

A ENGENHARIA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (2014 – 2024)

Michele Maria Paulino Carneiro¹
Cristiana Maria dos Santos Silva²
Mairton Cavalcante Romeu³

RESUMO

Este estudo integra uma pesquisa de doutorado e apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura sobre a aplicação da Engenharia Didática (ED) no ensino de Física, considerando dissertações e teses publicadas entre 2014 e 2024. O objetivo foi mapear o estado da arte, identificar abordagens metodológicas, áreas da Física mais exploradas, e apontar lacunas para futuras investigações. A ED surgiu na década de 1980 no campo da didática da matemática francesa. Tendo como principais representantes Yves Chevallard, Guy Brousseau, e Michèle Artigue. Ela foi concebida para abordar duas questões centrais: a) as relações entre a investigação e a ação no sistema de ensino; b) o lugar das realizações didáticas nas metodologias de investigação didática (ARTIGUE, 1996). A revisão seguiu um protocolo baseado em Kitchenham (2004), com critérios de inclusão e exclusão, resultando na seleção de 12 estudos. As análises revelaram uma predominância de pesquisas voltadas ao Ensino Médio, especialmente nos campos da Mecânica e Física Moderna. Apesar de algumas investigações integrarem experimentação e tecnologias como Arduino e Robótica Educacional, a maioria dos estudos ainda não utiliza essas práticas, evidenciando uma oportunidade para ampliar a sua adoção. Os resultados apontaram que a ED contribui para a organização de sequências didáticas, facilita a identificação de dificuldades e potencializa a aprendizagem, especialmente quando combinada com teorias como a Aprendizagem Significativa e as Situações Didáticas. No entanto, foram evidenciados desafios, como o tempo limitado para implementação das atividades e a falta de engajamento dos estudantes. Conclui-se que a ED é uma abordagem potente para inovar o ensino de Física, mas requer mais investigações empíricas, especialmente voltadas à formação inicial de professores e à exploração de áreas menos abordadas, como Termodinâmica e Eletromagnetismo. Esses achados oferecem subsídios para aprimorar as práticas pedagógicas e fortalecer a relação entre teoria e prática no contexto educacional.

Palavras-chave: Engenharia didática, Ensino de Física, Sequências de ensino, Formação de professores.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física, especialmente no contexto da Educação Básica, enfrenta desafios significativos relacionados à abstração dos conceitos, à falta de motivação dos

¹ Doutoranda em Ensino (RENOEN) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), michele.paulino02@aluno.ifce.edu.br;

² Doutoranda em Ensino (RENOEN) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), cristiana.maria.santos68@aluno.ifce.edu.br;

³ Doutor em Física, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), mairtoncavalcante@ifce.edu.br.



alunos e a lacunas na formação inicial e continuada de professores. Esses desafios são evidentes quando se observa a resistência dos estudantes à compreensão de temas complexos e a dificuldade em relacionar teoria e prática. Esse cenário está diretamente associado ao modelo tradicional de ensino, que privilegia a transmissão de conteúdos científicos prontos, sem promover um engajamento profundo com o conhecimento.

Segundo Cachapuz *et al.* (2005), essa abordagem não apenas ignora a complexidade e a natureza dinâmica da Ciência, mas também contribui para uma visão distorcida da prática científica, mantendo uma imagem dogmática e descontextualizada do conhecimento científico. A ênfase exagerada na memorização e na execução de experimentos pré-determinados, muitas vezes reduzidos a “receitas prontas”, negligencia os aspectos históricos, sociais e tecnológicos que envolvem a construção do conhecimento científico.

Essa abordagem empobrece a compreensão sobre a Ciência, reforçando concepções inadequadas, como a ideia de que a prática científica se resume à aplicação de um método rígido e invariável, desvinculado da realidade. Assim, fica evidente a necessidade de uma renovação pedagógica, que integre a Ciência com as relações tecnologia-sociedade-ambiente e promova uma educação crítica e reflexiva, na qual os alunos sejam agentes ativos na construção de seu conhecimento e na compreensão do papel da ciência na sociedade (Cachapuz *et al.*, 2005).

Neste contexto, a Engenharia Didática (ED) se apresenta como uma abordagem promissora para enfrentar esses desafios, especialmente por auxiliar no planejamento, na implementação e na avaliação de sequências didáticas. Embora a ED tenha sido originalmente desenvolvida na Didática da Matemática, nas últimas décadas, ela tem sido adaptada para outras áreas do conhecimento, incluindo a Física, onde sua aplicação é especialmente relevante, dado o caráter experimental e conceitual da disciplina.

A ED é uma metodologia de pesquisa que se destaca por utilizar um esquema experimental baseado em práticas realizadas em sala de aula. Ela envolve a concepção, execução, observação e análise de sessões de ensino, permitindo uma investigação detalhada sobre o processo educativo. Um aspecto único dessa abordagem é a forma de validação, que se dá pela comparação entre uma análise prévia (*a priori*) e uma análise posterior (*a posteriori*), dispensando a necessidade de pré e pós-testes tradicionais. Ela é especialmente útil em estudos focados nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos específicos, permitindo a construção de sequências didáticas que buscam



facilitar a compreensão desses conceitos, em vez de realizar análises gerais sobre conteúdos (Almouloud; Coutinho, 2008).

Conforme descrita por Artigue (1996), a ED é composta por quatro fases interdependentes. Na fase de Análises prévias, buscam-se investigar o funcionamento do ensino de um conteúdo, identificando concepções dos alunos, obstáculos à aprendizagem e propondo alterações com base em três perspectivas: epistemológica (características do saber), didática (funcionamento do sistema de ensino) e cognitiva (características cognitivas dos alunos). A fase de Concepção e análise a priori é central na metodologia, pois é quando se formulam hipóteses de pesquisa e se projetam as situações didáticas, levando em conta variáveis de comando macrodidáticas (organização global) e microdidáticas (organização local). Essa etapa inclui tanto previsões quanto descrições das situações propostas.

A fase de Experimentação consiste na implementação das situações didáticas planejadas, durante a qual os pesquisadores coletam dados a partir das interações dos alunos, produções escritas, notas de campo, registros audiovisuais e outros instrumentos, como questionários e entrevistas. Por fim, na fase de Análise a posteriori e validação, os dados coletados são confrontados com as hipóteses formuladas na análise a priori, permitindo avaliar a consistência das previsões e validar ou ajustar os pressupostos iniciais da pesquisa.

Logo, a escolha do tema justifica-se pela capacidade que a ED oferece de integrar a teoria com a prática docente, permitindo um olhar mais aprofundado sobre o processo de ensino. Com isso é possível identificar não apenas os sucessos e desafios das estratégias utilizadas, mas também ajustar e aprimorar as práticas pedagógicas conforme novas evidências são coletadas. No entanto, ainda existem lacunas no entendimento de como essa metodologia é aplicada no ensino de Física.

Diante disso, o objetivo deste artigo é realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL) sobre a aplicação da ED no ensino de Física. A revisão busca identificar como a metodologia tem sido utilizada diante dos desafios específicos da disciplina, e avaliar os resultados obtidos em diferentes contextos educacionais. Para isso, foram formuladas as seguintes questões de pesquisa:

1. Em quais áreas da Física a ED é mais utilizada?
2. Como a ED tem sido utilizada no Ensino de Física?

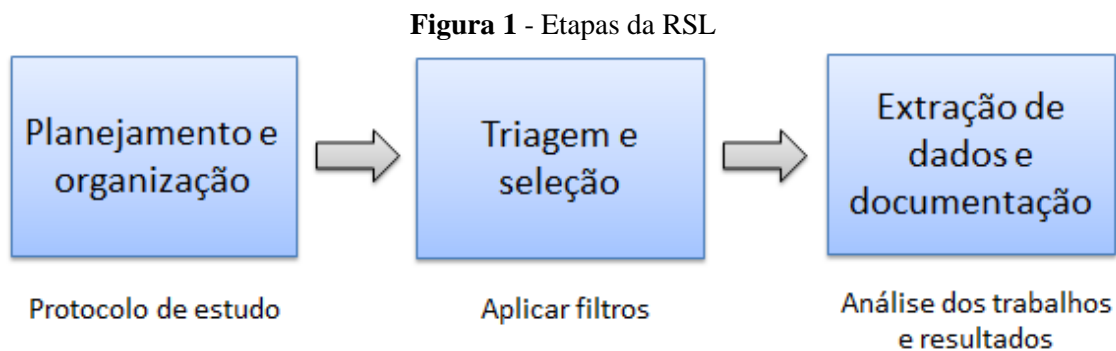
Ao reunir e sintetizar o conhecimento existente pretende-se mapear as tendências atuais e contribuir para uma compreensão mais profunda das potencialidades



e limitações da ED no ensino de Física, oferecendo suporte tanto para a formação de professores quanto para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais eficazes. Além disso, fornecer subsídios que orientem futuras pesquisas.

METODOLOGIA

Para responder as questões de pesquisa foram investigadas as publicações dos últimos 10 anos que abordam a ED no ensino de Física. Para isso, utilizou-se um protocolo de estudo (PE) baseado em Kitchenham (2004), desenvolvido para detalhar os métodos que seriam empregados na execução da RSL. A adoção do protocolo é crucial para minimizar o risco de viés do pesquisador, abrangendo todos os elementos necessários para a revisão. Além disso, a estrutura da revisão seguiu como referência os modelos propostos por Coutinho *et al.* (2021) e Monteiro *et al.* (2022). A figura 1 ilustra as etapas metodológicas adotada nesta pesquisa.



Integrada a RSL, em sua fase de planejamento e inserida no PE, encontra-se a abordagem PICOC, traduzida como sendo: população, intervenção, controle, resultados (O, outcome, do inglês) e contexto. Neste estudo foram definidos os seguintes critérios na abordagem PICOC, como indicados no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios PICOC

População	Estudantes e professores de Física. Incluem tanto estudantes do ensino fundamental, médio e superior, quanto professores em formação inicial e continuada.
Intervenção	Aplicação da Engenharia Didática no ensino de Física.
Controle	Não se aplica. Não há necessidade de um grupo de controle específico neste contexto.
Resultados	Resultados educacionais e pedagógicos, como: melhorias no desempenho dos estudantes, compreensão conceitual, engajamento, habilidades práticas, satisfação dos professores e eficácia das estratégias didáticas.

Contexto	Ambientes educacionais onde o ensino de Física é implementado. Podem incluir escolas de ensino fundamental e médio, universidades, cursos de formação de professores e ambientes de aprendizagem informal que utilizam Engenharia Didática no ensino de Física.
----------	---

Fonte: própria (2025)

Foram definidas as seguintes bases de dados para a efetuar as consultas: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Portal de Periódicos CAPES e o Catálogo de Teses e Dissertações CAPES. Optou-se pela busca de dissertações e teses. As *strings* de busca utilizadas foram elaboradas a partir das palavras-chave "engenharia didática, ensino de física e física".

A primeira etapa da revisão envolve a seleção inicial dos estudos. Nesse sentido, para alcançar os objetivos estabelecidos, e identificar somente os trabalhos que realmente respondam às questões de pesquisa, foram definidos os critérios de inclusão (I) e exclusão (E), detalhados no Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de seleção dos estudos	
(I1) Estudos que sejam teses de doutorado e dissertações de mestrado.	Inclusão
(I2) Estudos que abordem especificamente o ensino de Física no Brasil.	Inclusão
(I3) Pesquisas que utilizem a ED como referencial teórico e/ou metodológico.	Inclusão
(I4) Estudos publicados nos últimos 10 anos (2014-2024).	Inclusão
(I5) Publicações em português.	Inclusão
(I6) Estudos com texto completo disponível em formato digital.	Inclusão
(I7) Estudos realizados em qualquer nível educacional, incluindo ensino fundamental, médio e superior.	Inclusão
(E1) Outros tipos de publicações que não sejam teses e dissertações.	Exclusão
(E2) Estudos que não abordem diretamente o ensino de Física ou que utilizem abordagens metodológicas não relacionadas à ED.	Exclusão
(E3) Publicações anteriores a 2014.	Exclusão
(E4) Publicações em idiomas diferentes do português.	Exclusão
(E5) Estudos sem acesso ao texto completo.	Exclusão
(E6) Estudos que não atendam aos padrões mínimos de qualidade e rigor metodológico.	Exclusão

Fonte: própria (2025)

Foram encontrados inicialmente 72 trabalhos, distribuídos entre os três repositórios. A maior parte dos trabalhos (65,3%) foi encontrada na base de dados BDTD, 25% dos trabalhos estavam na base Periódicos CAPES, e 9,7% no Catálogo de teses e dissertações CAPES.

Ainda na etapa de seleção inicial, foram lidos os títulos, palavras-chave e resumos dos 72 trabalhos obtidos nas bases de dados, e aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão. Os estudos que atenderam a algum critério de exclusão foram descartados, enquanto os que cumpriam todos os critérios de inclusão avançaram para a



próxima fase. Dessa forma obteve-se 13 estudos aceitos (18%), 36 estudos rejeitados (50%), e 23 duplicados (32%), ou seja, estudos repetidos.

A segunda etapa da RSL consiste na extração dos dados, na qual os estudos selecionados na etapa inicial são lidos integralmente para confirmar se atendem aos objetivos da pesquisa, e as informações relevantes são extraídas. Durante essa leitura, foi verificado que um dos estudos tratava do ensino de Matemática, e não de Física, o que levou à sua exclusão. Assim, chegou-se ao total de 12 estudos aceitos, sendo 8 dissertações e 4 teses. O Quadro 3 apresenta os títulos dos estudos, indicando se são dissertações (D) ou teses (T). A identificação dos estudos seguirá a numeração sequencial de E1 a E12.

Quadro 3 - Relação dos estudos aceitos

ID	Título	Tipo
E1	Construção e avaliação de uma sequência de ensino de cinemática introdutória com apoio de um sistema de aquisição automática de dados baseada em princípios da engenharia didática	D
E2	Uma proposta de ensino para espaços não formais de educação: as micro-situações didáticas	D
E3	A afetividade e o ensino de física: em busca de ações em Prol da aprendizagem	D
E4	Uma proposta de sequência didática para o ensino do movimento circular uniforme explorando jogo de entretenimento	D
E5	Premissas da engenharia didática como viés metodológico para uma abordagem de ensino entre astronomia e física	D
E6	Engenharia Didática de Segunda Geração: um referencial para ação investigativa na formação inicial dos professores de Física	D
E7	Ensino de computação quântica na nuvem	D
E8	Engenharia didática: uma alternativa no ensino de Física contemporânea	D
E9	Investigando a partir de premissas da engenharia didática, um processo formativo com bolsistas de física do PIBID que envolve o desenho, a aplicação e a validação de uma sequência de ensino-aprendizagem	T
E10	Análise de uma proposta didática para o ensino de mecânica quântica por meio de contextualização histórica na formação de professores de física	T
E11	Dialética ostensiva e não ostensiva no ensino por meio de situações problema ou problemas abertos: uma engenharia didática para circuitos elétricos	T
E12	Robótica educacional no ensino de física: contribuições da engenharia didática para a estruturação de sequências de ensino e aprendizagem	T

Fonte: própria (2025)

A seguir, serão apresentados os resultados das questões mais relevantes, que foram identificadas, sistematizadas e organizadas em categorias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

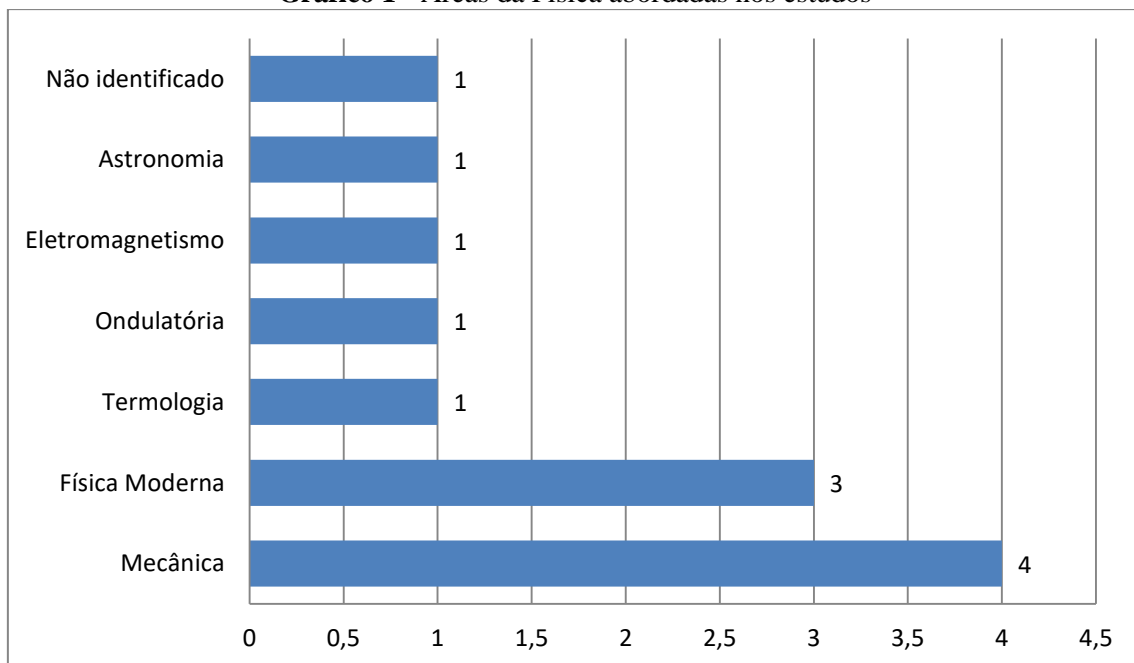
No que diz respeito ao segmento de ensino, observou-se que a maioria dos estudos é direcionada ao Ensino Médio e Ensino Superior. Apenas dois estudos têm



foco no Ensino Fundamental. É importante destacar que dois dos estudos, E9 e E12, abrangem mais de um segmento: E9 apresenta resultados com alunos da licenciatura em Física e do Ensino Médio, com um foco específico na formação inicial de professores, enquanto E12 explora o uso da Robótica Educacional como abordagem de ensino. Além disso, os estudos E6 e E10, que estão na categoria de Ensino Superior, também têm um foco na formação inicial, totalizando três estudos com essa perspectiva.

Para responder a questão de pesquisa “Em quais áreas da Física a Engenharia Didática é mais utilizada?”, analisou-se a área da Física abordada nos estudos. Constatou-se que há uma predominância de trabalhos em Mecânica e Física Moderna, conforme ilustrado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Áreas da Física abordadas nos estudos



Fonte: própria (2025)

Entre os conteúdos de Mecânica abordados, destacam-se: movimento retilíneo uniforme (MRU) e movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), movimento circular e inércia. Na Física Moderna, foram abordados temas relacionados à Física Quântica e Computação Quântica, incluindo superposição de partículas, portas lógicas e circuitos quânticos, notação de Dirac, emaranhamento e teleporte quântico.

A questão de pesquisa “Como a Engenharia Didática tem sido utilizada no Ensino de Física?” visa identificar dentre outras coisas, quais são as abordagens



metodológicas, e de ensino, referencial teórico, e instrumentos e métodos de coleta e análise de dados utilizados nas pesquisas sobre ED no ensino de Física.

Inicialmente, foram analisados os referenciais teóricos adotados pelos estudos. Observou-se que, além da Engenharia Didática (ED), utilizada como referencial teórico e metodológico em todas as pesquisas, três estudos adotaram a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e outros três utilizaram a Teoria das Situações Didáticas (TSD), tornando essas as teorias de aprendizagem mais recorrentes. Outras teorias também foram identificadas, conforme especificado no Quadro 4.

Quadro 4 - Referencial teórico adotado pelos estudos

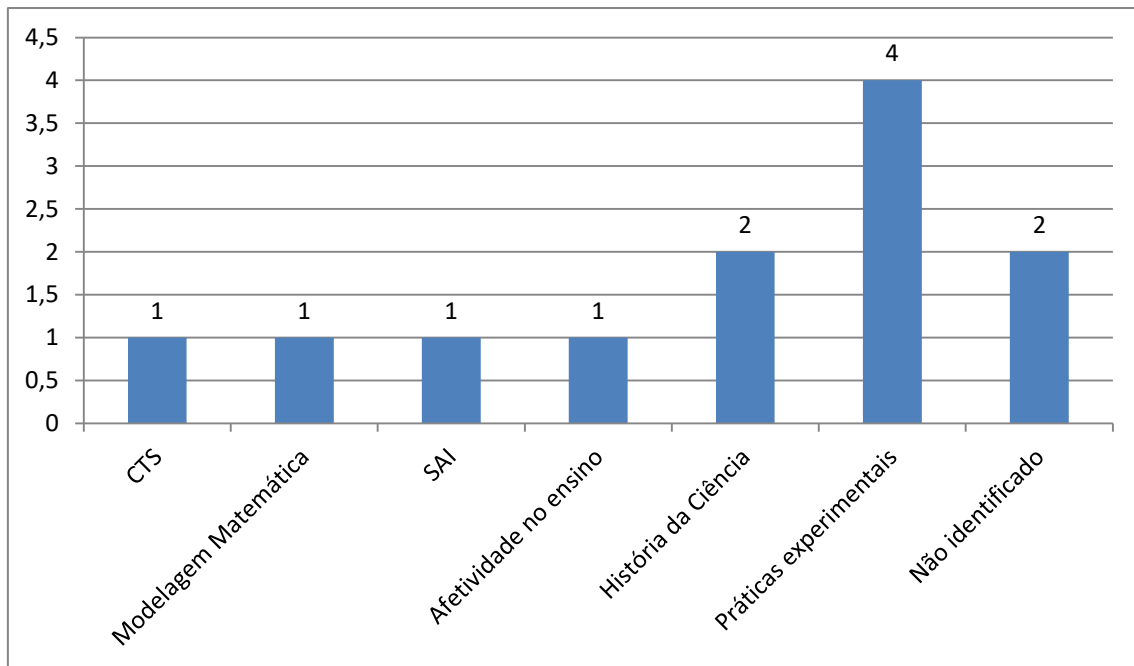
Referencial teórico e metodológico:	Estudos:
Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)	E1, E5, E7
Teoria das Situações Didáticas (TSD)	E1, E2, E11
Teoria das Representações Sociais (TRS)	E3
Teoria Antropológica do Didático (TAD)	E11
Teoria dos Construtos Pessoais (TCP)	E12

Fonte: própria (2025)

Para responder à questão sobre as abordagens de ensino utilizadas, identificou-se que quatro estudos (33,3%) empregaram práticas experimentais e dois (16,7%) utilizaram a História da Ciência. Além disso, houve um menor número de estudos que adotaram as seguintes abordagens: ciência, tecnologia e sociedade (CTS), modelagem matemática, e sala de aula invertida (SAI). Além disso, um dos estudos explorou a questão da afetividade no ensino. Em 16,7% dos estudos, não foi possível identificar uma abordagem de ensino específica. É importante destacar que um dos estudos, que trabalhou com experimentação, também retratou sobre a educação não formal. Esses dados estão ilustrados no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Abordagens de ensino identificados nos estudos





Fonte: elaboração dos autores

Quanto ao uso de experimentos, observou-se que as práticas incluíram o uso de arduino e sensores, robótica educacional, equipamentos de baixo custo e recursos de um parque dedicado às Ciências. No entanto, é importante destacar que a maioria dos estudos (66,7%) não utilizou essa abordagem experimental.

Os estudos mencionaram várias ferramentas tecnológicas, incluindo simuladores, jogos digitais para *smartphones*, sensores, arduino e Kits Lego Mindstorms para Robótica Educacional. No entanto, a maioria dos estudos (66,7%) não utilizou essas tecnologias, enquanto apenas 33,3% as empregaram.

Em relação à abordagem metodológica, a maioria adotou uma abordagem qualitativa (66,7%), enquanto 33,3% utilizaram uma abordagem mista, que combina elementos qualitativos e quantitativos. Essas características impactam diretamente a escolha dos instrumentos e métodos de coleta e análise de dados. Assim, os instrumentos de coleta de dados mais comuns foram: observações realizadas pelo pesquisador, testes de conhecimento, questionários de opinião, gravações em áudio e vídeo e entrevistas.

A análise dos dados da maioria dos trabalhos foi feita com base na ED, por meio da validação interna, onde as hipóteses são confrontadas com os resultados obtidos na fase da experimentação. Além disso, alguns estudos acrescentaram outros métodos, como por exemplo: análise estatística (25%), análise de itens realizada quanto à homogeneidade e grau de dificuldade (8,3%), Taxonomia de Bloom Revisada (8,3%),



análise praxeológica (8,3%), comparação das respostas dos questionários inicial e final (16,7%), e teste de hipóteses (8,3%).

Com relação aos resultados apresentados pelos estudos, foram evidenciados, de uma maneira geral, que a ED ajudou na organização da sequência didática, mostrou-se interdisciplinar e aplicável a diversas áreas, e possibilitou a identificação de dificuldades, obstáculos e estratégias para a resolução de problemas. No Quadro 5, apresentam-se alguns resultados mais específicos relatados nos estudos, bem como, aqueles que identificaram indícios de aprendizagem.

Quadro 5 - Principais resultados dos estudos

Resultados:	Estudos:
Indícios de aprendizagem	E1, E3, E4, E5, E7, E11
Foi evidenciado o aspecto didático das mediações realizadas no contexto da educação não-formal a partir das situações didáticas, quando o objetivo é favorecer o ensino em sala de aula.	E2
Ampliação da discussão sobre uma didática da Física, como também sobre a formação inicial dos professores de Física.	E6
Implementação do conceito de mecânica quântica no Ensino Médio.	E8
Nível de satisfação dos sujeitos envolvidos no processo.	E9
Compreensão dos conceitos de mecânica quântica a partir dos contextos propostos.	E10
Utilização de conceitos Físicos em situações concretas.	E12

Fonte: própria (2025)

Como observado, o relato de indícios de aprendizagem foi evidenciado por 50% dos trabalhos, portanto, um percentual considerável. Além disso, destacam-se outros pontos relevantes, como a compreensão de conceitos físicos e sua utilização em situações concretas, e o nível de satisfação dos estudantes.

Por fim, algumas lacunas colocadas pelos estudos foram: tempo insuficiente para implementação da sequência didática (E2); falta de envolvimento de todos os estudantes nas atividades (E2); a complexidade do eletromagnetismo (E11); lacunas formativas em alunos da licenciatura (E12); a SAI não foi considerada efetiva (E4); e não se constatou evolução na motivação para aprender (E1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, foi conduzida uma RSL de dissertações e teses nacionais sobre o uso da ED no ensino de Física, nos anos de 2014 a 2024. Os resultados da RSL evidenciam que a aplicação da ED no ensino de Física é uma área promissora, embora ainda conte com um número limitado de estudos publicados. As análises apontaram



uma maior concentração de pesquisas direcionadas ao Ensino Médio. Além disso, apenas 25% dos estudos foram voltados para a formação inicial de professores, indicando uma carência de estudos no Ensino Superior com este foco.

Os temas mais explorados incluem Mecânica e Física Moderna. Estes dados alertam para a necessidade de mais trabalhos que utilizem o ED em outras áreas da Física, como Óptica, Hidrostática, Termodinâmica, Eletrodinâmica e Eletromagnetismo.

Foram adotadas abordagens diversificadas nos estudos, que incluem práticas experimentais, uso de tecnologia, e metodologias como CTS e sala de aula invertida. No entanto, observou-se que a maioria dos estudos ainda não utiliza ferramentas tecnológicas ou experimentação, indicando uma área a ser mais explorada. A ED foi reconhecida como eficiente na organização de sequências didáticas, na identificação de dificuldades de aprendizagem e na promoção de estratégias pedagógicas interdisciplinares.

As lacunas identificadas, como limitações de tempo para implementação, baixa motivação dos estudantes e complexidade de certos conteúdos, refletem desafios que precisam ser superados para potencializar os resultados da ED. Apesar disso, os indícios de aprendizagem, a aplicação prática dos conceitos físicos e a satisfação dos estudantes destacam a relevância da ED no ensino de Física. Assim, recomenda-se o aprofundamento das pesquisas e a ampliação de sua aplicação em diferentes contextos educacionais, fortalecendo sua contribuição para o ensino e a formação docente.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, S.; COUTINHO, C. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd. **REVEMAT**, V3.6, p.62-77, UFSC: 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2016v11n2p109/33631>. Acesso em: 21 nov. 2024.

ARTIGUE, M. **Engenharia Didactica**. In: BRUN, J. (Ed.). *Didactica das matematicas*. Lisboa: Piaget. Horizontes Pedagógicos, p. 193–217, 1996.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. Disponível



em:

<https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17569/material/T.5-%20A%20NECESS%2081RIA%20RENOVA%2087%2083O%20DO%20ENSI%20NO%20DAS%20CI%208ANCIAS.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2024.

COUTINHO JÚNIOR, A. L. *et al.* O ensino de física integrado a plataforma arduino, uma revisão sistemática de literatura. **Educere Et Educare**, [S.L.], Cascavel: UNIOESTE, p. 175-197, 2021. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/26800>. Acesso em: 10 nov. 2024.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele, UK, Keele University, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2024.

MONTEIRO, J. A. *et al.* Arduino no Ensino de Física: uma Revisão Sistemática de Literatura de 2011 a 2021. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.18, n. 40, p. 177-190, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/12175/9016>. Acesso em: 12 nov. 2024.

