



CENÁRIO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO: UMA REVISÃO DE 2020 A 2024

OVERVIEW OF AUGMENTED REALITY IN TEACHING ELECTROMAGNETISM: A REVIEW FROM 2020 TO 2024

RESEÑA DE LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA DEL ELECTROMAGNETISMO: UNA REVISIÓN DE 2020 A 2024

Daniel Gomes da Silva*  

Jose Anglada Rivera**  

RESUMO

Este artigo apresenta uma visão geral acerca do uso da Realidade Aumentada – RA no ensino do Eletromagnetismo. Foi realizada uma revisão de literatura, de cunho qualitativo, com estudos referentes ao período de 2020 a 2024, a partir de sete bases de dados: Google Acadêmico, Redalyc, BDTD, CAPES, IEEE, Scopus e Springer. Utilizamos uma metodologia protocolizada denominada DATACON, amparada nos moldes de Coelho (2022, 2023a), criada para fomentar pesquisas no âmbito educacional. Os resultados sinalizam que os principais objetivos em relação ao uso da Realidade Aumentada visam a potencializar o ensino do eletromagnetismo. Os principais tópicos do eletromagnetismo foram: o campo magnético, funcionamento de motores elétricos, circuitos elétricos e regra de Fleming. A RA foi usada tanto de forma direta quanto indireta, usando *desktop* e *smartphones*. As vantagens do uso da RA consistiram na facilitação da visualização de conceitos abstratos. A Realidade Aumentada, portanto, potencializa o ensino do eletromagnetismo.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Ensino. Eletromagnetismo.

ABSTRACT

This article presents an overview of the use of Augmented Reality – AR in the teaching of Electromagnetism. A qualitative literature review was carried out, with studies related to the period from 2020 to 2024, based on seven databases: Google Scholar, Redalyc, BDTD, CAPES, IEEE, Scopus and Springer. We used a protocolized methodology called DATACON, supported by Coelho (2022, 2023a), created to promote research in the educational field. The results indicate that the main objectives in relation to the use of Augmented Reality aim to enhance the teaching of electromagnetism. The main topics of electromagnetism were the magnetic field, operation of electric motors, electrical circuits, and Fleming's rule. AR was used both directly and indirectly, using desktops and smartphones. The advantages of using AR consisted of the facilitation of visualization of abstract concepts. Augmented Reality enhances the teaching of electromagnetism.

* Doutorando em Ensino Tecnológico, PPGET-IFAM. Mestre em Ensino de Física, MNPEF-IFAM/UFAM. Mestre em Ensino de Ciências, UEA. Estudante de Doutorado (IFAM), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Ceutas, Nº 18A, Lírio do Vale I, Manaus, Amazonas, Brasil, CEP: 69037-780. E-mail: 2023100421@ifam.edu.br.

** Doutor em Física pela Universidade de Rostov do Don, Rússia. Professor Titular do Instituto Federal do Amazonas, IFAM. Professor do Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico, PPGET, do IFAM/CMC. Endereço: Rua Carvoeiro, Nº 770, CJ Ajuricaba, Bairro Alvorada, CEP: 69046-570, Manaus, AM. E-mail: jose.anglada@ifam.edu.br.

Keywords: Augmented Reality. Teaching. Electromagnetism.

RESUMEN

Este artículo presenta una descripción general del uso de la Realidad Aumentada – RA en la enseñanza del Electromagnetismo. Se realizó una revisión cualitativa de la literatura, con estudios referentes al período de 2020 a 2024, con base en siete bases de datos: Google Scholar, Redalyc, BDTD, CAPES, IEEE, Scopus y Springer. Utilizamos una metodología protocolizada denominada DATACON, basada en Coelho (2022, 2023a), creada para promover la investigación en el ámbito educativo. Los resultados indican que los principales objetivos respecto al uso de la Realidad Aumentada apuntan a mejorar la enseñanza del electromagnetismo. Los principales temas del electromagnetismo fueron el campo magnético, el funcionamiento de los motores eléctricos, los circuitos eléctricos, la regla de Fleming. La RA se ha utilizado tanto de forma directa como indirecta, a través de ordenadores y teléfonos inteligentes. Las ventajas de utilizar AR consistían en la facilitación visualizar conceptos abstractos. La Realidad Aumentada mejora la enseñanza del electromagnetismo.

Palabras clave: Realidad Aumentada. Enseñanza. Electromagnetismo.

1 INTRODUÇÃO

Quase todos os aparelhos elétricos modernos são formados por circuitos elétricos (Young; Freedman, 2016). Existe uma ampla variedade de equipamentos que necessitam da força eletromotriz (*fem*) para funcionar, como controle remoto, televisão, *smartphones*, *notebooks* e motores elétricos. Boa parte desses aparelhos depende de uma bateria como fonte de *fem*, mas há uma grande parcela que obtém essa força a partir da indução eletromagnética.

Decerto, a indução eletromagnética afeta diretamente o modo de vida moderno, a exemplo da geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Seja nas nossas residências, seja na indústria, a indução eletromagnética está presente no nosso dia a dia. Por isso, é importante proporcionar aos estudantes, na educação básica ou no nível superior, o entendimento tanto desse fenômeno, quanto do eletromagnetismo.

Entretanto, a partir de uma pesquisa sobre esse tema, levando em consideração o período de 2020 a 2024, pudemos perceber pouco quantitativo de trabalhos voltados ao ensino do eletromagnetismo, especialmente da indução eletromagnética. Essa constatação é agravada com a apresentação das evidências das dificuldades dos alunos na apropriação dos conceitos, princípios e leis envolvendo esse importante assunto.

Tal verificação pode ser corroborada com observações como a de Barbosa (2020, p. 46), ao afirmar que “[...] o entendimento de alguns conceitos de Eletromagnetismo, [...] apresentam uma dificuldade de aprendizado por necessitarem que o aluno tenha um alto nível de abstração”. Outro aspecto que contribui para esse problema consiste na falta ou pouca aplicação de material

para o desenvolvimento de atividades práticas, como podemos ponderar das observações de Godinho (2019, p. 14): “[...] pude constatar a dificuldade de desenvolver atividades junto ao alunado seja por falta de material adequado ou pela resistência por parte dos professores”.

Por outro lado, esse mesmo levantamento, de 2020 a 2024, proporciona uma possível alternativa para mitigar essas dificuldades, a partir do desenvolvimento de atividades apoiadas por Realidade Virtual ou por Realidade Aumentada – RA. Essas tecnologias, quando implementadas, proporcionam adaptações virtuais aos seus usuários e, com isso, permitem a interação com esses ambientes virtuais a partir da troca de informações com elementos físicos como, por exemplo, uma diversidade de sensores (Aguiar; Brandão, 2021).

Atualmente, essas tecnologias vêm ganhando notoriedade dada sua aplicabilidade em diversas áreas, desde o entretenimento (jogos), até aplicações na área militar. A grande diferença entre elas consiste na ideia de que na RV o usuário trabalha em um ambiente totalmente virtual, enquanto na RA os elementos virtuais são incorporados ao ambiente real (Aguiar; Brandão, 2021).

Uma das características marcantes da RA reside no fato de ser mais acessível que a RV, além de levar o usuário a uma percepção do ambiente real, acrescida de informações armazenadas com auxílio de sensores (Campara *et al.*, 2021). Por isso a RA vem ganhando relevância em áreas como a educação, tendo como principal argumento a economia de sua aplicação em detrimento de outras formas de atividades sem o uso da RA (Tacgin, 2020).

Uma tecnologia de RA pode ser entendida como um conjunto de estratégias computacionais de determinado dispositivo tecnológico como *notebook* e *smartphone*, constituído de técnicas computacionais que geram, posicionam e apresentam elementos virtuais integrados a um ambiente real (Macêdo *et al.*, 2022). Dada essa breve definição, podemos verificar um leque de áreas da educação que podem usar a RA como forma de potencializar suas atividades de ensino, como ciências e matemática (Quadros; Murofushi; Pereira, 2021).

Diante do exposto e considerando a Realidade Aumentada como uma alternativa para mitigar as dificuldades dos alunos em entender os fenômenos do eletromagnetismo, destacamos neste estudo, um panorama a respeito da RA na educação, com foco nos objetivos a serem alcançados a partir do seu uso. Buscamos compreender de que maneira foi empregada, bem como os tópicos abordados da referida disciplina, para analisar quais as vantagens do uso da RA no ensino do eletromagnetismo e quais os principais resultados das pesquisas selecionadas.

Para alcançarmos esse objetivo, seguimos os procedimentos de uma metodologia de revisão de literatura, parcialmente sistemática, preconizada por Coelho (2022, 2023a) para

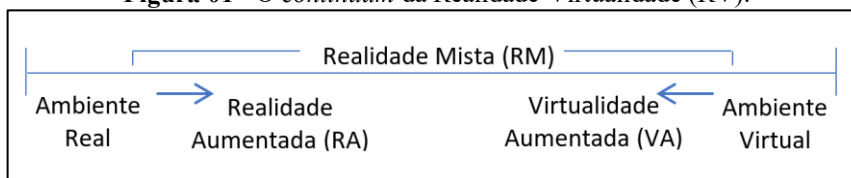
estudos realizados na área de Ensino e Educação, denominada DATACON. Para tanto, realizamos uma análise de um *corpus* composto por artigos científicos, dissertações e teses, publicados no período de 2020 a 2024. As bases utilizadas para coleta dos estudos foram: Google Acadêmico, *Red de Revistas Científicas de América Latina y Caribe – Redalyc*, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD, Repositório da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Instituto de Engenheiros, Eletricistas e Eletrônicos – IEEE, Scopus e Springer.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Realidade Aumentada – RA é um segmento tecnológico que vem ganhando cada vez mais espaço em diversos setores da sociedade, com destaque nas áreas de jogos 3D (tridimensionais), na manutenção industrial, na medicina e mais recentemente na educação. Em relação a essa última, para entendermos a sua abrangência, vantagens, limites e desafios, precisamos nos apropriar tanto dos seus principais conceitos, quanto da sua abrangência no meio educacional propriamente dito.

Para entendermos o que compõe uma atividade envolvendo RA, precisamos observar que ela consiste em uma espécie de um gênero denominado Realidade Mista – RM (*Mixed Reality*). Logo, a Realidade Mista pode ser definida como a integração de elementos virtuais gerados por computador com o ambiente físico, e mostrado ao usuário com o apoio de algum dispositivo tecnológico, em tempo real (Tori; Hounsell, 2020).

Figura 01 - O *continuum* da Realidade-Virtualidade (RV).



Fonte: (Milgram *et al.*, 1994, p. 283).

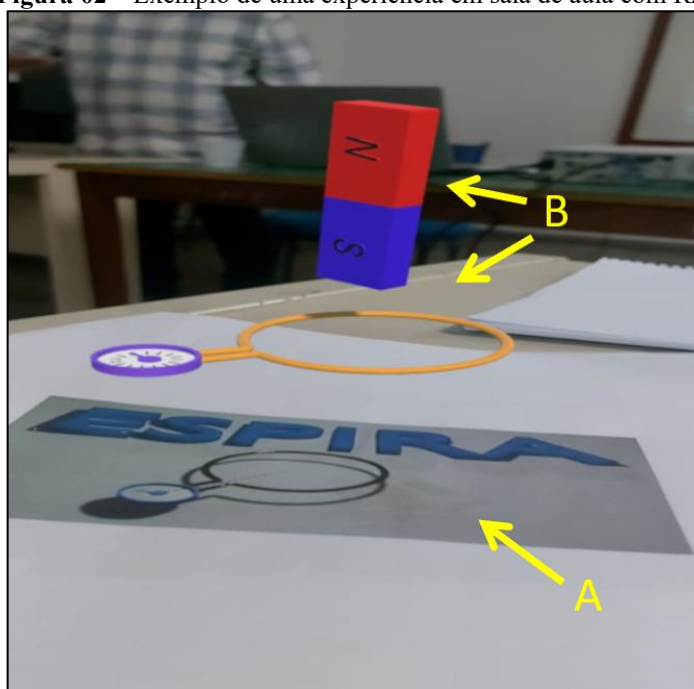
A Figura 01 apresenta o *continuum* da RV, cujos extremos compreendem o ambiente real (limite esquerdo) e o ambiente virtual (limite direito). A RA está mais próxima do ambiente real, enquanto a realidade virtual está mais próxima do ambiente virtual. Entre a RA e a RV, há um rol de outras tecnologias, com destaque para a Virtualidade Aumentada – VA, Realidade

Diminuída – RD, Hiper-Realidade – HR, Realidade Cruzada – RC e Virtualidade Pervasiva – VP (Tori; Hounsell, 2020).

Diante do exposto, é fundamental iniciar o entendimento da tecnologia de RA a partir de uma definição e, nesse sentido, de acordo com Azuma (1997, p. 2): “[...]ambiente experimentado pelos usuários é enriquecido sensorialmente por informações adicionais”. Como características, temos que a RA corresponde à combinação de objetos reais e virtuais, cujo resultado determina o aparecimento de imagens interativas e em tempo real, com o registro de objetos reais e virtuais entre si (Azuma, 1997). Como consequência dessas características, uma tecnologia de RA aprimora a realidade física ao fazer uso de componentes digitais para melhorar a percepção das pessoas quanto à audição, à visão, ao tato e ao olfato (Tacgin, 2020).

A Figura 02 apresenta um exemplo de uma atividade em sala de aula, desenvolvida e aplicada em uma de nossas aulas acerca da indução eletromagnética, em que os alunos têm um “aumento” da percepção visual a partir da interação com um objeto virtual (ímã, espira condutora e galvanômetro). Nesse caso concreto, temos uma imagem de uma espira, um ímã em forma de barra e um galvanômetro, consistindo em uma folha de papel impresso, cuja finalidade é servir de *image target* bidimensional (A), sendo usado como referência para o aparecimento sincronizado com objetos virtuais tridimensionais: espira, galvanômetro e ímã em forma de barra (B).

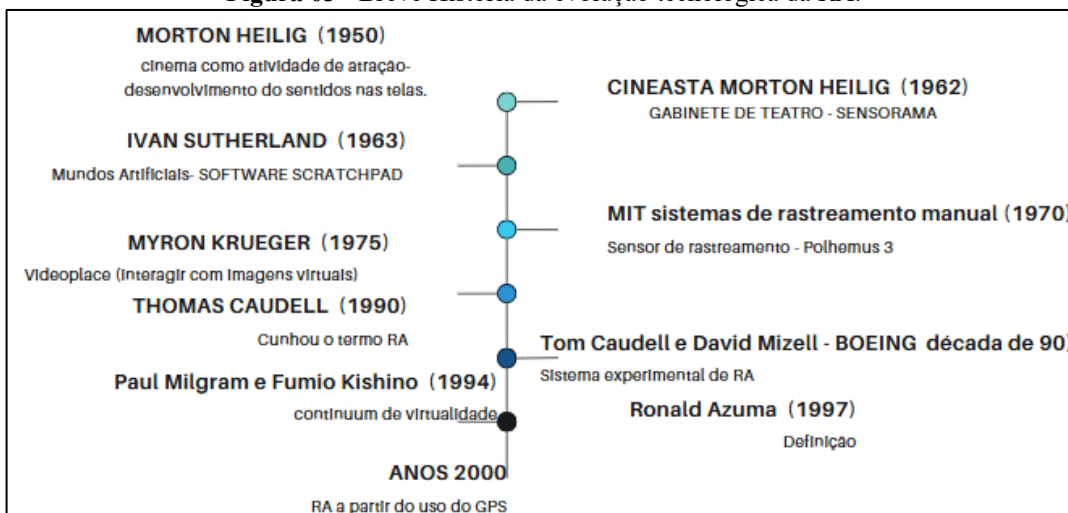
Figura 02 – Exemplo de uma experiência em sala de aula com RA.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Atualmente, podemos dizer que a tecnologia de RA está num estágio maduro e robusto, com uma infinidade de aplicações em diversas áreas do conhecimento. Entretanto, esse amadurecimento só foi possível com o advento da tecnologia digital das últimas décadas. Na Figura 03, temos um breve histórico dessa evolução:

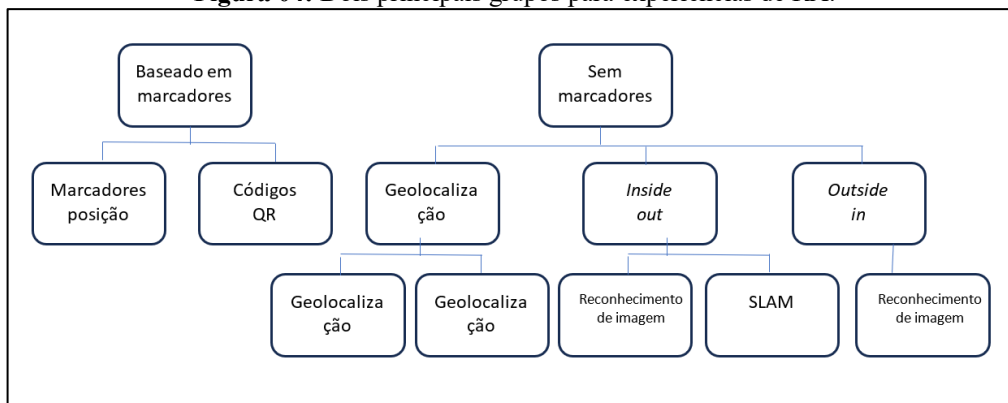
Figura 03 - Breve História da evolução tecnológica da RA.



Fonte: Adaptado (Kaliraj; Devi, 2022; Tacgin, 2020).

Quanto à tecnologia empregada em sistemas que envolvem RA, vale destacar que, dentre as diversas formas de categorizar os recursos tecnológicos de RA, selecionamos a que divide uma aplicação de RA em dois grandes grupos: as experiências baseadas em marcadores e as sem marcadores, conforme podemos verificar na Figura 04. Nesse contexto, destacamos na experiência baseada em marcadores fiduciais, as *image target*, tais quais: fotos, imagens impressas ou QR códigos. Já em relação às experiências baseadas sem marcadores, temos o reconhecimento de áreas e planos num determinado ambiente, seja interno, seja externo.

Figura 04: Dois principais grupos para experiências de RA.



Fonte: (Tacgin, 2020).

Tanto para atividades baseadas em marcadores fiduciais, quanto para atividades baseadas sem marcadores, é de vital importância o conhecimento dos *hardwares* e dos *softwares* empregados na elaboração dessas atividades. Atinente ao *hardware*, destacamos o sistema de rastreamento, sensores e os monitores (Kaliraj; Devi, 2022). Basicamente, o rastreamento é responsável por detectar um alvo (*image target*, *cylinder target* ou *area target*, por exemplo), enviar essa informação para ser processada e habilitar o surgimento de um objeto virtual num ambiente real.

Em relação aos sensores, eles podem ser empregados como forma de referenciar um alvo, como o Sistema Posicionamento Global (GPS), um sensor inercial ou um sensor para detectar a luz do ambiente, uma câmera, por exemplo. Já os monitores consistem nos meios pelos quais a integração entre o real (ambiente) e o virtual (objetos) acontece. Há inúmeros exemplos que podem ser empregados para proporcionar uma experiência em RA, como: monitores, *tablets*, *smartphones* e óculos de RA (Linowes; Babinlinski, 2017).

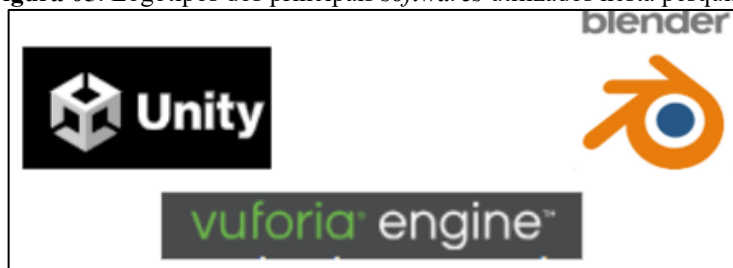
Os *softwares* constituem outra parte importante de um projeto com Realidade Aumentada. Basicamente, temos três que se destacam: *Unity Engine*, *Vuforia Engine* e o *Blender*. O *Unity Engine* é um ambiente tridimensional poderoso e multiplataforma com um editor de desenvolvimento amigável. Ele é composto por diversos módulos voltados para o gerenciamento e a renderização de objetos tridimensionais, iluminação, física, animações e áudio (Linowes; Babinlinski, 2017).

O *Vuforia Engine* diz respeito a uma das plataformas mais utilizadas no desenvolvimento de RA, com apoio para a maioria dos *smartphones*, *tablets* e óculos de RA. Com o *Vuforia Engine*, os desenvolvedores podem facilmente adicionar funcionalidades avançadas de visão computacional a aplicativos das plataformas de Android, iOS (celulares iPhone) e UWP (plataforma Windows) para criar experiências de RA que interagem de forma realista com objetos e o ambiente¹.

Os dois *softwares* supracitados são os principais meios utilizados para a criação das atividades com RA. Entretanto, para a confecção dos objetos virtuais – motor CC (corrente contínua), transformador monofásico, bobina, espira, galvanômetro – pode ser empregado o *software* de modelagem *Blender*. Ele é um pacote de estúdio para modelagem e animação 3D gratuito, formado para o desenvolvimento de modelagem, texturização, animação e composição (Flavell, 2010).

¹ Biblioteca Vuforia. Disponível em: <https://developer.vuforia.com/library/>. Acesso em: 26 abr. 2025.

Figura 05: Logotipos dos principais *softwares* utilizados nesta pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Outros *softwares* foram utilizados de maneira auxiliar, mas não menos importantes, como o Google AR *service*, antigo ArCore, empregado na conversão do projeto para Android, e o AR Foundation, utilizado, por exemplo, para a detecção de planos e objetos em cena do mundo real. A Figura 06 apresenta um objeto virtual desenvolvido no Blender. Nessa imagem, é notório o cuidado que tivemos ao modelar o multímetro para parecer o mais realista possível.

Figura 06 - Multímetro digital modelado e renderizado no Blender.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A partir dessa breve apresentação conceitual da tecnologia de RA, seguiremos para suas implicações no meio educacional. Para tanto, descrevemos três segmentos fundamentais, a saber: a possibilidade de visualização 3D, a facilidade em trabalhar com conceitos abstratos e as suas principais vantagens para o ensino.

A RA pode ser empregada em atividades de localização por GPS com o auxílio de dispositivos móveis, como, por exemplo, na indicação visual, sonora de *tags* (etiquetas) de informações ao longo de um determinado percurso numa visita de um bosque, um museu. A RA também pode ser empregada na manipulação direta de objetos virtuais, tais como mudança

de escala, rotação e posição. Isso pode ser obtido a partir da configuração de um *script* em C# (lê-se C Sharp) e devidamente inserido em uma *objectgame* da aplicação. Dessa maneira, um aluno pode interagir com um vetor, um experimento perigoso, de forma rápida, simples e segura.

Tanto o professor quanto o aluno podem desenvolver conteúdo para a aula. A partir da aprendizagem do desenvolvimento de *designs*, eles podem produzir os seus próprios aplicativos de jogos. Ademais, os alunos podem trabalhar de maneira colaborativa com os professores na criação de ativos para serem utilizados em experiências de RA, proporcionando, com isso, uma forma colaborativa de aprender essa tecnologia (Hugues; Fuchs; Nannipieri, 2011).

Devido à possibilidade de trabalhar na visualização de objetos tridimensionais, fomentar atividades envolvendo a RA em sala de aula permite que os alunos visualizem em perspectiva e, com isso, aumentar a percepção visual e inspecionar o objeto 3D a partir de uma variedade de perspectivas diferentes para melhorar a sua compreensão sobre o objeto de estudo (Tori; Hounsell, 2020). Essa constatação abre um poderoso precedente ao desenvolvimento de livros com apoio de Realidade Aumentada nas mais diversas áreas do conhecimento.

Por último, a RA pode ser uma poderosa ferramenta na visualização de elementos invisíveis (abstratos) (Geroimenko, 2020). Por isso, conteúdos envolvendo entidades não observáveis a olho nu podem ser visualizadas, o que deixa de limitar o aprendizado dos alunos. Tal fato pode potencializar o aprendizado de conteúdos como, por exemplo, eletromagnetismo, física quântica, termodinâmica, pois muitas das grandezas estudadas não são visíveis, apenas mensuradas, como campo elétrico, corrente elétrica e calor.

3 METODOLOGIA

Utilizamos uma metodologia protocolizada, amparada nos moldes de Coelho (2022, 2023a), criada para fomentar pesquisas no âmbito educacional, denominada DATACON. Tem por objetivo ampliar o rigor metodológico das revisões realizadas nas áreas de Ensino e Educação, aumentar a transparência dos critérios utilizados e potencializar a sistematização da busca, coleta, seleção, análise e síntese dos resultados. Está composta por cinco passos: 1º Identificar o problema de pesquisa; 2º Selecionar e empregar estratégias de pesquisa; 3º Compilar um *corpus* de pesquisa; 4º Explorar e analisar os dados de pesquisa e 5º Identificar os resultados de pesquisa (Coelho, 2023).

Iniciamos com a formulação da pergunta principal: Qual o cenário das pesquisas

científicas sobre a adoção de recursos visuais de Realidade Aumentada no ensino de eletromagnetismo? Para responder essa questão principal, foram definidas questões secundárias, a saber: Quais os objetivos a serem alcançados com o uso da Realidade Aumentada? Quais os tópicos sobre eletromagnetismo foram abordados? De que maneira foi empregada a Realidade Aumentada na pesquisa? Quais as principais vantagens para o uso da RA no ensino do eletromagnetismo? Quais os principais resultados da pesquisa?

Para a composição das questões supracitadas, utilizamos a estratégia cujos elementos são sintetizados no acrônimo CERO(M): conteúdo, efeito, resultado, objetivos de investigação e a possibilidade de inserção da modalidade de ensino. Sendo esses elementos essenciais à composição das perguntas a serem investigadas em uma pesquisa. Nesse contexto, as questões desta pesquisa não foram criadas aleatoriamente, mas seguiram critérios objetivos (Coelho, 2024, no prelo). Assim, uma das principais contribuições dessa estratégia pode ser classificada como inovadora para as pesquisas em educação, uma vez que tenta equilibrar critérios subjetivos (ponto de vista do pesquisador) e objetivos (rigor metodológico).

Após a definição das questões, seguimos para o segundo passo, cuja finalidade consiste na seleção e emprego de estratégias de pesquisa. Vale salientar que esse passo consistiu na identificação dos descritores, das bases de dados e repositórios e o emprego de estratégias avançadas de busca, com uso de operadores booleanos e filtros.

A partir dos balizadores supracitados, utilizamos os seguintes descritores, em três idiomas. Em língua portuguesa: 1º “realidade aumentada”, 2º “aprendizagem”, 3º “eletromagnetismo”; língua inglesa: 1º “*augmented reality*”, 2º “*learning*”, 3º “*electromagnetism*” e língua espanhola: 1º “*realidad aumentada*”, 2º “*aprendizaje*”, 3º “*electromagnetismo*”. Com a seleção desses descritores, montamos as *strings* de busca, colocando essas palavras-chave entre aspas e acompanhadas do conectivo booleano AND, para as buscas nas plataformas: Google Acadêmico, Red de Revistas Científicas de América Latina Caribe – Redalyc, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD, Repositório da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Instituto de Engenheiros, Eletricistas e Eletrônicos – IEEE, Scopus e Springer.

Após a aplicação das *strings*, foram realizadas a leitura flutuante, a leitura do título e uma breve leitura do resumo para seleção inicial dos trabalhos. Com isso, obtivemos o quantitativo descrito na Quadro 1.

Quadro 1: Quantitativo de trabalhos selecionados.

Base de dados	Português	Espanhol	Inglês
Google Acadêmico	141	126	1140
Redalyc	50	446	13
BDTD	0	0	0
CAPES	1	0	4
IEEE	-	-	3
SCOPUS	-	175	-
Springer	-	61	-
TOTAL	192	808	1160

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O terceiro passo compreendeu a compilação de um *corpus* de pesquisa, levando em consideração os objetivos da análise, como origem, propósito, composição, formatação, representatividade e extensão. Além disso, também foram definidos critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos estudos (Quadro 2).

Quadro 2: Critérios de inclusão e exclusão.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Período de publicação de 2020 a 2024	Fora do período
Idiomas: português, inglês e espanhol	Outros idiomas
Os trabalhos devem ser artigos científicos, dissertações ou teses	Os trabalhos que não sejam artigos científicos, dissertações ou teses
Voltados para o ensino	Para outras áreas do conhecimento

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A partir desses critérios, selecionamos 18 (dezoito) trabalhos em língua portuguesa e 10 (dez) trabalhos em língua inglesa. Com isso, partimos para a avaliação da qualidade metodológica, a organização dos dados em arquivos e codificação (Coelho, 2022). Para tanto, os parâmetros de qualidade foram extraídos do trabalho de Hong *et al.* (2018), por tratar-se de uma revisão de literatura voltada para temáticas diversas. Foram selecionados 7 (sete) parâmetros de qualidade alinhados com os objetivos desse trabalho, conforme Quadro 3.

Quadro 3: Parâmetros de qualidade.

Parâmetros	Critérios utilizados para avaliação da qualidade
01	O trabalho é apropriado para responder à questão de pesquisa?
02	Os métodos empregados na obtenção de dados são adequados para responder à questão da pesquisa?
03	As conclusões são derivadas adequadamente dos dados?
04	A interpretação dos resultados é suficientemente fundamentada pelos dados?
05	Existe coerência entre fontes de dados qualitativos, coleta, análise e interpretação?
06	O trabalho é apropriado para responder à questão de pesquisa?
07	Os métodos empregados na obtenção de dados são adequados para responder à questão da pesquisa?

Fonte: Adaptado e traduzido de (Hong *et al.*, 2018).

Após aplicação dos critérios de qualidade (Quadro 3), restou um total de 7 (sete) trabalhos, sendo 5 (cinco) trabalhos em língua portuguesa e 2 (dois) trabalhos em língua inglesa. Desse total, 1 (um) trabalho de tese, 3 (três) trabalhos são dissertações direcionadas para o ensino médio e dois artigos, sendo os dois trabalhos voltados para o nível superior, para os cursos de engenharia.

No Quadro 4, apresentamos os trabalhos selecionados acompanhados dos autores, anos de publicação e título.

Quadro 4: Trabalhos selecionados.

Autor/es	Título
(Nicolete, 2022)	O uso de laboratório remoto, virtual e remoto aumentado para apoiar a aprendizagem experiencial de circuitos elétricos
(Barbosa, 2020)	Realidade aumentada como ferramenta de apoio para ensinar eletromagnetismo
(Coelho, 2023d)	Uso da realidade aumentada e o qr code com o auxílio do aplicativo ar circuits 4d physics como recurso didático para o ensino de física: uma sequência didática para circuitos elétricos
(Ribeiro, 2020)	Unidade de ensino potencialmente significativa (ueps) sobre campo e campo magnético no ensino médio
(Harun; Tuli; Mantri, 2020)	<i>Experience Fleming's rule in electromagnetism using augmented reality: Analyzing impact on students learning</i>
(Faridi <i>et al.</i> , 2021)	<i>A framework utilizing augmented reality to improve critical thinking ability and learning gain of the students in Physics</i>
(Ribeiro; Caldas; Macedo, 2020)	Aplicação da Realidade Aumentada ao ensino e aprendizagem do campo magnético de um ímã em forma cilíndrica e em condutor retilíneo

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Com a composição desses 7 (sete) trabalhos, avançamos para a etapa de análise e síntese dos resultados. Esse é um passo importante, conforme o que salienta Coelho (2023c, p. 14), uma vez que proporciona uma “[...] visão geral dos estudos e resultados”. Logo, extraímos os seguintes elementos: a) os objetivos a serem alcançados com o uso da Realidade Aumentada; b) os tópicos sobre eletromagnetismo foram abordados; c) descrever o emprego da Realidade Aumentada na pesquisa; d) as principais vantagens para o uso da RA no ensino do eletromagnetismo; e e) os principais resultados da pesquisa.

4 EVIDENCIANDO OS RESULTADOS

Para a descrição qualitativa deste artigo em relação aos 7 (sete) trabalhos selecionados, levamos em consideração as questões de pesquisa supracitadas. A primeira a se responder é: quais os objetivos a serem alcançados com o uso da Realidade Aumentada? O Quadro 5 apresenta os objetivos a partir do uso da RA nos trabalhos dos autores selecionados.

Quadro 5: Objetivos a serem alcançados com o uso da RA.

Autor/es	Objetivos
(Nicolete, 2022)	Investigar a utilização de um laboratório Virtual e Aumentado para aprendizagem de circuitos elétricos.
(Barbosa, 2020)	Investigar a aplicação de uma atividade com Realidade Aumentada como auxílio à aprendizagem de alguns conceitos de eletromagnetismo.
(Coelho, 2023d)	Aumentar as opções de metodologias baseadas na tecnologia da informação.
(Ribeiro, 2020)	Investigar as potencialidades de uma sequência didática para aprendizagem de conceitos como campo, campo magnético, entre outros.
(Harun; Tuli; Mantri, 2020)	Proporcionar o entendimento da Regra de Fleming com o auxílio da RA.
(Faridi <i>et al.</i> , 2021)	Conceder uma experiência de aprendizagem ativa do eletromagnetismo com apoio da RA.
(Ribeiro; Caldas; Macedo, 2020)	Aprender sobre o campo magnético com o apoio da RA.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Na tese de Nicolete (2022), a Realidade Aumentada foi enquadrada em atividades experimentais em laboratório remoto. Para tanto, foram empregados os princípios da Teoria da Aprendizagem Experiencial no processo de ensino e aprendizagem de circuitos elétricos, almejando o desempenho conceitual e a motivação dos participantes. O laboratório remoto aumentado, como foi designado pela autora, consistia em objetos tridimensionais (3D), sobrepostos a um painel elétrico, a partir de recursos de Realidade Aumentada.

Na dissertação de Barbosa (2020), foi empregada visando ao auxílio de conceitos como corrente elétrica, circuitos elétricos, campo magnético, em experimentos clássicos como passagem de corrente elétrica num circuito retilíneo, como na experiência do físico Oersted. Para tanto, o autor informa o uso de um aplicativo para sistema Android gratuito de RA denominado CG-PhysicsAR, disponibilizado, na época da pesquisa, na *Play Store* do Google.

No trabalho de Coelho (2023d), há uma preocupação em ampliar o rol das metodologias de ensino ao nível médio baseada na tecnologia da informação. Ademais, o autor destaca a falta de laboratórios de ciências para as aulas práticas de Física e, como forma de mitigar esse problema, propõe a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada.

A dissertação de Ribeiro (2020) teve como objetivo investigar as possibilidades de aprendizagem a partir de uma sequência didática que trata dos conceitos de campo e campo magnético. Por isso, há um momento nessa sequência didática em que a autora faz uso de recursos de Realidade Aumentada.

Harun, Tuli e Mantri (2020) destacam as dificuldades dos alunos em compreender conceitos de eletromagnetismo, associados a questões estruturais, como a falta de interação em tempo real, como ímãs e linhas de campo, principalmente. Nesse contexto, os autores escolhem a regra de Fleming no eletromagnetismo como tópico associado a recursos de Realidade

Aumentada como alternativa ao aprendizado em laboratórios reais.

Ao seu turno, a motivação principal depreendida do trabalho de Faridi *et al.* (2021) consistiu na avaliação do impacto de um Ambiente de Aprendizagem Baseado em Realidade Aumentada, do inglês: *AR-based learning environment* (ARLE), levando em consideração alguns fundamentos de eletromagnetismo.

No trabalho de Ribeiro, Caldas e Macedo (2020), o objetivo da pesquisa consistiu na investigação da aprendizagem do campo magnético apoiada por objetos de aprendizagem desenvolvidos em ambiente de Realidade Aumentada, em turmas do ensino médio.

O próximo questionamento é: quais os tópicos sobre eletromagnetismo foram abordados? Verificamos que os trabalhos pesquisados apresentam uma diversidade de conceitos, leis e princípios que podem ser aprendidos em um contexto de Realidade Aumentada, conforme podemos verificar no Quadro 6.

Quadro 6: Tópicos de eletromagnetismo selecionados.

Autor/es	Tópicos
(Nicolete, 2022)	Circuitos elétricos, resistores, associação de resistores.
(Barbosa, 2020)	Campo magnético, ímã de ferradura, campo magnético, condutor retilíneo, campo magnético de uma bobina, circuito elétrico simples.
(Coelho, 2023d)	Corrente elétrica, medição de tensão elétrica, lei de Ohm, eletroeletrônica, magnetismo, acústica, óptica.
(Ribeiro, 2020)	Campo, Campo Magnético em ímã e em uma espira, Lei de Faraday.
(Harun; Tuli; Mantri, 2020)	Regra de Fleming.
(Faridi <i>et al.</i> , 2021)	Campo Magnético, corrente elétrica, ondas eletromagnéticas, equações de Maxwell e regra de Fleming para o eletromagnetismo.
(Ribeiro; Caldas; Macedo, 2020)	Campo Magnético em um ímã, fio retilíneo e espira, Lei de Faraday.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Nicolete (2022) distribui o conteúdo de estudo em ciclos de aprendizagem experiencial. Para tanto, no primeiro ciclo, foram abordados os principais conceitos de eletrodinâmica, no segundo ciclo foi abordado o estudo dos resistores e no terceiro, a associação de resistores. Ao seu turno, Barbosa (2020) distribui os tópicos selecionados em uma sequência de aplicação, composta, basicamente, por testes com questões de vestibulares, a apresentação do conteúdo propriamente dito e questionário acerca do uso da Realidade Aumentada nas atividades.

Na pesquisa de Coelho (2023d), há um destaque para a importância do estudo dos circuitos elétricos e, por isso, a escolha desse tópico dentro do conteúdo de eletromagnetismo. Com isso, o autor estimula o aprendizado de circuitos elétricos fazendo uso de diversas atividades experimentais com recursos de RA.

Ribeiro (2020) apresenta os tópicos de eletromagnetismo numa sequência didática composta por oito momentos. No 1º, os alunos responderam um questionário sobre campo, no 2º foi apresentada uma situação-problema como forma de introdução ao conteúdo proposto, no 3º outra situação-problema, levando em consideração o princípio da diferenciação progressiva e reconciliação integradora, no 4º é elevado o nível de complexidade da atividade (diferenciação progressiva), no 5º há o emprego da Realidade Aumentada, no 6º situação-problema envolvendo a lei de Faraday, no 7º ocorre uma avaliação integradora e no 8º há uma avaliação geral das atividades.

Harun, Tuli e Mantri (2020) almejam ensinar aos alunos o funcionamento do motor elétrico e do gerador elétrico a partir do entendimento do fenômeno da regra de Fleming. Para os autores, o entendimento desse tópico é facilitado pelo uso da Realidade Aumentada, uma vez que não há a necessidade do uso de um laboratório formal de Física, bem como a aquisição de materiais caros para demonstrações.

Faridi *et al.* (2021) optaram pelo uso de um ambiente de aprendizagem baseado em realidade para promover o aprendizado dos conceitos elencados no quadro 5, a partir da ideia de aprender fazendo, da visualização e da interação com objetos tridimensionais em Realidade Aumentada.

No trabalho de Ribeiro, Caldas e Macedo (2020), os tópicos escolhidos foram apresentados de maneira a promover um aprendizado prático e contextualizado com as necessidades da vida contemporânea. Ademais, o conhecimento proporcionado nas atividades tem como finalidade apresentar os conceitos mais amplos e abstratos, distribuídos numa sequência didática, composta por três momentos: 1º, estudo das linhas de campo magnético, 2º atividade experimental com Realidade Aumentada, contemplando a visualização do campo magnético tridimensional e 3º, a avaliação da experiência com a RA.

Seguimos para o questionamento: de que maneira foi empregada a Realidade Aumentada na pesquisa? Depreendemos dos trabalhos selecionados algumas características comuns, como as implementações das atividades em RA, foram feitas utilizando os *softwares* Unity 3D, para a construção da atividade em RA propriamente dita, o *framework* Vuforia, para rastreamento dos marcadores e sincronização com os objetos virtuais. Além disso, o Quadro 6 apresenta tanto o *hardware* utilizado quanto o *software* e o formato no qual foi empregada a experiência em RA.

Quadro 6: Principais recursos para o desenvolvimento da experiência e RA.

Autor/es	Softwares	hardware
(Nicolete, 2022)	Unity 3D, Vuforia	<i>Desktop e Smartphone</i>
(Barbosa, 2020)	cg-physicsAR	<i>Smartphone</i>
(Coelho, 2023d)	AR CIRCUITS PHISYCS 4D	<i>Smartphone</i>
(Ribeiro, 2020)	Sacra, Artoolkit, Unity 3D	<i>Desktop e Smartphone</i>
(Harun; Tuli; Mantri, 2020)	Unity 3D	<i>Smartphone</i>
(Faridi <i>et al.</i> , 2021)	Unity 3D, Maya, Vuforia	<i>Smartphone</i>
(Ribeiro; Caldas; Macedo, 2020)	Artoolkit, Unity 3D	<i>Desktop e Smartphone</i>

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

No trabalho de Nicolete (2022), para a experiência interativa com Realidade Aumentada, foram utilizados o *Engine* Unity 3D tanto para a modelagem dos objetos tridimensionais quanto para a realização das experiências. Além dele, também foi empregado o Framework Vuforia como forma de concretizar a experiência em RA. O formato das atividades permitia a interatividade dos alunos com os circuitos elétricos do laboratório em RA.

A experiência de RA proposta no trabalho de Barbosa (2020) consistia em um aplicativo para *smartphone*, na plataforma Android, denominado cg-physicsAR, disponibilizado na época da proposta do trabalho. Verificamos que a experiência de Realidade Aumentada foi empregada de forma direta, no *smartphone*, quanto indireta, no *desktop*. O autor informa o uso de marcadores fiduciais impressos, utilizados pelos alunos e visualizados nos celulares dos participantes.

Outro autor a utilizar aplicativo de RA foi verificado em Coelho (2023d). O referido aplicativo consiste no AR Circuits 4d Physics, composto por cartões em códigos QR, ou códigos de resposta rápida. Esse aplicativo é voltado para o ensino de conceitos físicos, mais especificamente circuitos elétricos, possibilitando interação e a visualização de objetos virtuais tridimensionais, tais quais sejam: diodos emissores de luz (LED), resistores, baterias.

Ribeiro (2020) também fez uso de marcadores fiduciais em forma de imagens codificadas para um uso indireto da RA (apresentação em um *datashow* a partir de computador). Para tanto, a autora utilizou o sistema Sacra (Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada), a biblioteca ARtoolkit e o *software* para desenvolvimento de jogos Unity 3D.

Harun, Tuli e Mantri (2020), ao utilizarem o Unity 3D, desenvolveram diversas experiências com objetos virtuais tridimensionais para o aprendizado de conceitos relacionados basicamente a campo magnético, a motores elétricos e a regra de Fleming. Nas atividades, foram empregados cartões com marcadores fiduciais que proporcionavam a visualização de objetos como ímãs, linhas de campo, vetores, medidores elétricos, principalmente. O produto

final de aprendizagem resultou em um aplicativo para *smartphone*, no formato APK (Android Package Kit) e disponibilizado aos participantes da pesquisa.

Para a criação da experiência de RA, Faridi *et al.* (2021) utilizaram o software Autodesk Maya para a construção dos modelos virtuais tridimensionais, o Unity 3D para o desenvolvimento da experiência de Realidade Aumentada e o *framework* Vuforia para associar as *image targets* aos objetos virtuais voltados para o ensino do eletromagnetismo, como ímãs, motores e galvanômetro.

Ribeiro, Caldas e Macedo (2020) também utilizaram o *Engine* Unity 3D para a modelagem e o desenvolvimento da experiência em RA, o *framework* Vuforia para visualização dos objetos modelados e os marcadores, bem como foi utilizada a biblioteca gratuita de Realidade Aumentada ARtoolkit.

A próxima questão é: quais as principais vantagens para o uso da RA no ensino do eletromagnetismo? Apresentamos as principais respostas no Quadro 7 e, posteriormente, descreveremos os principais resultados para a referida questão.

Quadro 7: Vantagens segundo os autores.

Autor/es	Vantagens
(Nicolete, 2022)	Enriquece o ambiente de estudo.
(Barbosa, 2020)	Permite visualização e interação com objetos tridimensionais; baixo custo das atividades.
(Coelho, 2023d)	Apresenta-se como uma maneira inovadora de trabalhar com atividades práticas.
(Ribeiro, 2020)	Gera entusiasmo dos alunos na interação com as atividades.
(Harun; Tuli; Mantri, 2020)	Viabiliza que campo elétricos e vetores possam ser apresentados de formas tangíveis.
(Faridi <i>et al.</i> , 2021)	Promove o pensamento crítico dos alunos.
(Ribeiro; Caldas; Macedo, 2020)	Possibilita a visualização de objetos virtuais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A autora Nicolete (2022) apresenta o enriquecimento do ambiente de estudo da física como uma vantagem devido ao uso da Realidade Aumentada. Percebemos também que, a despeito dessa vantagem, devemos ter cuidado com a qualidade dos *smartphones*. Em outras palavras, devemos observar qualidades mínimas, tais quais a versão do sistema Android e da resolução das câmeras, para evitar problemas como a perda da visualização dos objetos ou mesmo que eles não possam iniciar no aplicativo devido à versão do sistema.

Para os trabalhos de Barbosa (2020), Harun, Tuli e Mantri (2020) e Ribeiro, Caldas e Macedo (2020), há um destaque para a visualização do campo elétrico, magnético, linhas de campo, como uma das principais vantagens para a utilização da Realidade Aumentada. Essa

tecnologia é inovadora para o meio educacional, conforme verificamos no trabalho de Coelho (2023d). Outra vantagem consiste no entusiasmo de trabalhar com essas atividades, conforme verificamos no trabalho de Ribeiro (2020). Para Faridi *et al.* (2021), há o destaque da promoção do pensamento crítico nas atividades com o uso da RA.

Por fim, alcançamos a última questão: quais os principais resultados da pesquisa? Por isso, o Quadro 8 dispõe dos principais aspectos em relação ao uso da Realidade Aumentada no ensino de tópicos de eletromagnetismo informados pelos autores.

Quadro 8: Resultados do uso da RA no ensino do eletromagnetismo.

Autor/es	Resultados
(Nicolete, 2022)	Apresentou potencial para contribuir no desempenho conceitual dos estudantes.
(Barbosa, 2020)	Forneceu resultados positivos.
(Coelho, 2023d)	Possibilitou assimilação mais intuitiva e fácil dos conceitos abordados.
(Ribeiro, 2020)	Enriqueceu significativamente o aprendizado do conceito tridimensional.
(Harun; Tuli; Mantri, 2020)	Foi mais eficiente no aprimoramento do conhecimento.
(Faridi <i>et al.</i> , 2021)	Impactou positivamente no ganho de aprendizagem e nas habilidades de pensamento crítico dos alunos.
(Ribeiro; Caldas; Macedo, 2020)	Contribuiu para uma aquisição de significados, apontando para indícios de uma Aprendizagem Significativa.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em relação aos principais resultados da implementação do uso de recursos de Realidade Aumentada para o ensino do eletromagnetismo, verificamos que Nicolete (2022) destaca o potencial que a RA tem no desempenho dos estudantes acerca da visualização de conceitos abstratos, envolvendo principalmente o estudo de circuitos elétricos. Ou resultado digno de nota, consiste na superação de dificuldades inerentes ao aprendizado de circuitos elétricos.

Barbosa (2020) destaca os resultados positivos com o uso da RA, com destaque para o aumento do rendimento dos alunos nas atividades. Coelho (2023d), por sua vez, salienta a assimilação mais intuitiva e facilitada com a implementação da RA. Entretanto, o autor pondera o cuidado que os professores devem ter com o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC, para não se limitarem a tornar as aulas mais divertidas e atraentes em detrimento da melhora no ensino e da aprendizagem dos alunos.

Ribeiro (2020) afirma que, ao usar a RA, houve o enriquecimento significativo na aprendizagem dos conceitos tridimensionais envolvendo o conteúdo de eletromagnetismo selecionado. Ademais, a RA oferece uma alternativa para a aprendizagem de conceitos abstratos, tornando experimentos práticos mais simples e dinâmicos. Harun, Tuli e Mantri (2020) destacam que a tecnologia de RA proporciona um aprendizado mais eficiente na área de

eletromagnetismo. Sendo assim, os autores sugerem que o uso da RA ajuda no aumento dos níveis de compreensão dos alunos.

Faridi *et al.* (2021) salientam os impactos positivos da utilização dos Ambientes de Aprendizagem com Realidade Aumentada (ARLE) em comparação com o ensino tradicional. Por fim, Ribeiro, Caldas e Macedo (2020) defendem que o uso da RA melhora o ensino da Física, uma vez que traz subsídios seja para os professores, seja para os alunos, além de contribuir para a aquisição de significados pelos alunos e com isso a promoção de indícios de Aprendizagem Significativa.

5 CONSIDERAÇÕES

A finalidade deste artigo foi, a partir de uma revisão de literatura, adquirir uma visão acerca da RA no ensino do eletromagnetismo. Para tanto, buscamos identificar os objetivos da pesquisa em relação ao uso da Realidade Aumentada no ensino do eletromagnetismo, os tópicos escolhidos pelos autores, como foi empregada a RA nas atividades, as vantagens dessa tecnologia para o ensino da Física e quais os resultados principais apresentados.

Atinente aos objetivos das pesquisas em relação à aplicação da Realidade Aumentada para o ensino do eletromagnetismo, os autores apontam como um recurso auxiliar e detentor de um potencial para aprender conceitos de eletromagnetismo. Além de proporcionar o entendimento dos conceitos de eletromagnetismo, seu uso no ensino da Física aumenta o rol de opções de metodologias tecnológicas propícias ao estudo em sala de aula.

Em relação aos tópicos escolhidos pelos autores, observa-se uma tendência em abordar conceitos que costumam gerar maior dificuldade de compreensão por parte dos alunos, especialmente por se tratarem de fenômenos invisíveis, característicos das áreas de eletrodinâmica, introdução ao magnetismo e eletromagnetismo propriamente dito. Em relação à eletrodinâmica, temos: circuitos elétricos, estudo dos resistores, associação de resistores, corrente elétrica, lei de Ohm, medição de grandezas elétricas, como corrente e tensão elétrica. No magnetismo temos: campo magnético em ímãs, e no eletromagnetismo temos: campo magnético em um fio retilíneo, espira, solenoide, lei de Faraday, regra de Fleming e motores elétricos.

Para o modo como foram utilizados os recursos de RA, destacamos que a maioria dos resultados sinaliza para o *software* Unity 3D, como ambiente de desenvolvimento das experiências de RA e dos objetos virtuais. Verificamos o uso do *framework* Vuforia com seus

recursos de visão computacional, permitindo a associação dos objetos virtuais a marcadores fiduciais. Também observamos dois aplicativos específicos para a experiência de RA, como o *cg-physicsAR* e o *AR CIRCUITS PHISYCS 4D*, voltados para *smartphones* com sistema Android e iPhone, respectivamente.

Outra questão importante para a composição do cenário da Realidade Aumentada no ensino do eletromagnetismo, diz respeito às vantagens elencadas pelos autores. Nesse sentido, percebemos que os autores afirmam que ela enriquece o ensino, possibilita a visualização de objetos 3D, além de ser uma forma inovadora para trabalhar com eletromagnetismo, além de ser uma alternativa de baixo custo no ensino da Física.

Finalmente, os resultados apontados pelos trabalhos selecionados destacam o potencial de contribuição do uso da RA, os efeitos positivos para a aprendizagem, a assimilação intuitiva e facilitada dos conceitos de eletromagnetismo, bem como o enriquecimento do ambiente educacional e o impacto positivo no ganho de aprendizagem dos alunos.

Outras pesquisas devem ser realizadas para obtermos um panorama mais amplo sobre essa temática. Tal direcionamento é fundamental para a realidade docente, uma vez que a RA é uma tecnologia que vem ganhando espaço e notoriedade cada vez maior e pode contribuir no meio educacional.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Anderson Alves de; BRANDÃO, Iranildo Junio Camapum. Aplicação de Realidade Aumentada em projetos de Engenharia e Arquitetura: desenvolvendo de aplicações mobile com Unity e Vuforia AR. **Revista Conexão com Ciência**. v.1, n .3, p.1-17. ago/2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/conexaocomciencia/article/view/5686/5344>. Acesso em: 10 out. 2024.

AZUMA, Ronald T. A survey of augmented reality. **In Presence: Teleoperators and Virtual Environments**. v.8, n.2, p.355-385. ago/1997.<https://doi.org/10.1561/1100000049>.

BARBOSA, Bruno Killiam Nascimento. **Realidade aumentada como ferramenta de apoio para ensinar eletromagnetismo**. 2020. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Pará, polo 37, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF). Belém, 2020. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/mnpef/dissertacoes?title=smartphone&field_pai_inscricao_value=&field_polo_value=All. Acesso em: 17 maio 2023.

CAMPARA, Evandro, AMICI, Thiago Tadeu, SANTOS, José Roberto dos, FERNADES, Cláudio Luiz Magalhães. Realidade Aumentada aplicada na manutenção. **Revista Brasileira de Mecatrônica**.v.4, n. 1, p.23-43. out/2021.Disponível em: <https://revistabrmecatronica.sp.senai.br/ojs/index.php/revistabrmecatronica/article/view/132>.

Acesso em: 10 out. 2024.

COELHO, Iandra Maria Weirich da Silva. DATACON: uma proposta metodológica para realização de pesquisas na área educacional. **Contrapontos**. jun/2023a <https://doi.org/10.14210/contrapontos.v23n1.p1-19>.

COELHO, Iandra Maria Weirich da Silva. Desenvolvimento de pesquisas educacionais: implicações teórico-metodológicas, propostas e desafios da gestão de dados científicos. **Exitus**, v. 12, n.-, p. 1–25. ISSN 2237-9460. ago/2022. <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2022v12n1ID1762>.

COELHO, Iandra Maria Weirich da Silva. Ensino e aprendizagem de língua espanhola na modalidade a distância: limitações, desafios e perspectivas. **Revista Edapeci**, v.23, n.3, p. 72–85. set./dez. 2023 . ISSN: 2176-171X . <http://dx.doi.org/10.29276/redapeci.2023.23.319096.72-85>

COELHO, Iandra Maria Weirich da Silva. Métodos sistemáticos de revisão de literatura científica: apontamentos para o desenvolvimento e publicação de pesquisas educacionais. **Educitec**, v.9.n-, p. 1–23, jan/2023c. ISSN: 2446-774X. <https://doi.org/10.31417/educitec.v9.2165>

COELHO, Pedro Henrique Lindoso. **Uso da realidade aumentada e o QR CODE com o auxílio do aplicativo ar circuits 4d physics como recurso didático para o ensino de física: uma sequência didática para circuitos elétricos**. 2023. 131f. Dissertação(Mestrado)-Programa de Pós-Graduação (Universidade federal do Maranhão) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) São Luís, 2023d. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFMA_be7dff3b50ca111d636555d5239208e0. Acesso em: 13 mar. 2025.

FARIDI, Harun, TULI, Neha, MANTRI, Archana, SINGH, Gurjinder . A framework utilizing augmented reality to improve critical thinking ability and learning gain of the students in Physics. **Computer Applications in Engineering Education**. out/2021. <https://doi.org/10.1002/cae.22342>

FLAVELL, Lance. **Beginning Blender: Open Source 3D Modeling, Animation, and Game Design**. 1ºed. New York: Apress, 2010. *E-book*.

GEROIMENKO, Vladimir. **Augmented Reality in Education**. 1ªed. Cairo: Springer, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9781315296739>

GODINHO, João Batista de Miranda. **Sequência didática para o ensino de conceitos do eletromagnetismo**. 2019. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará - UFPA no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Belém, 2019. Disponível em: <https://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacaoarquivo/polo-37-dissertacao-joabatista.pdf>. Acesso em 10/01/2025.

HARUN, TULI, Neha; MANTRI, Archana. Experience Fleming’s rule in electromagnetism

using augmented reality: Analyzing impact on students learning. **in: 9 World Engineering Education Forum**, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.086>.

HONG, Quan Nha, FÀBREGUES, Sergi, PLUYE, Pierre . Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) version 2018 User guide. **Sage Journals**, Nov/2018. <https://doi.org/10.3233/EFI-180221>

HUGUES, Olivier; FUCHS, Philippe; NANNIPIERI, Olivier. **Handbook of Augmented Reality**. 1^oed. Flórida: Springer, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_2

KALIRAJ, P.; DEVI, T. **Innovating with Augmented Reality: Applications in Education and Industry**. 1^aed. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/9781003175896>

LINOWES, Jonathan; BABINLINSKI, Krystian. **Augmented reality for Developer**. 1^aed. Birmingham: Packt, 2017. v. 1E-book.

MACÊDO, Vanderlan Feitosa de, SILVA, João Carlos Sedraz, VASCONCELOS, Gibran Medeiros Chaves de, RODRIGUES, Rodrigo Lins, OLIVEIRA, Deranor Gomes de . Mapeamento dos Recursos de Realidade Aumentada adotados no contexto da Educação Básica no Brasil. **Revista de Psicologia**. Out/2022. <https://doi.org/10.14295/idonline.v16i63.3572>.

MILGRAM, Paul, TAKEMURA, Haruo, UTSUMI, Akira, KISHINO, Fumio . Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. **in Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering** . jan/1994. <https://doi.org/10.1117/12.197321>.

NICOLETE, PRISCILA CADORIN. **O uso de laboratório remoto, virtual e remoto aumentado para apoiar a aprendizagem experiencial de circuitos elétricos**. 2022, 252 f. Tese (Doutorado). Programa De Pós-Graduação em Informática na Educação - Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/240084/001141160.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2025.

QUADROS, Mariella Maia; MUROFUSHI, Rodrigo Hiroshi; PEREIRA, Cláudio Alves. Realidade Virtual E Aumentada (Rva) No Ensino Técnico Nas Áreas De Elétrica, Mecânica E Civil: Uma Revisão De Literatura. **Revista Prática Docente**, Out/2021. <http://doi.org/10.23926/RPD.2021.v6.n3.e091.id1271>

RIBEIRO, Adriana Azevedo de Souza. **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre campo e campo magnético no ensino médio**.2020. 231f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense campus Campos- Centro, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Campo dos Goytacazes, 2020. Disponível em: <https://www1.fisica.org.br/mnpef/dissertacao/unidade-de-ensino-potencialmente-significativa-ueps-sobre-campo-e-campo-magnético-no>. Acesso em: 1 jan. 2025.

RIBEIRO, Adriana Azevedo de Souza; CALDAS, Renata Lacerda; MACEDO, Suzana da Hora. Aplicação da Realidade Aumentada ao ensino e aprendizagem do campo magnético de um ímã em forma cilíndrica e em condutor retilíneo. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Dez/2020. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.110265>.

TACGIN, Zeynep. **Vitua and Augmented Reality an Educational Handbook**. 1ªed. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2020. v. 01

TORI, Romero; HOUNSELL, Silva. **Introdução à Realidade Virtual e Aumentada**. 3ªed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Eletrromagnetismo**. 14ªed. São Paulo: Pearson, 2016.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Agradecemos pelo apoio e ensinamentos dos professores do Programa de Pós Graduação em Ensino Tecnológico – PPGET do Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Centro– IFAM/CMC.

FINANCIAMENTO

Financiado pelo(s) próprio(s) autor(es).

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Daniel Gomes da Silva/ Jose Anglada Rivera

Introdução: Daniel Gomes da Silva/ Jose Anglada Rivera

Referencial teórico: Daniel Gomes da Silva/ Jose Anglada Rivera

Análise de dados: Daniel Gomes da Silva/ Jose Anglada Rivera

Discussão dos resultados: Daniel Gomes da Silva/ Jose Anglada Rivera

Conclusão e considerações finais: Daniel Gomes da Silva/ Jose Anglada Rivera

Referências: Daniel Gomes da Silva/ Jose Anglada Rivera

Revisão do manuscrito: Daniel Gomes da Silva/ Jose Anglada Rivera

Aprovação da versão final publicada: Daniel Gomes da Silva/ Jose Anglada Rivera

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados da pesquisa foi publicado no próprio artigo.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

SILVA, Daniel Gomes da; RIVERA, Jose Anglada. Cenário da realidade aumentada no ensino de eletromagnetismo: uma revisão de 2020 a 2024. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 13, e25098, jan./dez., 2025. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.19724>

COMO CITAR - APA

Silva, D. G. da & Rivera, J. A. (2025). Cenário da realidade aumentada no ensino de eletromagnetismo: uma revisão de 2020 a 2024. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 13, e25098. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.19724>

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto (*Open Access*) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto [iThenticate](https://www.turnitin.com/) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](https://www.crossref.org/similarity-check/) da [Crossref](https://www.crossref.org/).



PUBLISHER



Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](https://portal.periodicos.ufmt.br/). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Lilian Cristiane Almeida dos Santos  
Avaliador 2: não autorizou a divulgação do seu nome.

HISTÓRICO

Submetido: 28 de maio de 2025.

Aprovado: 07 de setembro de 2025.

Publicado: 30 de dezembro de 2025.
