

REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA EM BIBLIOTECAS DIGITAIS

THE VIRTUAL REALITY IN TEACHING NATURAL SCIENCES: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW IN DIGITAL LIBRARIES

Gabriel dos Santos Oliveira¹, Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior², Tânia do Carmo Ribeiro³

Recebido: junho/2025 - Aprovado: maio/2026

RESUMO: Este estudo consiste em uma pesquisa qualitativa e bibliográfica, motivada pelo processo de implantação do Novo Ensino Médio (NEM), especificamente quanto à implementação de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Física, Química e Biologia), que deve pautar-se, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em uma abordagem interdisciplinar voltada ao desenvolvimento tecnológico. Nesse cenário, objetivou-se investigar as tendências das pesquisas relacionadas à Realidade Virtual (RV) que abordam a temática da RV no ensino de conceitos das Ciências da Natureza. Para tanto, foram realizadas buscas no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). A partir desse levantamento, foram selecionadas 23 dissertações e quatro teses, analisadas sob a ótica da Análise de Conteúdo de Laurence Bardin. O estudo evidenciou o crescimento de publicações desde 2015 e o uso emergente da RV em Biologia em relação aos demais componentes. Contudo, foram identificados desafios, como a necessidade de investimentos em dispositivos de alta qualidade, a carência de conteúdos em português, a promoção da interdisciplinaridade e a capacitação docente. Observou-se, por fim, que dispositivos acessíveis, como o Google Cardboard, detêm maior volume de publicações e aceitação acadêmica.

PALAVRAS-CHAVE: Imersão, Análise de Conteúdo, Tecnologia Educacional.

ABSTRACT: This study consists of a qualitative and bibliographic research, motivated by the implementation process of the New High School Curriculum (NEM) in Brazil, particularly regarding the Natural Sciences and their Technologies component (Physics, Chemistry, and Biology), which, according to the National Common Curricular

- 1 ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-2705-5581> - Graduado em Licenciatura em Física e Pós-graduando em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM) – UEM, Maringá, Paraná, Brasil. Contato: Campos Regional de Goioerê / UEM Av. Reitor Zeferino Vaz, S/N - Jardim Universitário, Goioerê - PR, 87360-000. E-mail: g.s.oliveira00@gmail.com
- 2 ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-1116-0777> - Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Maringá - UEM. Líder do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, Formação de Professores e Representações Sociais – CIENCIAR. Professor pesquisador da UEM e nos Programas de Pós-graduação em: Educação para a Ciência e a Matemática (PCM) e Ensino das Ciências Ambientais (PROFCLAMB). Bolsista de Produtividade em Pesquisa. Maringá, Paraná, Brasil. Contato: E-mail: juniormagalhaes@hotmail.com
- 3 ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-6456-9859> - Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática pela UEM. Professora da Universidade Estadual de Maringá/UEM, Maringá. Contato: E-mail: taniadocarmo_@hotmail.com.





Base (BNCC), should be grounded in an interdisciplinary approach oriented toward technological development. In this context, the study aimed to investigate research trends related to Virtual Reality (VR) in the teaching of Natural Sciences concepts. To this end, searches were conducted in the journal portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD). From this survey, 23 dissertations and four theses were selected and analyzed from the perspective of Laurence Bardin's Content Analysis. The results revealed an increase in publications since 2015 and an emerging use of VR in Biology compared to other disciplines. However, challenges were identified, including the need for investment in high-quality devices, the lack of content in Portuguese, the promotion of interdisciplinarity, and the need for teacher training. Finally, it was observed that accessible devices, such as Google Cardboard, account for the largest volume of publications and academic acceptance.

KEYWORDS: Immersion, Content Analysis, Educational Technology.

Introdução

No campo das Ciências da Natureza, as Tecnologias Educacionais (TE), especialmente as simulações computadorizadas, extrapolam animações básicas, abrangendo diferentes níveis de interatividade (Medeiros; Medeiros, 2002). As transformações tecnológicas das últimas duas décadas, como a evolução dos meios digitais e o desenvolvimento de tecnologias como a RV, proporcionaram uma área moderna de interação homem-máquina (Fiolhais; Trindade, 2003).

A considerável popularização da RV, impulsionada por grandes empresas de tecnologia, experimentou uma crescente popularidade e ofereceu novas possibilidades para a educação (Falcão; Machado, 2010), especialmente em simulações virtuais imersivas.

Alves (2017) destaca que o crescimento exponencial e a massificação das tecnologias reduziram os custos de produção e comercialização, democratizando o acesso à modernização em todos os níveis sociais e econômicos. A acessibilidade a interfaces de óculos de RV, como o Google Cardboard, uma marca de óculos de realidade virtual desenvolvida pelo Google, feitos de papelão, que permitem que smartphones sejam usados para acessar experiências de RV de maneira simples, possibilitou sua aplicação em diferentes áreas do conhecimento, fomentando pesquisas na educação (Araujo, 2008). No entanto, Cardoso e Santos (2015) alertam que os avanços tecnológicos necessitam de um cuidado especial com as práticas de ensino, pois a explicitação da intencionalidade pedagógica pode minimizar a ocorrência da exclusão tecnológica dos estudantes.

De acordo com a Lei nº 13.415/2017 e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o NEM tem o intuito de preparar os estudantes para um mundo cada vez mais imerso em tecnologia. As transformações do NEM vão ao encontro da forma como Fazenda (2015) apresenta a interdisciplinaridade, em lugar de destaque na legislação brasileira, na qual promove a conexão entre conhecimentos, habilidades e competências diversas, indo além da simples integração de conteúdos de diferentes disciplinas.



Vale ressaltar que a quinta competência da Educação Básica, presente na BNCC (2018), destaca a importância de compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares. Nesse sentido, é fundamental que os alunos desenvolvam competências relacionadas ao pensamento computacional, ao mundo digital e à cultura digital. Isso inclui habilidades como compreensão de algoritmos, uso seguro e eficaz da internet e produção de conteúdo em diferentes mídias.

A integração de conceitos que envolvem a cultura digital demanda uma ampla adaptação de todo o ambiente escolar, incluindo estudantes e, principalmente, professores. Desse modo, há a necessidade de o corpo docente se capacitar e atualizar suas práticas pedagógicas para atender às novas demandas educacionais, compreendendo a interdisciplinaridade escolar, educativa, com conceitos, objetivos, habilidades e técnicas sendo desenvolvidos principalmente para favorecer o processo de aprendizagem (Fazenda, 1979).

Para que essa integração tecnológica ocorra de forma fundamentada, é importante analisar o panorama científico sobre o tema. Nesse contexto, Oliveira, Dias e Magalhães Júnior (2024) e Andrades et al. (2024, p. 67), ao realizarem uma análise sobre a utilização da Realidade Virtual no ensino de Física, destacam o potencial dessa tecnologia para a educação, mas apontam que as pesquisas voltadas ao seu uso educacional ainda são relativamente reduzidas. Considerando que a investigação dos autores supracitados esteve direcionada a uma área específica das Ciências da Natureza, torna-se imperativo ampliar essa discussão para um campo mais abrangente.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi investigar as tendências das pesquisas relacionadas à Realidade Virtual no ensino de conceitos das Ciências da Natureza, oferecendo um subsídio teórico sobre como essa tecnologia vem sendo discutida e utilizada na educação.

Metodologia

Ao considerar o cenário atual de massificação de recursos tecnológicos e a mudança na estruturação do Ensino Médio, voltada para a utilização das tecnologias no ensino, os estudos sobre RV em pesquisas acadêmicas são importantes para o processo de entendimento de como esse tema tem sido proposto em sala de aula. Desse modo, para a realização desta investigação, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica do tipo estado da arte. Araújo, Ferst e Vilela (2023) expressam que essa metodologia é imprescindível para compreender em qual estágio da produção de conhecimento se encontra um campo específico de estudo, bem como para identificar as tendências de evolução que podem estimular a realização de pesquisas futuras. Além disso, Sousa, Oliveira e Alves (2021) apresentam que os estudos de cunho bibliográfico possuem um papel fundamental na pesquisa científica, em virtude da sua capacidade de auxiliar na compreensão do fenômeno estudado, sendo considerados uma das primeiras etapas da pesquisa científica.

Romanowski e Ens (2006) destacam que a pesquisa do tipo estado da arte proporciona uma valiosa contribuição para a organização e análise na delimitação de um campo ou área específica, ao



mesmo tempo em que sugere potenciais contribuições da pesquisa para lidar com as rupturas sociais. Os autores evidenciam que as pesquisa do tipo estado da arte

[...] podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada (2006, p. 39).

Esse tipo de estudo não apenas oferece a oportunidade de identificar a produção da área, mas também permite avançar além dessa identificação. Com uma análise minuciosa, é possível categorizar os resultados utilizando métodos como a análise de conteúdo, o que possibilita a compilação e revelação de diversos enfoques e perspectivas sobre o tema em questão (Araujo; Ferst; Vilela, 2023).

Nesse sentido, o levantamento bibliográfico foi realizado por meio de diversas buscas de teses e dissertações, pelo caráter aprofundado dessas produções acadêmicas, que, em geral, apresentam descrição detalhada dos procedimentos metodológicos, desenvolvimento de produtos educacionais e possíveis validações em contexto de ensino. Os estudos foram localizados utilizando a palavra-chave “Realidade Virtual”, sendo realizada uma pesquisa para cada terminologia das ciências no NEM, como “Ciências da Natureza”, “Física”, “Química” e “Biologia”. A base de dados utilizada foi o portal de periódicos da CAPES e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), com trabalhos envolvendo a temática da Realidade Virtual no ensino das Ciências da Natureza. Essas bases foram escolhidas para o levantamento do corpus desta pesquisa, considerando sua relevância, abrangência e reconhecimento no cenário científico nacional. A combinação das duas permitiu ampliar o escopo da busca, integrar diferentes níveis de produção científica e fortalecer a consistência e a representatividade do corpus analisado.

Os trabalhos obtidos durante essa etapa foram analisados e organizados por meio da Análise de Conteúdo, que, na perspectiva de Bardin (2011), é um sistema de análise diversificado por meio de diferentes ferramentas que dispõem de um amplo campo de aplicação na análise das comunicações.

Seguindo Bardin (2011), a análise de conteúdo é um processo essencial em pesquisas que envolvem a interpretação e compreensão de dados qualitativos. A pré-análise desempenha um papel crucial nesse método, sendo uma etapa fundamental no processo de organização e preparação dos materiais a serem analisados. Durante essa fase inicial, os pesquisadores conduzem uma série de atividades com a finalidade de estabelecer as bases necessárias para a análise detalhada que seguirá. Isso inclui definir objetivos, selecionar os documentos a serem estudados e formular hipóteses iniciais, garantindo, assim, um plano de análise preciso e alinhado aos propósitos da pesquisa.

A etapa seguinte, de categorização/exploração do material, envolve a codificação e o agrupamento dos dados em categorias ou temas comuns. Durante essa fase, os pesquisadores atribuem códigos aos dados coletados com base em padrões identificados, facilitando a identificação de tendências e significados



subjacentes nos dados. A categorização é essencial para uma análise aprofundada e sistemática do conteúdo analisado (Bardin, 2011).

Por fim, as inferências, como destacado por Bardin (2011), representam a etapa em que os pesquisadores interpretam os resultados da análise e extraem conclusões significativas com base nos padrões identificados. Essas inferências permitem aos pesquisadores obter percepções relevantes para fundamentar suas conclusões com base nos dados coletados e analisados. A análise de conteúdo, quando conduzida de forma rigorosa e sistemática, possibilita a geração de conhecimentos e entendimentos valiosos a partir do material analisado.

Em conformidade com Bardin (2011), Cavalcante, Calixto e Pinheiro (2014), em seu artigo intitulado “Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método”, apresentam que a análise de conteúdo é composta por processos sistemáticos que viabilizam o levantamento de indicadores, sejam eles qualitativos ou quantitativos, favorecendo a realização de inferências de conhecimento, o que, para Oliveira et al. (2003), possui a finalidade de fornecer indicativos úteis aos objetivos de pesquisa, sendo um instrumento de ampla utilidade em estudos voltados à educação, visto que auxilia o educador a retirar do texto escrito seu conteúdo manifesto e/ou oculto, além de apresentar uma base sólida para a interpretação dos dados a serem obtidos.

Resultados e discussões

Pré-análise

Seguindo os procedimentos metodológicos, a busca utilizando as palavras-chave “Realidade Virtual” e “Ciências Naturais” resultou em três trabalhos na BDTD que, após uma leitura flutuante, foram selecionados para estudo aprofundado. No portal de periódicos da CAPES, nenhum trabalho foi localizado com essas palavras-chave. Salienta-se que a pesquisa realizada ocorreu em momentos de modificações na biblioteca on-line da CAPES.

Diante do pequeno número de trabalhos encontrados, buscou-se ampliar a pesquisa dentro das subáreas das Ciências da Natureza, por meio da palavra-chave “Realidade Virtual” e sua respectiva área, como “Física”, “Química” e “Biologia”. Como critério de seleção dos estudos, foram escolhidas somente teses e dissertações que envolviam o uso da RV voltado para o ensino de alguma das áreas das Ciências da Natureza.

Na BDTD, a busca foi realizada em três etapas distintas. Na primeira etapa, em consonância com o estudo de Oliveira, Alves e Magalhães Júnior (2024), utilizando os termos-chave “Física” e “Realidade Virtual”, foram identificados um total de 228 trabalhos. Após a leitura flutuante, foram selecionados oito estudos para análise mais detalhada. De forma análoga, foram feitas as pesquisas no portal de periódicos da CAPES, da qual foram obtidos um total de 225 trabalhos. Utilizando o filtro de buscas para “dissertações” e “teses”, esse número foi reduzido para quatro trabalhos, mas nenhum se enquadrava na pré-análise.



Na segunda etapa, com as palavras-chave “Química” e “Realidade Virtual”, foram encontradas 21 pesquisas; desse total, seis trabalhos foram escolhidos. Do mesmo modo, foram feitas as buscas no portal de periódicos da CAPES, sendo encontrados 19 resultados. Por meio da filtragem por teses e dissertações, foram obtidos dois trabalhos, mas apenas um estudo, o de Rodrigues (2021), se enquadrou na pré-análise, sendo a única busca que contemplou estudos nas duas bases digitais.

Por fim, na terceira etapa, utilizando as palavras-chave “Biologia” e “Realidade Virtual”, foram inicialmente identificados 53 trabalhos. Após a leitura flutuante, 14 estudos foram selecionados. No portal da CAPES, 17 resultados foram obtidos, mas nenhum se enquadrou na pré-análise, visto que todos eram artigos.

Durante o processo de pré-análise, pôde-se notar a presença de trabalhos duplicados nas bibliotecas digitais devido às diferentes buscas realizadas em um mesmo banco de dados. O estudo de Alves (2019) foi encontrado tanto na primeira busca sobre trabalhos relacionados à grande área das Ciências da Natureza quanto na pesquisa de trabalhos vinculados à Biologia. O estudo de Luz (2021) foi obtido três vezes, nas buscas realizadas nas áreas de Ciências da Natureza, Biologia e Química. O estudo de Ribeiro (2006) teve resultados nas buscas relacionadas à Química e à Biologia.

Contabilizando os trabalhos pré-selecionados, constituiu-se, como corpus desta etapa da pesquisa, um total de 27 estudos, sendo 23 dissertações e quatro teses.

Perspectivas

Para o desenvolvimento da etapa de exploração do material, foram realizadas as leituras dos trabalhos pré-selecionados e, considerando os objetivos de pesquisa, elencaram-se três grandes perspectivas: (1) direcionamento da pesquisa, (2) dispositivos utilizados e (3) público-alvo.

Ao abordar a perspectiva geral sobre o direcionamento da pesquisa, os trabalhos foram divididos em três categorias: “Teóricos”, “Técnicos” e “Validados”. Os trabalhos “Teóricos” referem-se aos estudos que discutem a RV em suas diferentes perspectivas para o ensino de conceitos inerentes às Ciências da Natureza, como o desenvolvimento de sequências didáticas, sem a sua implementação no meio educacional. Os trabalhos “Técnicos” estão relacionados aos estudos que elaboraram interfaces tridimensionais para implementação em conceitos vinculados às Ciências da Natureza. Por fim, os trabalhos “Validados” são referentes aos estudos que tiveram sua utilização em um dado grupo no meio educacional, por meio de ambientes tridimensionais, sejam eles imersivos ou não.

Após a delimitação do corpus de estudo, as pesquisas de Alves (2019), Barbieri (2022) e Luz (2021), previamente identificadas durante o levantamento bibliográfico utilizando as palavras-chave “Realidade Virtual” e “Ciências Naturais”, apresentaram seus trabalhos vinculados às Ciências da Natureza, com uma abordagem intrinsecamente ligada à Biologia. O estudo de Alves (2019) tratou da primeira fase da respiração celular; Luz (2021) abordou a Educação Ambiental em áreas de preservação ambiental; e Barbieri (2022) trabalhou com a digitalização de objetos no Museu de Ciências Naturais da Universidade



Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), focando principalmente em artefatos como partes de esqueletos de animais.

Dessa forma, os trabalhos foram agrupados sob a temática geral das Ciências da Natureza e individualmente categorizados. Considerando as categorias estabelecidas, alguns estudos puderam ser incluídos em mais de uma categoria, como os de Ribeiro (2006), Silva (2006) e Trindade (2011), entre outros, conforme apresentado na Tabela 01.

Tabela 01 – Estudos Seleccionados e direcionamento de pesquisa de trabalhos categorizados como Teóricos, Técnicos e Validados

Ano	Autor	Título	Tipo
2006	Ribeiro M. W. S.	Arquitetura para distribuição de ambientes virtuais multidisciplinares	Técnico e Validado
2006	Silva L. F.	Associando realidade virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino de Física	Técnico e Validado
2008	Araújo J. C.	O uso da realidade virtual e aumentada na visualização do fluxo do campo magnético de um motor de indução monofásico	Técnico e Validado
2008	Silva W. A.	Uma arquitetura para distribuição de ambientes virtuais de realidade aumentada	Técnico e Validado
2009	Silva L. F.	Ambientes distribuídos em realidade virtual como suporte à aprendizagem cooperativa para a resolução de problemas	Teórico e Técnico
2010	Moura J. A. S.	A realidade virtual como uma ferramenta para o ensino da Geometria Molecular	Técnico e Validado
2010	Nogueira K. F. C.	Desenvolvimento de uma arquitetura de distribuição de realidade virtual e aumentada aplicada em ambientes educacionais	Técnico
2011	Trindade J. O.	Ensino e aprendizagem significativa do conceito de ligação Química por meio de mapas conceituais	Teórico e Validado
2012	Figueiredo J. E. M.	Sim-Colmeia ambiente de simulação da dinâmica de uma colmeia para o ensino de Biologia	Teórico e Validado
2016	Rosa J. M.	Reconstrução tridimensional aplicada ao ensino de ciências e Biologia na educação básica	Técnico e Validado
2018	Bezerra J. C.	A realidade virtual como ferramenta didática para o ensino de astronomia e cosmologia na educação básica	Validado
2019	Alcalay J. L.	Realidade virtual como possibilidade para a construção do conhecimento: percepções e contribuições	Teórico
2019	Alves G. Q.	Glicoliseum: simulador em ambiente de realidade virtual para o ensino da primeira fase da respiração celular	Técnico e Validado
2019	França C. R.	O potencial da realidade virtual e aumentada na concepção de objeto de visualização para aprendizagem de Física	Técnico
2019	Reis J. R.	Simulador em ambiente de realidade virtual para o ensino da membrana plasmática	Teórico, Técnico e Validado
2019	Rodrigues L. O. R.	O uso da realidade virtual como auxílio à resolução de problemas de movimento oscilatório	Técnico e Validado
2019	Souza D. S.	Teoria da relatividade restrita: uma sequência didática para o ensino médio abordando os conceitos de aberração da luz, contração espacial de lorentz, efeitos doppler, terrell e penrose	Validado
2020	Grando J. W.	Análise de aplicativos móveis de realidade aumentada, virtual e mista à luz da construção do conhecimento químico	Teórico



Ano	Autor	Título	Tipo
2020	Oliveira C. B. C.	A realidade virtual como recurso educativo: o uso da tecnologia por professores de Biologia	Teórico e Validado
2021	Canheti C.	O emprego do Design em converter um projeto de jogo educativo para sua versão em Realidade Virtual Imersiva	Técnico e Validado
2021	Luz C. H. G.	Educação ambiental em unidades de conservação: tour virtual socioambiental como estratégia de ensino	Teórico e Validado
2021	Rodrigues L. C.	Realidades Aumentada e Virtual no ensino de Química: aplicação e avaliação no Ensino Médio	Teórico e Validado
2021	Soares J. R. M.	Proposta de uma sequência didática para o ensino da relatividade geral no ensino médio com a utilização da realidade virtual.	Teórico e Validado
2022	Barbieri G.	Desenvolvimento de objetos 3D físicos e virtuais para museus de ciências naturais: diretrizes baseadas na avaliação da satisfação do usuário	Técnico e Validado
2022	Lourenço D. S.	Desenvolvimento de atividades investigativas utilizando a realidade virtual no ensino de Biologia	Teórico e Validado
2022	Pinheiro R. F.	Trilhas ecológicas e objetos digitais de aprendizagem: possibilidades para o ensino de ciências e Biologia	Técnico e Validado
2022	Vieira S. S.	Aplicação de realidade virtual e aumentada em sala de aula no ensino de Biologia como estratégia de metodologias ativas	Teórico e Validado

Fonte: Os autores (2024).

A partir da análise do material referente aos direcionamentos das pesquisas elencadas na pré-análise, foi possível observar um número considerável de estudos que abordam mais de uma categoria, englobando 70% dos trabalhos analisados, apresentando, em sua grande maioria, a validação dos sistemas imersivos estudados. Dos trabalhos selecionados na Tabela 1, 22 são estudos “Validados”, 15 são “Técnicos” e 12 “Teóricos”.

Dos 27 estudos pré-selecionados, mais da metade estão categorizados como trabalhos “Técnicos”. Isso significa que, durante o desenvolvimento do estudo em questão, os autores elaboraram ferramentas auxiliares para a utilização da RV em seus diferentes níveis de imersividade.

A categoria de trabalhos “Validados” representa a maior porcentagem dos estudos selecionados (81%). Essa categoria englobou dois tipos de trabalhos: os que desenvolveram novas ferramentas em ambientes tridimensionais, como o estudo de Rosa (2016), e os trabalhos que utilizaram softwares para computadores, aplicativos de smartphone ou vídeos em 360° disponíveis no YouTube, como os de Souza (2019) e Luz (2021). Neles, há diferentes implementações, algumas no âmbito de teste, para compreender suas possíveis validações perante as primeiras impressões dos usuários, e outras que tiveram sua utilização no ambiente escolar em conjunto com metodologias que corroboram sua utilização. Desses trabalhos, foi possível observar um público-alvo diversificado, desde docentes universitários, professores, estudantes do Ensino Médio e fundamental até estudantes de graduação. Observa-se ainda a considerável preocupação dos pesquisadores com a validação dessas ferramentas para fins pedagógicos.

De todos os estudos, Barbieri (2022) se diferenciou dos demais ao utilizar como público-alvo visitantes de um museu para a validação de sua ferramenta de tour 360°, demonstrando a ampla capacidade de implementação das simulações computacionais em diferentes vivências e faixas etárias.



A partir da análise do corpus, foi possível identificar tanto avanços quanto limitações pedagógicas no uso da RV no ensino das Ciências da Natureza. Entre os avanços, destaca-se o potencial da RV para favorecer a visualização de fenômenos abstratos e de difícil acesso no contexto escolar, como estruturas microscópicas, processos bioquímicos e fenômenos físicos complexos. Essa característica contribui para a ampliação das possibilidades de aprendizagem significativa (Ausubel, 2003), ao permitir que os estudantes interajam com representações tridimensionais e imersivas, promovendo maior engajamento e compreensão conceitual.

Outro avanço relevante refere-se à diversidade de estratégias pedagógicas associadas ao uso da RV, como atividades investigativas, metodologias ativas e aprendizagem baseada em problemas, evidenciando um movimento de superação de práticas tradicionais centradas na transmissão de conteúdos.

Entretanto, os resultados também evidenciam limitações pedagógicas. Observa-se que, em muitos estudos, a utilização da RV está centrada no recurso tecnológico em si, com pouca explicitação de intencionalidade pedagógica ou fundamentação teórica consistente. Conforme Moran (2013), esse aspecto pode reduzir o potencial educativo da ferramenta, transformando-a em um recurso meramente ilustrativo.

Além disso, a predominância de aplicações em conteúdos específicos e de forma isolada reforça a fragmentação do conhecimento, em desacordo com propostas interdisciplinares do NEM. Soma-se a isso a carência de formação docente para o uso pedagógico das tecnologias imersivas, o que pode dificultar sua integração efetiva no planejamento didático.

Por fim, limitações estruturais, como o custo dos equipamentos, a escassez de softwares em língua portuguesa e a dependência de infraestrutura tecnológica adequada, também impactam diretamente o uso pedagógico da RV, restringindo sua aplicação em contextos educacionais mais amplos.

Na categoria de trabalhos “Técnicos”, foi possível compreender diversos estudos que contribuíram de forma significativa para a produção de materiais de apoio a sistemas imersivos de RV. Ainda durante a exploração do material desses trabalhos, destacam-se os estudos de Silva (2006a), Ribeiro (2006), Silva (2008), Araújo (2008), Silva (2009b), Moura (2010) e Nogueira (2010), desenvolvidos no estado de Minas Gerais, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Desses trabalhos, todos estão presentes na categoria de trabalhos “Técnicos”, englobando as diferentes áreas do conhecimento das Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), de modo a fomentar grandes contribuições em grupos de pesquisa e no desenvolvimento de sistemas de simulação tridimensional para a RV no ensino. Dentre esses, destacam-se ainda os estudos elaborados por Silva (2006a) e Silva (2009b), demonstrando continuidade de pesquisa na área da RV.

Os trabalhos analisados possuem mais de dez anos desde sua produção, não apresentando nenhum estudo recente que correlacione a área de ensino das Ciências da Natureza com a RV dentre os trabalhos encontrados na pré-análise. Todavia, foi possível localizar o Grupo de Realidade Virtual e Aumentada (GRVA) da UFU, demonstrando que, mesmo que as buscas tenham retornado trabalhos antigos, possivelmente os estudos recentes não foram adicionados aos bancos de dados digitais ou as pesquisas



realizadas recentemente pelo grupo de pesquisa estejam vinculadas a outras áreas do conhecimento, mantendo o enfoque na RV.

Na categoria de trabalhos “Teóricos”, em sua grande maioria, os estudos foram norteados por um ou mais fatores, como: ascensão do desenvolvimento tecnológico, necessidade de inserção das tecnologias em ambientes educacionais, escassez de estudos e ferramentas digitais para a implementação da RV e vislumbre das potencialidades da RV no âmbito educacional.

Essa categoria apresentou os menores resultados, sendo 12 estudos que contemplavam essa temática. Para serem contemplados nessa categoria, foram considerados, como critério, os trabalhos voltados para estudos bibliográficos e que se empenharam no estudo teórico, focando em suas aplicações no meio educacional e em abordagens pedagógicas, como o desenvolvimento de sequências didáticas, modelos de aprendizagem baseados em problemas, modelos de aprendizagem cooperativa, entre outros.

Mesmo sendo apresentado um número reduzido de trabalhos em relação às demais categorias, nos últimos cinco anos (2020-2024), foram encontrados dez trabalhos publicados, sendo que sete se enquadram nessa categoria de trabalhos “Teóricos”, sendo eles: Grando (2020), Oliveira (2020), Canheti (2021), Luz (2021), Rodrigues (2021), Soares (2021), Barbieri (2022), Lourenço (2022), Pinheiro (2022) e Vieira (2022). Isso demonstra a notoriedade desses trabalhos em publicações recentes de teses e dissertações, nas quais a disponibilização de diversos trabalhos técnicos e o desenvolvimento das tecnologias de imersão (óculos de realidade virtual, smartphones, cardboard) fomentam espaços para estudos significativos acerca dessas tecnologias e suas aplicações.

Ao considerar a perspectiva dos dispositivos utilizados, os estudos selecionados foram reorganizados em três categorias (Tabela 02), cada uma representando um nível diferente de imersão. Essas categorias são: RV não imersiva, óculos de RV não imersiva e RV imersiva. Além disso, os estudos que não utilizaram dispositivos, mas realizaram estudos teóricos, foram considerados em relação aos dispositivos que foram discutidos. É importante notar que, assim como na perspectiva anterior, alguns estudos se encaixam em mais de uma categoria, e, nessa reorganização, alguns estudos também abrangeram mais de uma.

Tabela 02 - Trabalhos categorizados por dispositivos utilizados

Ano	Autor	Título	Tipo
2006	Ribeiro M. W. S.	Arquitetura para distribuição de ambientes virtuais multidisciplinares	RV não imersiva
2006	Silva L. F.	Associando realidade virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino de Física	RV não imersiva
2008	Araújo J. C.	O uso da realidade virtual e aumentada na visualização do fluxo do campo magnético de um motor de indução monofásico	RV não imersiva
2008	Silva W. A.	Uma arquitetura para distribuição de ambientes virtuais de realidade aumentada	RV não imersiva
2009	Silva L. F.	Ambientes distribuídos em realidade virtual como suporte à aprendizagem cooperativa para a resolução de problemas	RV não imersiva
2010	Moura J. A. S.	A realidade virtual como uma ferramenta para o ensino da Geometria Molecular	RV não imersiva



Ano	Autor	Título	Tipo
2010	Nogueira K. F. C.	Desenvolvimento de uma arquitetura de distribuição de realidade virtual e aumentada aplicada em ambientes educacionais	RV não imersiva
2011	Trindade J. O.	Ensino e aprendizagem significativa do conceito de ligação Química por meio de mapas conceituais	Óculos de RV não imersiva
2012	Figueiredo J. E. M.	Sim-Colmeia ambiente de simulação da dinâmica de uma colmeia para o ensino de Biologia	RV não imersiva
2016	Rosa J. M.	Reconstrução tridimensional aplicada ao ensino de ciências e Biologia na educação básica	RV não imersiva
2018	Bezerra J. C.	A realidade virtual como ferramenta didática para o ensino de astronomia e cosmologia na educação básica	Óculos de RV não imersiva
2019	Alcalay J. L.	Realidade virtual como possibilidade para a construção do conhecimento: percepções e contribuições	RV não imersiva; RV imersiva
2019	Alves G. Q.	Glicoliseum: simulador em ambiente de realidade virtual para o ensino da primeira fase da respiração celular	RV imersiva
2019	França C. R.	O potencial da realidade virtual e aumentada na concepção de objeto de visualização para aprendizagem de Física	RV imersiva
2019	Reis J. R.	Simulador em ambiente de realidade virtual para o ensino da membrana plasmática	RV imersiva
2019	Rodrigues L. O. R.	O uso da realidade virtual como auxílio à resolução de problemas de movimento oscilatório	RV não imersiva
2019	Souza D. S.	Teoria da relatividade restrita: uma sequência didática para o ensino médio abordando os conceitos de aberração da luz, contração espacial de lorentz, efeitos doppler, terrell e penrose	RV não imersiva; Óculos de RV não imersiva
2020	Grando J. W.	Análise de aplicativos móveis de realidade aumentada, virtual e mista à luz da construção do conhecimento químico	RV não imersiva
2020	Oliveira C. B. C.	A realidade virtual como recurso educativo: o uso da tecnologia por professores de Biologia	Óculos de RV não imersiva
2021	Canheti C.	O emprego do Design em converter um projeto de jogo educativo para sua versão em Realidade Virtual Imersiva	RV imersiva
2021	Luz C. H. G.	Educação ambiental em unidades de conservação: tour virtual socioambiental como estratégia de ensino	Óculos de RV não imersiva
2021	Rodrigues L. C.	Realidades Aumentada e Virtual no ensino de Química: aplicação e avaliação no Ensino Médio	RV não imersiva
2021	Soares J. R. M.	Proposta de uma sequência didática para o ensino da relatividade geral no ensino médio com a utilização da realidade virtual.	Óculos de RV não imersiva
2022	Barbieri G.	Desenvolvimento de objetos 3D físicos e virtuais para museus de ciências naturais: diretrizes baseadas na avaliação da satisfação do usuário	Óculos de RV não imersiva
2022	Lourenço D. S.	Desenvolvimento de atividades investigativas utilizando a realidade virtual no ensino de Biologia	Óculos de RV não imersiva
2022	Pinheiro R. F.	Trilhas ecológicas e objetos digitais de aprendizagem: possibilidades para o ensino de ciências e Biologia	RV não imersiva
2022	Vieira S. S.	Aplicação de realidade virtual e aumentada em sala de aula no ensino de Biologia como estratégia de metodologias ativas	RV não imersiva

Fonte: Os autores (2024).



A primeira categoria, RV não imersiva, compreende os estudos que não utilizam óculos de RV, mas sim softwares de simulação. Esses softwares foram desenvolvidos para serem executados em computadores ou celulares e proporcionam uma experiência de RV que não é completamente imersiva. Nesse contexto, o usuário não utiliza óculos especiais, mas a tela do computador ou do celular para interagir com o ambiente virtual. Essa categoria é adequada para aplicações que não requerem um alto nível de imersão. Dentre os estudos categorizados, totalizaram-se 13 trabalhos (48% dos trabalhos pré-selecionados), que, em sua grande maioria, utilizaram computadores para as simulações tridimensionais, seja desenvolvendo seu próprio software de simulação, seja utilizando páginas da internet de autoria própria ou, como no caso do estudo de Souza (2019), simulações do PhET. Outros estudos, como os de Rosa (2016), Rodrigues (2021), Pinheiro (2022) e Vieira (2022), utilizaram dispositivos móveis para auxiliar no processo de simulação virtual, por meio de aplicativos disponíveis.

A segunda categoria, óculos de RV não imersiva, incluiu os estudos que utilizaram óculos de RV, mas que não proporcionaram uma experiência de imersão completa. Esses óculos, como o Google Cardboard ou o Samsung Gear VR, são mais acessíveis e de baixo custo em comparação com os dispositivos de RV imersiva. Eles são feitos de materiais mais simples, como papelão ou plástico, e usam um smartphone para exibir imagens em 3D. Os trabalhos organizados nessa categoria representam 26% dos estudos explorados; parte deles utilizou óculos de RV feitos de plástico, similares ao Samsung Gear VR, enquanto os trabalhos de Bezerra (2018), Oliveira (2020), Luz (2021) e Soares (2021) utilizaram o Google Cardboard, dispositivo de papelão, para mediar as simulações em RV.

A terceira categoria, óculos de RV imersiva, apresentou o menor número de trabalhos (19%), sendo apenas cinco estudos, e nenhum englobou conceitos de Química. Nessa categoria se enquadram os estudos que utilizam óculos de RV de alta qualidade, como o HTC Vive ou Oculus Rift. Esses óculos proporcionam uma experiência de imersão completa, com sensores de movimento, controle de movimento e uma tela de alta resolução. Eles são mais caros e exigem um bom hardware, como um computador ou console de jogos, para funcionar corretamente. Desses estudos, Alves (2019), Reis (2019) e Canheti (2021) desenvolveram suas pesquisas utilizando o dispositivo HTC Vive para as simulações imersivas, enquanto França (2019) utilizou o Oculus Rift. O trabalho de Alcalay (2019) não utilizou esses dispositivos, mas foi incluído nessa categoria, visto que foi realizado um levantamento bibliográfico a respeito dessas ferramentas.

Por fim, a última perspectiva categoriza os trabalhos em relação ao público-alvo de seus estudos. A categorização em relação ao público-alvo possibilita compreender como as diferentes abordagens e tecnologias de RV podem ser aplicadas em distintos contextos educacionais. Isso contribui para o desenvolvimento de estratégias de ensino mais eficazes e inclusivas, que atendam às necessidades específicas de cada grupo de estudantes e professores.

Desse modo, foi possível agrupar, na Tabela 03, esses estudos em três categorias: Educação Básica (EB), Ensino Superior (ES) e docentes.



Tabela 03 - Trabalhos categorizados por público-alvo

Ano	Autor	Título	Tipo
2006	Ribeiro M. W. S.	Arquitetura para distribuição de ambientes virtuais multidisciplinares	EB; ES; docentes
2006	Silva L. F.	Associando realidade virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino de Física	EB
2008	Araújo J. C.	O uso da realidade virtual e aumentada na visualização do fluxo do campo magnético de um motor de indução monofásico	EB; docentes
2008	Silva W. A.	Uma arquitetura para distribuição de ambientes virtuais de realidade aumentada	ES; docentes
2009	Silva L. F.	Ambientes distribuídos em realidade virtual como suporte à aprendizagem cooperativa para a resolução de problemas	EB
2010	Moura J. A. S.	A realidade virtual como uma ferramenta para o ensino da Geometria Molecular	EB
2010	Nogueira K. F. C.	Desenvolvimento de uma arquitetura de distribuição de realidade virtual e aumentada aplicada em ambientes educacionais	EB; ES; docentes
2011	Trindade J. O.	Ensino e aprendizagem significativa do conceito de ligação Química por meio de mapas conceituais	EB
2012	Figueiredo J. E. M.	Sim-Colmeia ambiente de simulação da dinâmica de uma colmeia para o ensino de Biologia	EB
2016	Rosa J. M.	Reconstrução tridimensional aplicada ao ensino de ciências e Biologia na educação básica	EB
2018	Bezerra J. C.	A realidade virtual como ferramenta didática para o ensino de astronomia e cosmologia na educação básica	EB
2019	Alcalay J. L.	Realidade virtual como possibilidade para a construção do conhecimento: percepções e contribuições	-
2019	Alves G. Q.	Glicoliseum: simulador em ambiente de realidade virtual para o ensino da primeira fase da respiração celular	ES
2019	França C. R.	O potencial da realidade virtual e aumentada na concepção de objeto de visualização para aprendizagem de Física	Docentes
2019	Reis J. R.	Simulador em ambiente de realidade virtual para o ensino da membrana plasmática	ES
2019	Rodrigues L. O. R.	O uso da realidade virtual como auxílio à resolução de problemas de movimento oscilatório	EB
2019	Souza D. S.	Teoria da relatividade restrita: uma sequência didática para o ensino médio abordando os conceitos de aberração da luz, contração espacial de lorentz, efeitos doppler, terrell e penrose	EB
2020	Grando J. W.	Análise de aplicativos móveis de realidade aumentada, virtual e mista à luz da construção do conhecimento químico	EB
2020	Oliveira C. B. C.	A realidade virtual como recurso educativo: o uso da tecnologia por professores de Biologia	Docentes
2021	Canheti C.	O emprego do Design em converter um projeto de jogo educativo para sua versão em Realidade Virtual Imersiva	ES
2021	Luz C. H. G.	Educação ambiental em unidades de conservação: tour virtual socioambiental como estratégia de ensino	Docentes
2021	Rodrigues L. C.	Realidades Aumentada e Virtual no ensino de Química: aplicação e avaliação no Ensino Médio	EB
2021	Soares J. R. M.	Proposta de uma sequência didática para o ensino da relatividade geral no ensino médio com a utilização da realidade virtual.	EB



Ano	Autor	Título	Tipo
2022	Barbieri G.	Desenvolvimento de objetos 3D físicos e virtuais para museus de ciências naturais: diretrizes baseadas na avaliação da satisfação do usuário	EB; ES; docentes
2022	Lourenço D. S.	Desenvolvimento de atividades investigativas utilizando a realidade virtual no ensino de Biologia	EB
2022	Pinheiro R. F.	Trilhas ecológicas e objetos digitais de aprendizagem: possibilidades para o ensino de ciências e Biologia	ES
2022	Vieira S. S.	Aplicação de realidade virtual e aumentada em sala de aula no ensino de Biologia como estratégia de metodologias ativas	EB

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Mediante a organização dos estudos, Alcalay (2019) foi o único trabalho que não apresentou o público-alvo pretendido, por ser uma pesquisa de cunho bibliográfico. O estudo de Barbieri (2022), como mencionado anteriormente, apresentou as três categorias, por ter realizado a validação de seu instrumento imersivo em um museu, não se restringindo a um público-alvo.

Na primeira categoria, Educação Básica, foi possível enquadrar o maior número de trabalhos, sendo 18 (67%). Essa categoria abrange os estudos com estudantes do Ensino Fundamental e Ensino Médio, englobando faixas etárias que variam de aproximadamente seis a 18 anos. Dentre esses trabalhos, alguns englobam mais de uma categoria, dada a diversidade e robustez das pesquisas. Dos estudos dessa categoria, Figueiredo (2012) e Rosa (2016) envolvem estudantes do Ensino Fundamental para participação e validação dos instrumentos de imersão.

Em relação à categoria de trabalhos direcionados ao Ensino Superior, foram identificados oito estudos (30%). Nesse agrupamento se enquadram as pesquisas que foram direcionadas a estudantes de graduação em suas diversas áreas. Desses estudos, sete tinham relação com componentes de Biologia e apenas um trabalho utilizou conceitos de Química.

Na terceira categoria, a de docentes, encontram-se os estudos realizados tanto com professores da EB quanto do ES, totalizando oito trabalhos. Ao analisar a Tabela 3, nota-se que quase metade desses estudos engloba mais de uma categoria. Apenas os estudos de França (2019), Oliveira (2020) e Luz (2021) apresentaram direcionamento exclusivo a esse público-alvo.

Inferências

A partir das etapas anteriores da Análise de Conteúdo e das hipóteses elencadas durante a pré-análise, diversas são as inferências que corroboram para trazer clareza às indagações fomentadas nesta pesquisa sobre a RV no contexto escolar. Vale considerar, assim como expresso na segunda seção, que, mesmo que a RV tenha uma longa trajetória em seu desenvolvimento, durante as buscas foram encontrados trabalhos que englobam os anos de 2006 até 2022. É possível perceber uma área em desenvolvimento não apenas no contexto educacional, mas em suas diversas aplicações, como softwares imersivos, sistemas de



processamento, novas interfaces, entre outros. Os estudos elencados ainda na pré-análise demonstraram o seu crescimento em virtude do número de publicações ao longo dos anos.

De modo a suprir as indagações da pré-análise durante o desenvolvimento deste estudo e o processo de categorização, os trabalhos elencados como “Validados” apresentam um número considerável de publicações, de modo a expressar a preocupação dos pesquisadores dessa área em desenvolverem trabalhos de grande impacto e aplicabilidade no meio educacional, o que demonstra a carência de softwares e aplicativos desenvolvidos no âmbito escolar.

Outra categoria que auxiliou na compreensão do corpus da pesquisa foram os trabalhos categorizados como “Técnicos”, com destaque principalmente para os desenvolvidos na UFU, em que há uma maior produção de softwares direcionados à imersão em publicações de teses e dissertações, vista a variedade de estudos desenvolvidos nas diferentes áreas das Ciências da Natureza. No entanto, mesmo com a presença desse grupo de pesquisa no âmbito da RV, as publicações obtidas pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFU possuem mais de dez anos e todas apresentavam enfoque apenas no desenvolvimento de sistemas para computadores, não sendo apresentados sistemas para dispositivos de alta imersão, como os óculos HTC Vive. Embora o grupo de pesquisa ainda esteja ativo, não ter sido possível localizar mais trabalhos recentes pode estar atrelado a mudanças na área de pesquisa, em virtude de o programa de pós-graduação estar ligado à área da engenharia elétrica.

Mesmo com a presença de grupos de pesquisa e trabalhos técnicos, pequeno é o número de trabalhos e autores que desenvolvem sistemas compatíveis com a RV, o que resulta na redução das possibilidades de sua utilização em diferentes áreas, incluindo o ensino de conceitos inerentes às Ciências da Natureza. Além disso, dentre os estudos elencados nas três áreas (Biologia, Física e Química), os conceitos inerentes à Biologia apresentaram maior número de publicações em relação aos conceitos de Química e Física. Em consonância, Grando (2020) expressa, em seu estudo bibliográfico sobre o uso da RV no ensino de Química, a carência de aplicativos em RV na língua portuguesa, o que se mostra um fator limitante para o uso desses instrumentos, como os óculos de RV de baixo custo, Google Cardboard e Samsung Gear VR, que dependem da utilização de aplicativos em smartphones para mediar a RV.

As teses e dissertações exploradas apresentaram diferenças nos sistemas de imersão utilizados de acordo com o público-alvo. O público com maior número de publicações foi o da Educação Básica, principalmente no Ensino Médio, no qual se observa uma mudança no uso de sistemas de simulações virtuais, com aumento do nível de imersão ao longo dos anos. O público-alvo categorizado como docentes demonstrou certa carência de estudos com esse grupo, de suma importância no ambiente escolar, visto o seu potencial de promover mudanças nas práticas pedagógicas, de modo que o aumento de estudos com esse público apresenta novas possibilidades para o ensino de Física, Química e Biologia.

Os estudos explorados até o ano de 2010 eram exclusivos para sistemas de RV não imersiva, ou seja, mediados pelo uso de computadores e smartphones sem o uso de óculos de RV. Após essa data, os estudos acerca do uso da RV demonstram uma migração gradativa do uso desses sistemas para a utilização de óculos de RV, como cardboard, Samsung Gear VR e similares.



Poucos foram os estudos que utilizaram óculos de RV de elevada imersão, como Quest Pro, HTC Vive e Oculus Rift. As buscas demonstraram uma tendência em sua implementação, com registros de estudos recentes a partir de 2019. No entanto, sua implementação não teve registros na Educação Básica, mediante os trabalhos analisados; alguns foram utilizados em grupos de docentes e outros, em sua maioria, com estudantes da Educação Superior. Isso demonstra um distanciamento entre os tipos de tecnologias utilizadas e o público-alvo.

Essa diferenciação dos sistemas de imersão utilizados e o pequeno número de publicações demonstram dois aspectos: o primeiro, atrelado ao desenvolvimento inicial de estudos nessa área; e o segundo, ligado à dificuldade de aquisição desses dispositivos, em virtude do custo desses equipamentos. Atualmente, no Brasil, o dispositivo HTC Vive, mais utilizado nessas teses e dissertações, mesmo após dez anos de sua comercialização, tem valor em torno de seis mil reais. Em comparação, o uso de óculos de RV não imersiva é mais acessível, apresentando valores 50 a 60 vezes menores.

Vale ressaltar ainda que a utilização dos sistemas de óculos imersivos é datada a partir de 2019, enquanto os óculos não imersivos, como o Google Cardboard e o Samsung Gear VR, tiveram registros nas buscas desde 2011, com maior recorrência do seu uso no contexto educacional das Ciências da Natureza a partir de 2018, trazendo novas relações dos estudantes com as tecnologias e possibilitando o alcance desses dispositivos na Educação Básica.

Mediante a massificação de tecnologias de RV, óculos de imersão de baixo custo e as recentes divulgações a respeito de novos dispositivos de imersão, e analisando de modo cronológico as publicações, nota-se o aumento de teses e dissertações que englobam essa temática. Entretanto, é possível verificar uma tendência de pesquisas na área da Biologia, dado que, nos últimos cinco anos, das dez publicações exploradas, sete são estudos direcionados à área, demonstrando um menor número de publicações que envolvam essa temática em conceitos de Física e Química.

Outro fator salientado na exploração do material, que não estava nas hipóteses estabelecidas inicialmente neste trabalho e que a Análise de Conteúdo fomentou como importante reflexão, foram as publicações localizadas quando utilizada a terminologia “Ciências Naturais” e “Realidade Virtual” nas bases digitais tanto da CAPES quanto da BDTD. Mesmo com a mudança no Ensino Médio e o agrupamento das disciplinas em áreas do conhecimento, focadas na interdisciplinaridade e nos desenvolvimentos tecnológicos, apenas o estudo de Ribeiro (2006) — que não foi localizado nessa busca, mas sim nas buscas posteriores — abordou essa temática interdisciplinar, englobando duas áreas do conhecimento (Química e Biologia), enfatizando conteúdos nos níveis micro e macro. Enquanto isso, as publicações encontradas focadas nas Ciências da Natureza foram datadas de 2019 a 2022 e todas apresentaram vínculo exclusivo com conceitos inerentes à Biologia, não demonstrando trabalhos interdisciplinares, o que enfatiza uma determinada carência de estudos que englobem conceitos de Física e Química em conjunto com Ciências da Natureza.

A ausência de abordagens interdisciplinares nos estudos analisados revela uma contradição significativa em relação às diretrizes do NEM, que preconizam a integração entre os componentes curriculares



da área de Ciências da Natureza. Conforme discutido por Fazenda (2015), a interdisciplinaridade não se limita à justaposição de conteúdos, mas implica a construção de relações significativas entre diferentes saberes, promovendo uma compreensão mais ampla e contextualizada dos fenômenos. Nesse sentido, a predominância de estudos centrados em conteúdos específicos, sobretudo na área de Biologia, evidencia uma fragmentação do conhecimento que se distancia das propostas formativas da BNCC.

A RV apresenta potencial interdisciplinar ao possibilitar a simulação de fenômenos complexos que articulam conceitos de Física, Química e Biologia, como processos bioquímicos, interações ecológicas e transformações de energia. No entanto, os resultados indicam que esse potencial ainda é pouco explorado nas pesquisas acadêmicas, sugerindo que a adoção da RV tem ocorrido de maneira pontual e disciplinarizada.

Dessa forma, torna-se evidente a necessidade de fomentar investigações que articulem à RV a propostas pedagógicas interdisciplinares, alinhadas aos eixos estruturantes do Novo Ensino Médio. Tal movimento pode contribuir para superar a fragmentação do ensino e favorecer o desenvolvimento de competências mais integradas, conforme previsto nas orientações curriculares nacionais.

Considerações finais

A Realidade Virtual apresenta potencial significativo para o ensino de Ciências da Natureza, especialmente ao favorecer a visualização de fenômenos complexos e o engajamento dos estudantes. Contudo, sua utilização ainda ocorre de forma pontual, com baixa exploração de seu potencial interdisciplinar.

Os resultados indicam desafios relacionados à infraestrutura, à formação docente e à necessidade de integração pedagógica das tecnologias, evidenciando que a inovação tecnológica não se traduz automaticamente em inovação educacional.

Como limitações deste estudo, destacam-se o recorte das bases de dados utilizadas e a seleção de trabalhos acadêmicos específicos, o que pode restringir a abrangência dos resultados. Além disso, a análise concentrou-se em produções disponíveis em língua portuguesa, podendo não contemplar integralmente o cenário internacional.

Sugere-se, portanto, a ampliação de investigações que explorem a aplicação da RV em contextos interdisciplinares e sua integração efetiva às práticas pedagógicas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).



Referências

- ALCALAY, J. L. **Realidade virtual como possibilidade para a construção do conhecimento: percepções e contribuições**. Dissertação de Mestrado. Universidade La Salle. 2019.
- ALVES, F. C. M. **Uma proposta para utilização dos óculos de realidade virtual no processo de ensino-aprendizagem**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina. 2017.
- ALVES, G. Q.. **Glicoliseum: simulador em ambiente de realidade virtual para o ensino da primeira fase da respiração celular**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará. 2019.
- ANDRADES, R. N. D.; SZMOSKI, R. M. .; MIQUELIN, A. F. ; COELHO, A. M. S. UMA ANÁLISE CRÍTICA DE PESQUISAS SOBRE O USO DA REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE FÍSICA. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC** , v. 14, n. 3, p. 54-69, 16 dez. 2024.
- ARAUJO, C. S. O; FERST E. M.; VILELA, M. V. F. Estado da arte e estado do conhecimento. *In*: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; BATISTA, M. C. Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências. **Editora Atena**, 2023.
- ARAÚJO, J. C. **Uso de realidade virtual e aumentada na visualização do fluxo do campo magnético de um motor de indução monofásico**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Uberlândia. 2008.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BARBIERI, G.. **Desenvolvimento de objetos 3D físicos e virtuais para museus de ciências naturais: diretrizes baseadas na avaliação da satisfação do usuário**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2022
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011
- BEZERRA, J. C. **A realidade virtual como ferramenta didática para o ensino de astronomia e cosmologia na educação básica. 2018**. 2018. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
- CANHETI, C.. **O emprego do Design em converter um projeto de jogo educativo para sua versão em Realidade Virtual Imersiva**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2021.
- CARDOSO, P. V.; SANTOS, K. S. Realidade virtual e Geografia: o caso do Google Cardboard Glasses para o Ensino. **Revista Tamoios**, v. 11, n. 2, 2015. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/tamoios/article/view/19925>. Acesso em: 26 abr. 2026.



CAVALCANTE, R. B.; CALIXTO, P.; PINHEIRO, M. M. K. Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 24, n. 1, p. 13-18, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/ies/article/view/10000>. Acesso em: 28 abr. 2026.

COOPER, G.; THONG, L. P.; TANG, K.-S. Transforming science education with virtual reality: an immersive representations model. **Educational Media International**, 2024. Disponível em: https://curate.curtin.edu.au/articles/journal_contribution/Transforming_science_education_with_virtual_reality_an_immersive_representations_model/31736797?file=62800069. Acesso em: 28 abr. 2026.

FALCÃO, E. L.; MACHADO, L. S. Um laboratório virtual tridimensional e interativo para suporte ao ensino de Física. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2010. p. 1285-1293.

FAZENDA, I. C. A.. Interdisciplinaridade: didática e prática de ensino. **Interdisciplinaridade. Revista do Grupo de Estudos e Pesquisa em Interdisciplinaridade**, n. 6, p. 9-17, 2015.

FAZENDA, I. C. A.. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?**. Edições Loyola, 1979.

FIGUEIREDO, J. E. M.. **Sim-Colmeia: ambiente de simulação da dinâmica de uma colmeia para o ensino de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Modelagem matemático-estatístico-computacional) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/8x9p4DVZXL3KRq9K8Bcn6Rg/abstract/?lang=pt>. Acesos em 28 abr. 2026.

FRANÇA, C. R.. **O potencial da realidade virtual e aumentada na concepção de objeto de visualização para aprendizagem de Física**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2019.

GRANDO, J. W. **Análise de aplicativos móveis de realidade aumentada, virtual e mista à luz da construção do conhecimento químico**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2020.

LIN, J. Immersive experience in virtual reality gamification teaching: analysis of the mediating effect on educational learning outcomes. **Scientific Reports**, 2026. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-32176-7>. Acesso em: 28 abr. 2026.

LOURENÇO, D. S.. **Desenvolvimento de atividades investigativas utilizando a realidade virtual no ensino de biologia**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 2022

LUZ, C. H. G. **Educação ambiental em unidades de conservação: tour virtual socioambiental como estratégia de ensino**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Centro-Oeste. 2021.



MEDEIROS, A; MEDEIROS. C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, no. 2, p. 77-86, jun., 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/4gsZ3kVfMKNxGzMcyRBZzFq/?format=html&lang=pt>. Acesso em 28 abr. 2026.

MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2013.

MOURA, J. A. S.. **A Realidade Virtual como uma ferramenta para o ensino da Geometria Molecular**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 2010.

NOGUEIRA, K. F C. **Desenvolvimento de uma arquitetura de distribuição de Realidade Virtual e Aumentada aplicada em Ambientes Educacionais**. Dissertação (Mestrado em Ciências) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, UFU, 2010.

OLIVEIRA, C. B. C.. **A realidade virtual como recurso educativo: o uso da tecnologia por professores de Biologia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Maranhão. 2020.

OLIVEIRA, E. *et al.* Análise de Conteúdo e Pesquisa na Área da Educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 9, p. 1-17, 2003. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/6479>. Acesso em: 28 abr. 2026.

OLIVEIRA, G. S.; DIAS, N. V. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.. A REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO. **Revista do Professor de Física**, v. 8, n. 1, p. 173–186, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/5330>. Acesso em: 24 jun. 2024.

PINHEIRO, R. F.. **Trilhas ecológicas e objetos digitais de aprendizagem: possibilidades para o ensino de ciências e biologia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2022

REIS, J. R.. **Simulador em ambiente de realidade virtual para o ensino da membrana plasmática**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) - Programa de Pós-Graduação Criatividade e Inovação em Metodologias de Ensino Superior. Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

RIBEIRO, M. W. S. **Arquitetura para distribuição de ambientes virtuais multidisciplinares**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Uberlândia. 2006.

RODRIGUES, L. C.. **Realidades aumentada e virtual no ensino de química: aplicação e avaliação no ensino médio**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2021.

RODRIGUES, L. O. R. **O uso da realidade virtual como auxílio à resolução de problemas de movimentos oscilatórios**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2019.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação.



Revista Diálogo Educacional, v. 6, n. 19, p. 37–50, 2006. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/24176>. Acesso em: 20 abr. 2026.

ROS, M.; NEUWIRTH, L. S.; PRASOLOVA-FORLAND, E. Editorial: Redefining the pedagogy in virtual and augmented reality in medical science education. *Frontiers in Virtual Reality*, [S.l.], v. 5, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2024.1533837/full>. Acesso em: 28 abr. 2026.

ROSA, J. M.. **Reconstrução tridimensional aplicada ao ensino de ciências e biologia na educação básica**. Dissertação (Mestrado em Biociências) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, L. F. **Ambientes distribuídos em Realidade Virtual como suporte à Aprendizagem Cooperativa para a Resolução de Problemas**. Tese. Universidade Federal de Uberlândia. 2009.

SILVA, L. F. **Associando realidade virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino de física**. 2006. 131 f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) -Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2006.

SILVA, W. A.. **Uma arquitetura para distribuição de ambientes virtuais de realidade aumentada**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia 2008.

SOARES, J. R. M.. **Proposta de uma sequência didática para o ensino da relatividade geral no ensino médio com a utilização da realidade virtual**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2021.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336>. Acesso em: 28 abr. 2026.

SOUZA, D. S.. **Teoria da Relatividade Restrita: uma sequência didática para o Ensino Médio abordando os conceitos de aberração da luz, Contração Espacial de Lorentz, Efeitos Doppler, Terrell e Penrose**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santos. 2019.

TRINDADE, J. D. **Ensino e aprendizagem significativa do conceito de ligação química por meio de mapas conceituais**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado Profissional em Química), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos–SP. 2011.

VIEIRA, S. S.. **Aplicação de realidade virtual e aumentada em sala de aula no ensino de biologia como estratégia de metodologias ativas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2022.