sendo possível ver o mundo real ao seu redor. Em contrapartida, a RA permite que o usuário veja o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real. Portanto, a AR complementa o ambiente real, em vez de substituí-lo completamente.

Uma das limitações do ensino dos fenômenos da Física está associada a dificuldade de reprodução dos modelos ideais, ou seja, na complexidade de reproduzir fielmente esses modelos em laboratórios reais devido a restrições físicas, financeiras ou até mesmo à escala micro ou macro desses fenômenos e por isso a realidade aumentada se constitui em ferramenta em potencial para superação dessa dificuldade. Além das restrições inerentes ao ensino de fenômenos, enfrentamos igualmente limitações relacionadas à disponibilidade de materiais para a elaboração de experimentos práticos. Nesse contexto, a Realidade Aumentada surge como uma contribuição significativa, proporcionando novas possibilidades e recursos para o ensino.

As seguintes questões são colocadas para o estudo conduzido:

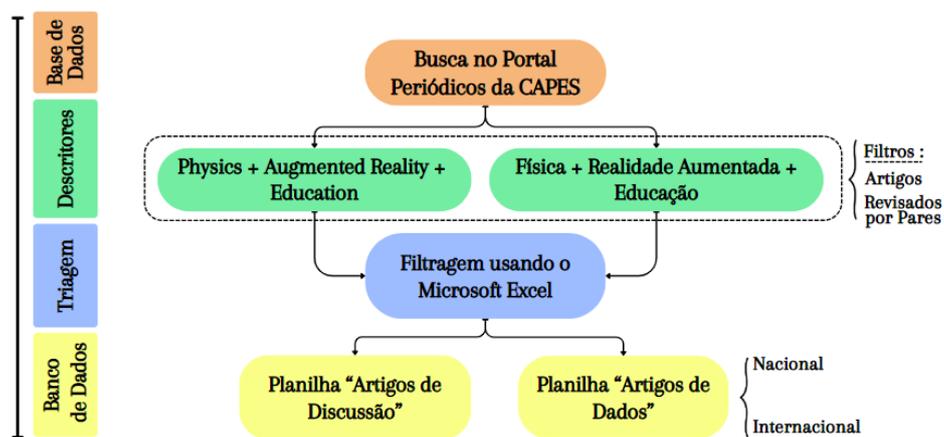
- 1-Quais são as tendências observadas nas publicações sobre Realidade Aumentada (RA) aplicada ao ensino de Física ao longo dos últimos 15 anos?
- 2-Qual é a relevância dos principais artigos referentes à Realidade Aumentada no ensino de Física no período de 2008 a 2023?
- 3-Qual é a natureza dos artigos mais frequentemente publicados sobre Realidade Aumentada para a aprendizagem no campo da Física no período de 2008 a 2023?

Metodologia

Esse estudo consiste em um levantamento bibliográfico de artigos voltados ao ensino de Física e a Realidade Aumentada. O procedimento metodológico adotado para esta pesquisa abrange cinco etapas fundamentais: 1) Realização do Levantamento Bibliográfico; 2) Classificação dos Artigos Conforme sua Natureza; 3) Estabelecimento de Critérios de Classificação; 4) Criação do Banco de Dados; e 5) Análise e Discussão.

A base de dados utilizadas para a realização da revisão bibliográfica foi o Portal de Periódicos da CAPES, por ser uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa no Brasil o melhor da produção científica internacional e nacional. Os procedimentos, etapas e descritores utilizados para a obtenção dos artigos estão representados apresentados na Figura 1.

Figura 1: Procedimentos para obtenção dos dados.



Fonte: Produção dos autores.

Na base de dados do Portal de Periódicos da CAPES, foi realizado duas pesquisas utilizando os descritores "Physics + Augmented Reality + Education" para a pesquisa de artigos internacionais e "Física + Realidade Aumentada + Educação" para artigos nacionais. Em ambas as buscas, aplicaram-se os filtros "Artigos" e "Periódicos revisados por pares", resultando em 433 artigos na primeira busca e 14 na segunda.

Posteriormente, realizou-se uma primeira filtragem dos resultados, analisando os títulos e os resumos dos artigos das duas buscas. Os artigos que abordavam a aplicação da realidade aumentada no ensino de física foram separados em uma planilha denominada "Artigos de Dados" (distintos entre nacionais e internacionais), enquanto aqueles que, embora tratassem da realidade aumentada no ensino, não se enquadravam nesse critério foram movidos para outra planilha chamada "Artigos de Discussão", para possíveis citações. O total de artigos selecionados para a planilha "Artigos de Dados" foi de 134 internacionais e 9 nacionais. Após essa seleção, a planilha de discussão passou a conter 135 artigos, enquanto os 164 restantes foram descartados por não atenderem aos critérios estabelecidos.

Subsequentemente, realizou-se uma segunda filtragem, mantendo os mesmos critérios, porém realizando uma análise mais detalhada, incluindo além do título e resumo, as palavras-chave. Quando houve dúvidas, foi necessário recorrer à leitura completa do artigo. Isso resultou na redução do número de artigos internacionais de 134 para 122, sendo que 8 foram movidos para a planilha de discussão e 3 foram descartados por não se adequarem aos critérios previamente estabelecidos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Triagem dos Dados.

	Internacional	Nacional
Descritores	Physics AND Augmented Reality AND Education	Física AND Realidade Aumentada AND Educação
Filtros	Artigos + Revisado por pares	Artigos + Revisado por pares
Resultados	433 artigos	14 artigos
1ª filtragem	134 artigos	9 artigos
2ª filtragem	122 artigos	9 artigos

Fonte: Produção dos autores.

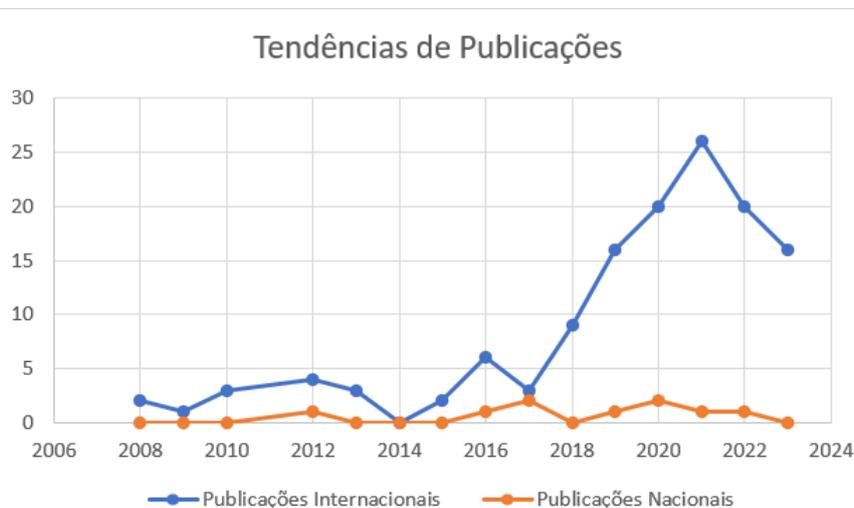
Análise e Resultados

Os dados foram selecionados de acordo com os critérios estabelecidos na Tabela 1 das fontes de dados disponíveis na plataforma Capes. O presente estudo restringiu-se à análise de artigos que foram submetidos a revisão por pares. Realizou-se uma análise descritiva dos artigos pertinentes, bem como uma investigação dos conteúdos abordados. Os critérios adotados para a descrição dos artigos englobaram as tendências observadas nas publicações, a classificação dos periódicos nos quais foram veiculados, a natureza do artigo e os conteúdos específicos de Física abordados.

Tendências das publicações

A triagem dos resultados envolveu a avaliação de 131 artigos que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão relacionados ao tema de Realidade Aumentada (RA) no ensino de física, dos quais 122 publicações eram de origem internacional e 9 eram artigos nacionais. A disposição das publicações de artigos nos últimos 11 anos, sobre o uso de RA no ensino de Física, no periódico da Capes, é apresentada na Figura 2. A análise revela que entre os artigos internacionais houve uma tendência de aumento do número de publicações, a qual teve seu pico registrado no ano de 2021. Nos anos de 2022 e 2023 observa-se um leve decréscimo nas publicações, porém o número continua sendo maior do que os anos anteriores à 2015. Já no cenário nacional percebe-se uma tendência diferente, há uma estabilidade no número de publicações, o qual se mantém bastante inferior ao internacional, visto que são os resultados de apenas um país em contrapartida com vários ao redor do mundo.

Figura 2: gráfico de tendências e publicações globais.

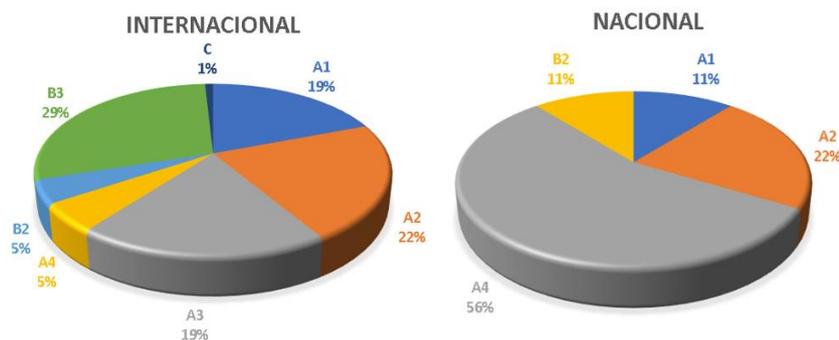


Fonte: Produção dos autores.

Classificação dos Periódicos

O Qualis Capes classifica os periódicos que representam a produção dos programas de pós-graduação brasileiros em diversas áreas do conhecimento. Este está dividido em oito posições, em ordem decrescente de valor: A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C. Na Figura 3, é apresentada a classificação das revistas onde os artigos foram publicados, evidenciando o Qualis atribuído a essas revistas. Nota-se que 65% das publicações internacionais estão presentes em revistas categorizadas como Qualis A, enquanto 89% das publicações nacionais pertencem a revistas classificadas com o mesmo Qualis. Isso indica que o tema tem sido considerado como relevante em estudos de qualidade, evidenciando o potencial da ferramenta no contexto de ensino de Física. É importante ressaltar que os artigos identificados na pesquisa conduzida no portal Scopus antes do ano de 2012 não foram incluídos na elaboração deste gráfico, dado que todos eles foram publicados em formatos de livros, logo não apresentam registro de Qualis.

Figura 3: gráfico de classificação das revistas em relação ao Qualis.



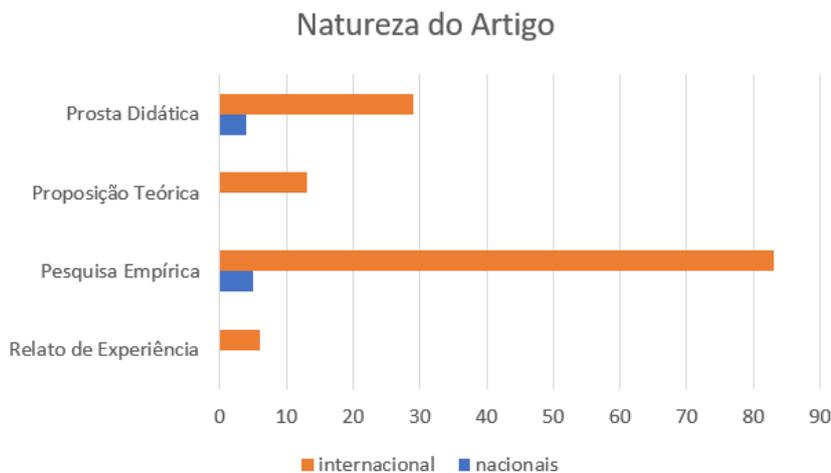
Fonte: Produção dos autores.

Natureza dos Artigos

A natureza de um artigo refere-se à sua categoria estrutural e aos objetivos nele delineados, contribuindo para a diversidade de abordagens e perspectivas encontradas na literatura científica. A identificação da natureza do artigo é crucial para compreender a finalidade e o foco do estudo ou trabalho apresentado. A análise dessa natureza foi conduzida por meio de uma avaliação minuciosa do título, resumo e palavras-chave de cada texto. Em situações de dúvida quanto à classificação, a leitura integral do artigo era realizada para esclarecer e fornecer informações adicionais. A Figura 4 apresenta a classificação da natureza dos artigos analisados.

Observou-se que, nas publicações internacionais, predominam pesquisas do tipo empírica sobre a tecnologia de Realidade Aumentada, seguidas por propostas didáticas. Foram identificadas 74 publicações classificadas como Pesquisa Empírica e 25 como Proposta Didática. Esse padrão se repete nos artigos nacionais, com 4 artigos em cada uma dessas categorias, indicando um cenário no qual os pesquisadores têm ativamente discutido a tecnologia de RA em estudos relacionados ao desenvolvimento de aplicações para propostas didáticas ou pesquisas aplicadas.

Figura 4: gráfico de classificação da natureza do artigo.



Fonte: Produção dos autores.

Esse resultado demonstra que tal tema ainda é incipiente quando discutimos o ensino de Física, tendo em vista que a ferramenta está sendo empregada nesse campo, de maneira mais substancial, quase 20 anos depois da sua proposição por Caudell e Mizell (1992). Além disso, os trabalhos se mostram predominantemente em um domínio que se configura como um teste de aplicação da ferramenta, tendo pouca discussão teórica.

Análise dos conteúdos

A Figura 5 apresenta os principais conteúdos de Física abordados nos artigos analisados. Nos periódicos internacionais, observa-se que o tema predominante relacionado à tecnologia de Realidade Aumentada é a Mecânica, seguido pelo conteúdo de Eletricidade, totalizando 26 e 14 artigos identificados, respectivamente. Por outro lado, nas publicações nacionais, destaca-se, ainda que de forma mais discreta, o conteúdo de Física Térmica. A categoria "Classificação Não Identificada" foi atribuída aos artigos que tratavam do ensino de física de maneira genérica ou que apresentavam pesquisas abrangendo diversos temas dentro da Física.

Figura 5: gráfico de classificação da natureza do artigo.



Fonte: Produção dos autores.

Discussão

A contribuição do presente estudo está na apresentação de um quadro na área de ensino de Física referente ao emprego de uma ferramenta em potencial para otimizar metodologias e consequentemente melhorar a aprendizagem de conteúdos complexos. A Realidade Aumentada tem se configurado como uma importante aliada para superar dificuldades, principalmente no campo metodológico, oferecendo novas possibilidades e recursos para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem.

As tendências observadas neste estudo indicam um aumento significativo na publicação de artigos internacionais, contrastando com a estabilidade do número de publicações nacionais. Destaca-se também que a maioria dos artigos está veiculada em revistas de alta qualidade, ressaltando a relevância deste debate no campo educacional. Ademais, é perceptível que as pesquisas analisadas tendem a focar

predominantemente na aplicação prática da ferramenta, apresentando, no entanto, uma limitada explanação teórica.

Este estudo preenche uma lacuna na literatura, contribuindo para o avanço da discussão sobre uma ferramenta tecnológica, proporcionando um conhecimento sobre a aplicação da Realidade Aumentada no ensino específico da Física. Espera-se que os resultados aqui apresentados possam servir de base para futuras investigações e aprimoramentos nesse campo, visando otimizar ainda mais a integração da RA como uma ferramenta eficaz no contexto educacional.

Referências

SAMALA, A. D. et al. Global Publication Trends in Augmented Reality and Virtual Reality for Learning: The Last Twenty-One Years. **International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)**, v. 13, n. 2, p. 109–128, 21 mar. 2023.

VANUCCI COSTA LIMA, W. et al. Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Atividades Educacionais de Realidade Aumentada do Ensino de Ciências da Natureza. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, v. 29, p. e1, 13 jun. 2021.

CAUDELL, T. P.; MIZELL, D. W. Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. **Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences**, v. 2, 1992.

KOUTROMANOS, G.; SOFOS, A.; AVRAAMIDOU, L. The use of augmented reality games in education: a review of the literature. **Educational Media International**, v. 52, n. 4, p. 253–271, 2 out. 2015.

AZUMA, R. T. A Survey of Augmented Reality. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997.