

## ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

### TEACHING PHYSICS BY RESEARCH: A LITERATURE REVIEW

Marcos André de Sousa Albuquerque\* e Frederico da Silva Bicalho\*\*

#### RESUMO

Este estudo realizou uma revisão bibliográfica que explora o estado atual das pesquisas sobre ensino por investigação em física, abrangendo aproximadamente duas décadas de produção científica. O objetivo principal foi examinar o perfil dessas investigações, destacando sua evolução ao longo do tempo. Para isso, foram analisadas diversas fontes, como anais de evento, teses, dissertações etc. Os resultados indicam que o ensino por investigação tem se consolidado como uma metodologia didática central e eficaz, embora ainda em desenvolvimento, gerando um debate crescente na comunidade acadêmica.

**Palavras-chave:** Tendência de Pesquisa; Produção Científica; Ensino de Ciências.

#### ABSTRACT

This study carried out a bibliographical review that explores the current state of research on inquiry-based teaching in physics, covering approximately two decades of scientific production. The primary aim objective was to examine the profile of these investigations, highlighting their evolution over time. For this, several sources were verified, such as event annals, theses, dissertations, etc. The results indicate that inquiry-based teaching has been consolidated as a central and effective didactic methodology, although still in development, generating a growing debate in the academic community.

**Keywords:** Research Trend; Scientific Production; Science Teaching.

---

\* Graduado pleno em Licenciatura em Física pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA) vinculado à UEPA. Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Avenida Rodolfo Chermont, 1496, Ao lado do petshop My Pet, bairro da Marambaia, Belém, Pará, Brasil, CEP: 66615-170. E-mail: marcos.albuquerque@aluno.uepa.br.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8052-4809>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8982762424053802>.

\*\* Graduado em Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Física pela UFPA. Doutor em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Vice-Diretor do Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE/UEPA). Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia vinculado à UEPA, Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Tv. Rui Barbosa, 1885 – AP501, Bairro Nazaré, Belém, Pará, Brasil, CEP: 66035-444. E-mail: fredbicalho@uepa.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2525-7489>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6494505112337114>.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, um extenso debate tem ocorrido acerca da inserção de atividades experimentais (Borges, 2002) no ensino de ciências, principalmente na física, considerando que a mesma tem grande parte de sua fundamentação teórica baseada no empirismo e na experimentação. Porém, a simples condução de atividades experimentais não é o suficiente para aumentar o interesse e engajamento dos estudantes. É crucial que tais atividades sejam cuidadosamente planejadas a fim de proporcionar aos alunos uma experiência próxima daquela vivenciada por cientistas, possibilitando sua participação ativa durante a construção do conhecimento, assumindo um papel de protagonismo. Uma alternativa é a proposição de atividades investigativas.

A Base Nacional Comum Curricular (MEC, 2017), que atualmente orienta a Educação Básica no Brasil, enfatiza a abordagem investigativa como uma metodologia crucial ao ensino de Ciências da Natureza. Nessa perspectiva, os alunos são estimulados a solucionar problemas, elaborar hipóteses e desenvolver conhecimento, desempenhando um papel ativo e protagonista em seu processo de aprendizagem.

Uma metodologia didática focada em atividades deste tipo é o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), que enfatiza a participação ativa dos estudantes na estruturação do conhecimento, conseqüentemente estimulando o protagonismo estudantil. Tal abordagem tem sido amplamente debatida por autores como Ana Maria Pessoa de Carvalho, Lúcia Helena Sasseron e Daniela Lopes Scarpa, devido aos diversos benefícios ao processo de ensino e aprendizagem, conforme destaca Azevedo (2004):

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar do seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações (Azevedo, 2004, p. 22)

O EnCI adota uma estrutura baseada no método científico, englobando etapas como a resolução de problemas, formulação de hipóteses, coleta, análise e interpretação de dados, conclusões, reflexão e comunicação dos resultados do processo investigativo (Cardoso e Scarpa, 2018). Segundo Carvalho et al (2013), a investigação começa com a identificação de um problema, que serve como catalisador para as atividades dos alunos, permitindo-lhes formular hipóteses com base em seu conhecimento prévio.

Carvalho (2013) descreveu o EnCI por meio das chamadas Sequências de Ensino Investigativas (SEIs), geralmente iniciadas a partir da apresentação de um problema específico. As atividades subsequentes ao problema guiam os estudantes na exploração do tema, na formulação de hipóteses e na verificação de sua validade. O papel do professor como facilitador é crucial, promovendo discussões sobre o problema, ajudando na organização do conhecimento e promovendo a transição de uma abordagem prática para a reflexão intelectual, essencial para a construção do conhecimento científico (Carvalho, 2013).

Considerando a relevância desta abordagem didática, esta pesquisa investiga o panorama atual das produções científicas que enfocam o tema Ensino por Investigação relacionado à física. O estudo consiste em uma revisão bibliográfica com o propósito principal de analisar o perfil dessas pesquisas, ponderando as áreas da física que são trabalhadas, os tipos de abordagem utilizadas e a quantidade de produções por ano encontradas.

### **3 METODOLOGIA**

A compreensão de pesquisas já realizadas contribui para a reflexão sobre estudos que estão sendo desenvolvidos e priorizados em uma área específica. Devido à sua relevância, esses estudos formam uma área de estudo denominada como estado da arte ou estado do conhecimento. Pesquisas desta tipologia têm como desafio o mapeamento e discussão de um determinado nicho de produções acadêmicas em diversos campos do conhecimento, visando demonstrar quais aspectos e dimensões se mostram pertinentes, independente do local ou período de publicação (Ferreira, 2002).

Nessa perspectiva, o trabalho aqui apresentado possui caráter descritivo, abrangendo objetivos tanto qualitativos quanto quantitativos. Para realizar a construção do panorama de produções voltadas ao tema, serão utilizados os fundamentos da pesquisa qualitativa, complementados por informações numéricas. Dessa forma, a abordagem quanti-qualitativa se revela apropriada para os objetivos deste estudo (Souza e Kerbauy, 2017).

Utilizaremos a pesquisa documental sintética como referencial metodológico, conforme caracterizado por Rosa (2015), de modo que o autor define tal metodologia de análise como uma revisão que visa gerar e estruturar um panorama abrangente daquilo que está sendo estudado. A estrutura dessa abordagem é dividida em quatro etapas: definição das palavras-chave, definição do escopo, seleção do corpus e análise.

Em relação às ferramentas de pesquisa, foram utilizadas palavras-chave como “Ensino por Investigação”, “Ensino de Física” ou “Atividade Investigativa”. Nos resultados, eram

verificados primeiramente os títulos, depois o resumo e palavras-chave e, em último caso, a metodologia da pesquisa. A maioria das pesquisas selecionadas eram encontradas nas primeiras duas etapas mencionadas, porém um pequeno percentual só era identificado na terceira etapa, principalmente no caso de dissertações de mestrado.

O critério de seleção adotado considerou todas as produções científicas cujas pesquisas utilizaram o EnCI como uma das ferramentas empregadas no trabalho, seja ela a metodologia principal ou não, independente do tipo ou caráter da pesquisa. Além disso, outro critério adotado foi trabalhar exclusivamente a física em um contexto educacional apoiado na abordagem do EnCI, ou seja, produções científicas que trabalharam o ensino de física por investigação de forma interdisciplinar, com ciências da mesma ou de outra área do conhecimento, foram excluídas da seleção.

Já em relação aos sítios pesquisados, dividimos em 3 levantamentos: a) artigos oriundos de revisões de literatura sobre ensino por investigação; b) produções oriundas de anais de revistas especializadas de qualis A1 e A2; c) artigos, teses e dissertações encontradas em anais de eventos científicos e plataformas de pesquisa acadêmica como Scielo e Google Acadêmico.

Considerando que não foram encontrados levantamentos com critérios semelhantes à pesquisa em questão, o levantamento a) se apresenta como uma alternativa viável para a expansão do panorama construído, sendo caracterizada pela análise de cada pesquisa levantada pelas revisões de literatura encontradas, em busca de produções que respeitem os critérios de seleção definidos. Como todas as produções encontradas nessas revisões de literatura são dissertações e artigos publicados em eventos, essa amostra será acoplada ao levantamento c).

O levantamento b) é resultado da análise de anais de periódicos especializados em ciência e educação com qualis A1 e A2. Foram verificados 4 periódicos, desde a primeira até a edição mais recente através dos métodos de busca apresentados previamente, tendo como resultado um total de 22 artigos, conforme o quadro 1 ilustra.

**Quadro 1** – Resultados do levantamento b)

<b>Periódico</b>	<b>Qualis</b>	<b>Edições Analisadas</b>	<b>Número de artigos</b>
Ciência & Educação	A1	1994 a 2021	3
Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências	A1	1999 a 2023	5
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	A2	1984 a 2023	10
Investigações em Ensino de Ciências	A2	1996 a 2024	4
<b>Total</b>	-	-	22

Fonte: Elaborado pelos autores

O levantamento c) é o mais diversificado por reunir pesquisas encontradas em revisões de literatura, eventos científicos e repositórios de dissertações e teses de doutorado, através de plataformas de pesquisa acadêmica como Google Acadêmico, Portal de Periódico da Capes, Scielo, entre outros. Por conta disso, surgem algumas pesquisas pertencentes a periódicos de qualis inferior, mas que também serão inseridas na seleção. Como resultado, foram encontradas um total de 57 produções científicas, como apresenta o Quadro 2.

**Quadro 2** – Resultado do levantamento c)

<b>Tipo de produção / periódico</b>	<b>Qualis</b>	<b>Ano/intervalo de publicação</b>	<b>Número de produções</b>
Caderno Pedagógico (revista)	A2	2013	1
Ciência em Tela (revista)	B2	2012	1
Ensino em Re-Vista (revista)	A3	2015	1
Experiências em Ensino de Ciências (revista)	B1	2011 e 2018	2
Revista Brasileira de Ensino de Física (revista)	A1	2007 e 2010	2
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (revista)	A1	2007 e 2013	2
Revista Electrónica de Investigación em Educación em Ciencias (revista)	B1	2011	1
Congreso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciencia (evento)	-	2017	1
Encontros Integrados em Física e seu Ensino (evento)	-	2022	1
Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (evento)	-	2005 a 2021	18
Dissertações de Mestrado	-	2008 a 2019	26
Teses de Doutorado	-	2018	1
<b>Total</b>	-	-	<b>57</b>

Fonte: Elaborado pelos autores

Realizados os 3 levantamentos, é possível, neste ponto, construir a base de um panorama bem amplo, afinal, constam produções de diversos tipos de abordagem, qualis e periódico, em um intervalo de tempo de praticamente 20 anos de pesquisa. Assim, buscando sintetizar os 3 levantamentos, apresenta-se no Quadro 3 todo o corpus de análise desta pesquisa.

**Quadro 3** – Síntese do resultado dos três levantamentos

<b>Levantamentos</b>	<b>Intervalo de publicações</b>	<b>Número de Produções</b>
Levantamento b) (revistas de qualis A1 e A2)	2005 a 2023	22
Levantamento a) (revisões de literatura) e c) (dissertações, teses e artigos avulsos)	2005 a 2019	57
<b>Total</b>	-	<b>79</b>

Fonte: Elaborado pelos autores

Para o método de análise, serão utilizadas as categorias propostas por Bicalho (2020). A utilização deste método se justifica pois esses conteúdos têm associação direta às pesquisas mais recentes em ensino de Física, seja nos programas de pós-graduação, seja em eventos

científicos da área (Bicalho, 2020). Em sequência, são apresentadas as categorias utilizadas para análise das pesquisas selecionadas (Quadro 4).

**Quadro 4** – Categorias de Análise

<b>Categoria</b>	<b>Descritor</b>
<b>Ensino, aprendizagem e avaliação em física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pesquisa relacionada ao ensino e aprendizagem de conceitos da Física em diferentes níveis e modalidades ensino;</li><li>- Ambientes de aprendizagem;</li><li>- Experimentação e ensino por investigação;</li><li>- Aprendizagem colaborativa, abordagens e práticas de avaliação;</li><li>- Indicadores de desempenho no ensino de Física e avaliação;</li><li>- Estudos comparativos (nacionais e internacionais) relacionados à educação em Ciências.</li></ul>
<b>Didática, currículo e inovação educacional no ensino de física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pesquisa em desenvolvimento e reformas curriculares;</li><li>- Políticas de currículo;</li><li>- Conhecimento escolar;</li><li>- História das disciplinas científicas;</li><li>- Inovação educacional e análise de material didático de Física.</li></ul>
<b>Formação e prática profissional do professor de física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pesquisa sobre a formação inicial e continuada de professores;</li><li>- Análise de programas e políticas de formação docente e iniciação à docência;</li><li>- Estágio supervisionado;</li><li>- Avaliação de modelos e práticas docentes para os diferentes níveis e modalidades de ensino;</li><li>- Desenvolvimento profissional.</li></ul>
<b>Filosofia, história e sociologia da ciência e o ensino de física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pesquisa sobre o papel da História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino e aprendizagem de conceitos de Física;</li><li>- Epistemologia e ensino de Física;</li><li>- Estudos historiográficos e ensino de Física;</li><li>- Natureza da Ciência e o ensino e aprendizagem de Física;</li><li>- Sociologia do conhecimento científico no ensino de Física.</li></ul>
<b>Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Metodologias de pesquisa baseada em design;</li><li>- Pesquisas voltadas ao planejamento, construção e avaliação de recursos e ambientes mediados por tecnologias (materiais multimídia e hiperídia);</li><li>- Recursos audiovisuais, tecnologias digitais; ensino de Física à distância; tecnologia e o engajamento interativo no ensino de Física.</li></ul>
<b>Linguagem e cognição no ensino de física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Abordagens e interações discursivas;</li><li>- Argumentação, leitura e escrita no ensino, aprendizagem dos conceitos de Física, letramento e alfabetização científica.</li></ul>
<b>Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no ensino de física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente;</li><li>- Questões sócio científicas e temas controversos.</li></ul>
<b>Questões teórico-metodológicas e novas demandas na pesquisa em ensino de física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Considerações epistemológicas e ontológicas sobre a natureza da pesquisa em ensino de Física e seus referenciais teóricos;</li><li>- Ensino de Física como campo científico;</li><li>- Identificação de tendências e perspectivas teóricas e metodológicas na pesquisa na área.</li></ul>

Fonte: Bicalho (2020)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tais resultados indicam que, após duas décadas de pesquisa sobre a inserção da abordagem do Ensino por Investigação na Física, o foco dessas produções tem sido a aplicação prática em sala de aula. De fato, no contexto do ensino das chamadas “*hard sciences*” (física, química e biologia), a problemática mais pertinente é a superação do ensino tradicional bancário

e memorístico (Moreira, 2000). Logo, abordagens alternativas que buscam reinventar os momentos em sala de aula se mostram cada vez mais presentes. As recentes pesquisas revelam um grande acúmulo de produção acadêmica na proposição de aplicações e propostas didáticas, apesar de também haver um considerável número de produções no que se diz respeito às formas como tal abordagem é inserida em sala aula, as interações discursivas e aspectos cognitivos. A seguir, é apresentado no Quadro 5 o levantamento de produções por categoria, permitindo a identificação das tendências de pesquisa.

**Quadro 5** – Percentagem de pesquisas por categoria

<b>Categoria</b>	<b>Percentual (%)</b>
Ensino, aprendizagem e avaliação em Física	62,0%
Didática, currículo e inovação educacional no ensino de Física	0,0%
Formação e prática profissional do professor de Física	5,1%
Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o ensino de Física	0,0%
Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de Física	7,6%
Linguagem e cognição no ensino de Física	26,6%
Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no ensino de Física	0,0%
Questões teórico-metodológicas e novas demandas na pesquisa em ensino de Física	5,1%

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Percebeu-se que grande parte dos trabalhos, 62,0%, estão classificados na categoria **“Ensino, aprendizagem e avaliação”**, em que se enquadram pesquisas voltadas ao ensino e compreensão de conteúdos da física por meio da aplicação do EnCI. Tal resultado demonstra que, nestes últimos 20 anos, a evolução das pesquisas em física com uso do EnCI se concentra na preocupação em demonstrar propostas testadas em sala de aula.

O trabalho de Pereira (2014), visando promover a evolução de concepções alternativas sobre conhecimentos científicos de cinemática em uma classe da primeira série do nível médio, propôs o desenvolvimento e aplicação SEIs contendo três atividades investigativas. Essas atividades se apoiaram nas teorias da assimilação e desenvolvimento cognitivo de Piaget e na teoria das interações de Vygotsky. Esse conjunto de atividades, acompanhado de um questionário de sondagem, visava, a priori, investigar as concepções alternativas dos estudantes nos casos propostos, que focavam em situações cotidianas e, em sequência, a aplicação das atividades investigativas para o desenvolvimento das concepções iniciais apresentadas.

Segundo o autor, foram as atividades investigativas que permitiram testar tais concepções, tendo como exemplo o caso em que dois objetos apresentam a mesma velocidade no momento em que se cruzam, uma vez que se encontram na mesma posição ao mesmo tempo. E, apesar dos alunos participantes já terem estabelecido o primeiro contato com a física, a partir do momento que um determinado conhecimento científico apresenta relações com o cotidiano

do estudante, o surgimento de hipóteses, possibilidades e dúvidas é inevitável, mas de forma alguma triviais. Casos como o da concepção mencionada são bem comuns, porém a evolução de concepções deste tipo, para que ocorra a construção do conhecimento, demandam demonstrações experimentais de um terceiro sujeito ou das mãos do próprio investigador (estudante), que é o caso. Vale ponderar que, atividades didáticas como essa, que visam atuar como instrumentos facilitadores no contexto educacional, se mostram úteis como base inicial, principalmente em conteúdos de maior subjetividade, em que as limitações do ensino tradicional são mais perceptíveis.

Seguindo uma perspectiva semelhante, Erthal e Linhares (2005) descrevem uma estratégia educacional para alunos do nível médio sobre radiações eletromagnéticas fundamentada na realização de experimentos investigativos, com a teoria sócio-histórica de Vygotsky como referência teórica central. Essa pesquisa tem como principal motivação a desconexão entre a ementa de física do nível médio e a realidade vivencial do aluno, conseqüentemente gerando materiais didáticos tão quanto ou mais descontextualizados. Os autores citam exemplos dessa desconexão, como o fato dos movimentos serem representados por pontos materiais, polias sem massa, resistência do ar inexistente, entre outros casos. A apresentação desta problemática se mostra relevante até os dias de hoje, pois, apesar da física ser uma das ciências da natureza mais fáceis de identificar e relacionar com a realidade, demonstrar isso em livros didáticos ainda se prova um desafio, conferindo ao professor a necessidade de trazer exemplos, artifícios e abordagens que possam conduzir esse elo.

Desse modo, pesquisas como essa se mostram essenciais, não apenas para expandir o leque de artifícios a serem utilizados em sala de aula, mas também investigar possíveis obstáculos que se mostram visíveis apenas após uma análise aprofundada dos elementos que compõem os ambientes educacionais.

Além disso, o desenvolvimento, implementação e divulgação dos resultados de propostas didáticas como a pesquisa de Erthal e Linhares (2005), permitem ao professor, ao pesquisador e ao professor pesquisador compreender certos questionamentos como, por que, como e quando as assimilações de conceitos de física podem ou não ocorrer de maneira não tradicional. Para isso, é fundamental que haja disponibilidade das fontes necessárias ao acesso dos instrumentos utilizados nestas propostas, como questionários, textos, materiais e produtos, cabendo ao professor a tarefa de analisar a pesquisa, o material e seu local de trabalho, e concluir se a proposta verificada é aplicável em seu contexto, se demanda adaptação ou se é simplesmente inviável.

Esta pesquisa também revela, conforme o quadro 5, que a categoria **“Formação e prática profissional do professor de Física”** tem uma presença significativa com 5,1% das pesquisas sobre o ensino de física por investigação. Essa classificação abrange, sobretudo, pesquisas voltadas para a graduação de professores da área da física. Apesar de ainda discreta, a quantidade de artigos sobre EnCI na física mostra um certo amadurecimento das pesquisas nessa área, considerando que o intervalo de publicações deste tema nessa categoria tem sido cada vez mais curto nos últimos anos.

Para ilustrar essa tendência, cita-se a pesquisa de Coelho e Ambrózio (2019), que analisa uma série de relatos reflexivos feitos sobre uma atividade pedagógica como parte do programa de Residência Pedagógica. O objetivo foi usar uma ferramenta de análise de aulas investigativas para identificar de que forma os métodos de pesquisa e reflexão sobre práticas educacionais possibilitam o auxílio na formação de conhecimentos ao ensino de física. Durante esta atividade, os residentes planejaram um plano de aula de física para a educação básica com ênfase em atividades investigativas. Foi utilizada a ferramenta analítica proposta a fim de promover reflexões acerca do processo, incluindo a avaliação da aula, isto é, se a mesma efetivamente se caracterizou como investigativa.

A partir das sequências investigativas propostas, tais autores destacam a relação existente entre o EnCI e a formação docente na física, permitindo que os mesmos a classifiquem como uma metodologia didática essencial à educação de ciências no nível básico:

Consideramos que essa abordagem está atrelada a uma concepção de educação que busca possibilitar a mudança de atitudes em alunos e professores por meio de atividades que visam contribuir para o desenvolvimento da liberdade intelectual discente. As ações desenvolvidas no ensino por investigação estão atreladas a situações-problema que proporcionam o debate, argumentação, negociações de significados durante o desenvolvimento de estratégias para solução de problemas propostos (Coelho e Ambrózio, 2019, p. 6 *apud* Borges, 2002; Sá *et al.*, 2007, Solino; Sasseron, 2018).

Outra pesquisa que segue uma perspectiva semelhante é o artigo de Tabosa e Perez (2021), que destaca a necessidade de reconsiderar o ensino de ciências de maneira a formar cidadãos críticos, aptos a aplicar o conhecimento científico para promover o bem-estar com a sociedade e o ambiente. Há várias razões para que isso aconteça, no entanto, os autores destacam que, no Brasil, a alfabetização científica é preticamente ausente na maioria dos casos, especialmente nas séries iniciais. Já no ensino médio, o ensino de ciências é frequentemente abordado de uma forma que destoia da realidade, predominantemente orientado para treinamentos voltados a processos seletivos de ingresso à universidade e concursos de nível

médio. Por conta disso, em especial as disciplinas das ciências duras, há uma rejeição significativa pelos estudantes, conseqüentemente resultando em um baixo desempenho.

Assumindo que a aplicação de abordagens investigativas em disciplinas com conteúdo específico de física pode promover a prática docente, foi realizada pelos autores uma análise qualitativa de SEIs. Essas sequências foram desenvolvidas ao final de um semestre por uma turma de estudantes do curso de licenciatura em física da UFPA (Universidade Federal do Pará). Os autores pontuaram que é necessário reavaliar o ensino de física, especialmente a nível de graduação. Embora o EnCI venha se mostrando relevante por ser uma metodologia ativa, os resultados destacam as diversas dificuldades associadas à reestruturação da prática pedagógica. Esse processo exige uma renovação tanto epistemológica quanto didático-metodológica, a fim de que os educadores adquiram maior consciência de seu papel na promoção de uma educação que prioriza a alfabetização científica e a formação de cidadãos críticos.

Na categoria intitulada “**Linguagem e cognição no ensino de Física**”, que abrange pesquisas com enfoque em discurso e quaisquer abordagens ou interação voltada a isso, como leitura, escrita e argumentação no ensino e aprendizagem de Física com auxílio do EnCI, constatou-se que, nos repositórios analisados, essa categoria representou 26,6% das pesquisas. Esse percentual evidencia o interesse do cenário de pesquisa em entender como se dá a dinâmica cognitiva e o discurso em ambiente de sala de aula.

A pesquisa de Faria e Vaz (2011) é um exemplo disso. Nesse trabalho foi analisado o engajamento de alguns estudantes do primeiro ano do nível médio durante a realização de uma atividade investigativa em equipe, utilizando gravações de áudio e vídeo como instrumentos de coleta de dados e uma atividade sobre circuitos elétricos. Segundo os autores:

Atividades investigativas são compostas por problemas abertos ou desafios práticos propostos por meio de roteiros mais flexíveis ou mesmo sem roteiro definido, o que confere aos estudantes maior autonomia para sua resolução. Tais problemas não apresentam soluções imediatas possíveis de serem alcançadas com simples aplicação de fórmula ou algoritmo de resolução (Faria e Vaz, 2011, p. 2 *apud* Borges, 2002).

Com isso, pode-se inferir que atividades dessa natureza apresentam a potencialidade de incentivar a cooperação e promover o engajamento emocional, comportamental e cognitivo dos alunos na resolução dos problemas propostos. Logo, o engajamento pode ser entendido como a interação que o aluno desenvolve com as tarefas acadêmicas que lhe são apresentadas.

Assim, a partir de descrições analíticas dos processos de resolução dos problemas selecionados, os autores identificaram três fatores que afetaram os níveis de engajamento dos alunos nas tarefas investigativas: as interações entre os membros de equipe, a conexão dos

alunos com os objetivos da atividade e a mediação do professor. Além disso, foi constatado que as atividades investigativas não asseguram condições adequadas de aprendizagem e engajamento cognitivo se os participantes não demonstrarem engajamento comportamental, de acordo com a perspectiva de condutas positivas.

Portanto, apesar do conhecimento da noção de engajamento e de seus indicadores permitirem uma análise alternativa acerca da forma como ocorre a relação dos estudantes com a atividade, os autores julgam importante uma investigação mais aprofundada sobre esse conceito em atividades investigativas de perfil semelhante, mas em diferentes situações.

Sasseron e De Souza (2019) propuseram um instrumento de análise para avaliar o engajamento dos alunos em aulas com foco na investigação. Para avaliar este instrumento, foi analisada uma aula apoiada no EnCI em uma turma de nível médio. O método de análise de dados ocorreu em dois momentos: o primeiro refere-se à exemplificação do uso dos indicadores de engajamento. O segundo preocupa-se em avaliar como o engajamento vai se modificando ao longo da aula. Os autores constataram que o uso deste instrumento foi bem-sucedido, pois possibilitou a identificação de aspectos teóricos do engajamento durante a observação das situações em sala de aula. No entanto, é importante ressaltar que as evidências para a análise do engajamento nem sempre são explícitas, sendo necessário recorrer a métodos alternativos de obtenção de dados para obter uma avaliação mais acurada.

Souza e Vianna (2017) apresentam os resultados da aplicação de uma tirinha sobre concepções alternativas em uma turma de nível médio. Nesta pesquisa, os autores buscavam, por meio do uso de quadrinhos, estimular a reflexão e o debate entre os estudantes acerca dos fenômenos físicos representados nas tirinhas. Como resultado, os autores constataram que os quadrinhos de física, como uma ferramenta de atividade investigativa, podem facilitar a cooperação e interação entre os alunos acerca de um fenômeno ou tema particular da física. Além disso, também foi possível identificar uma estrutura no debate entre os estudantes, sugerindo que os quadrinhos, combinados com questões abertas, funcionam mais como catalisadores do que como simples ilustrações. Isso pode promover o diálogo entre os alunos e favorecer a aprendizagem por meio da interação social.

Na categoria **“Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de Física”**, que abrange pesquisas relacionadas à projeção, desenvolvimento e avaliação de recursos e ambientes tecnológicos, 7,1% das pesquisas analisadas se enquadram. O uso das TICs, especificamente no contexto do ensino por investigação na física, ainda se mostra bastante discreto e limitado, considerando que foi uma das categorias com menos produções

selecionadas. E, corroborando as considerações da revisão de Prado, Giannella e Wardenski (2019), as TICs possuem uma grande potencialidade de serem melhor aproveitadas, porém é notório que a sua tímida utilização já representa uma transformação nas práticas metodológicas empregadas no ambiente escolar.

Um exemplo dessa utilização é a pesquisa de Merizio e Clement (2021) que, considerando o cenário atual em que, há a crescente presença de dispositivos móveis (tablets, celulares etc) no dia a dia dos alunos, foram investigadas as possibilidades de utilizar tais aparatos em aulas de física dentro da abordagem do EnCI. Uma série de AIEs (Ações Pedagógicas Investigativas) foram elaboradas dentro das condições do ensino de ondas sonoras, integrando o uso de aparatos (especificamente tablets) como ferramentas para medir grandezas físicas e coletar dados essenciais à resolução dos problemas propostos nas atividades investigativas. Os autores constataram:

[...] as situações-problema apresentadas e a forma como desenvolveu-se a investigação, com todas as suas características, foram a real causa do envolvimento dos estudantes da atividade. Assim como um livro didático, por exemplo, a localização das Tecnologias Móveis deve ser considerada tendo como referência sua categorização como recurso didático, sendo seu uso um meio e não um fim em si (Merizio e Clement, 2021, p. 4).

Para a classificação **“Questões teórico-metodológicas e novas demandas na pesquisa em ensino de Física”**, onde se enquadram estudos com reflexões epistemológicas e ontológicas sobre a natureza da pesquisa nessa área e seus fundamentos teóricos, foram identificadas 5,1% das pesquisas selecionadas. Nesta categoria, vale pontuar a pesquisa de Carvalho e Sasseron (2015), que procuraram apresentar fundamentos teóricos que sustentam o desenvolvimento das SEIs, com enfoque na Física, tanto nos níveis de ensino fundamental I, quanto no médio. Para isso, foram planejadas e executadas SEIs nas disciplinas de ciências, no caso das turmas de fundamental, e de física para as turmas do médio, tendo como base os referenciais teóricos selecionados (Latour e Wolgar (1997), Lawson (2002), Toulmin (2006) etc), visando introduzir os alunos na cultura científica. As autoras concluíram que foi viável estabelecer um conhecimento estruturado sobre a relação entre o ensino de física e aprendizagem através da enculturação. No entanto, não foi possível organizar de maneira semelhante esse conhecimento para as atividades experimentais no ensino médio, afinal, há poucas pesquisas realizadas nesse campo. Em complemento, as autoras apontam que continuam a busca para preencher essa lacuna, reforçando a certeza de que as atividades experimentais desempenham um papel crucial no desenvolvimento de um ensino voltado à promoção da enculturação na ciência.

Nas categorias “**Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o ensino de Física**”, na qual são tratados aspectos relacionados ao papel dessas disciplinas na compreensão e ensino de conceitos físicos, abordando também reflexões epistemológicas; “**Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no ensino de Física**”, focada em investigações que exploram questões socio científicas e tópicos polêmicos; e “**Didática, currículo e inovação educacional no ensino de Física**”, voltada para estudos sobre práticas emergentes, reformulações curriculares, inovações pedagógicas e a avaliação de recursos didático, não foram encontradas produções que respeitassem os critérios de seleção definidos.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados coletados neste levantamento bibliográfico, é viável destacar diversos aspectos relacionados à pesquisa apresentada. O primeiro aspecto a ser ressaltado é a confirmação das conclusões da revisão de Do Rego, Negro-Dellacqua e Magalhães (2019), que apontam o EnCI como um dos focos centrais nas discussões sobre o ensino de ciências nas últimas décadas, de modo que essa abordagem emerge da demanda por ampliar as metodologias educacionais e fomentar a alfabetização científica. Evidencia-se essa tendência pelo volume significativo de trabalhos publicados a respeito, principalmente a partir da segunda metade da década atual. Porém, vale ressaltar que, apesar dos dados sugerirem um claro avanço nas investigações relacionadas ao tema ao longo das últimas décadas, ainda há necessidade de estudo em certos aspectos do ensino por investigação na física, em especial nas categorias em que não foram encontradas nenhuma produção científica.

É válido comentar, de maneira complementar, sobre as tendências de pesquisa do tema desta revisão em relação às áreas da física. Entre 2005 e 2023, observa-se que uma parcela significativa dos trabalhos sobre o EnCI na Física é referente à Eletricidade, Magnetismo e Eletromagnetismo, representando 20,3% das pesquisas, enquanto o conteúdo de Astronomia representa 7,6%, Cinemática e Gravitação 17,7%, Energia 5,1%, Física Moderna 10,1%, Hidrostática e dinâmica 2,5%, Ondulatória e Acústica 7,6%, Óptica 2,5%, Termodinâmica 8,9%, além de 19,0% serem pesquisas que trabalham mais de um tema ou nenhum tema específico.

Também foi possível verificar que, mesmo com um grande aumento no número de pesquisas nos anos mais recentes sobre o ensino de física apoiado na abordagem do ensino por investigação, grande parte das produções são propostas didáticas em sala de aula, com enfoque nas aplicações, interações discursivas, e na estruturação do conteúdo e do nível de precisão

científica com que são expostos. Essa evidência foi constatada ao analisar que a grande maioria das pesquisas selecionadas se concentraram nas categorias “Ensino, aprendizagem e avaliação” e “Linguagem e cognição no ensino de Física”. Mesmo que a ênfase na precisão e nos fundamentos dos conceitos físicos seja essencial para uma educação de qualidade, a investigação das maneiras como tais processos são conduzidos é igualmente fundamental para a organização e condicionamento do processo educacional. Outro aspecto que merece destaque é a necessidade de investimentos em pesquisas voltadas à formação inicial e continuada de professores, considerando que, embora de maneira cadenciada, os mestrados profissionais provêm atenção ao corpo docente da educação básica, logo, programas, projetos e pesquisas com foco na educação superior teriam grande utilidade.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino Por Investigação: Problematizando as atividades em Sala de Aula. In **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. Organizado por Anna Maria Pessoa de Carvalho, Editora Thonson, Cap. 2, 2004.
- BICALHO, Frederico da Silva. Física moderna e contemporânea na formação inicial de professores de Física: sentidos produzidos e saberes mobilizados. Tese (**Doutorado em Educação para a Ciência**) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (Unesp). Bauru-SP, p. 240. 2020.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- CARDOSO, Milena Jansen Cutrim; SCARPA, Daniela Lopes. Diagnóstico de elementos do ensino de Ciências por investigação (DEEnCI): Uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1025-1059, 2018.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1a. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. **Ensino em Re-vista**, v. 22, n. 2, p. 249-266, 2015.
- COELHO, Geide Rosa; AMBRÓZIO, Rosa Maria. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.

DO REGO, Elaine Cunha Morais; NEGRO-DELLACQUA, Melissa; DE MAGALHÃES LIMA, Kedma. Ensino por investigação no processo de aprendizagem no ensino de ciências: revisão de literatura. **UNILUS Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 42, p. 59-68, 2019.

ERTHAL, João; LINHARES, Marília. A física das radiações eletromagnéticas e o cotidiano dos alunos do ensino médio: construção de uma proposta de ensino. **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2005.

FARIA, Alexandre Fagundes; VAZ, Arnaldo Moura. Engajamento cognitivo na física em função de condutas dos alunos durante investigação em grupo. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas "estado da arte". **Educação & sociedade**, v. 23, p. 257-272, 2002.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A vida de laboratório: a produção de fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LAWSON Anton E. What does galileo's discovery of jupiter's moons tell us about the process of scientific discovery? **Science & Education**, v.11, p.1-24, 2002.

MEC, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2017.

MERIZIO, Anaximandro Dalri; CLEMENT, Luiz. Uso de Tecnologias Móveis sob uma perspectiva investigativa em aulas de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1453-1477, 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica (critical meaningful learning). **Teoria da Aprendizagem significativa**, v. 47, 2000.

PEREIRA, Whortton Vieira. Propostas de utilização de sequências didáticas investigativas para o estudo do conceito de velocidade no ensino médio. 169 f. Dissertação (**Mestrado em Ensino de Física**) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

PRADO, Ramon Teodoro. GIANNELLA, Taís Rabetti. WARDENSKI, Rosilaine de Fátima. Ensino por investigação: uma revisão de literatura sobre trabalhos apresentados nos encontros nacionais de pesquisa em educação em ciências. **XII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, 2019.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino. **Campo Grande: Editora da UFMS**, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; DE SOUZA, Tadeu Nunes. O engajamento dos estudantes em aula de física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 139-153, 2019.

SOUZA, Eduardo Oliveira Rodrigues. VIANNA, Deise Miranda. Física em quadrinhos: aproximar ou afastar. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017.

SOUZA, Kellcia Rezende; KERBAUY, Maria Teresa Miceli. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, v. 31, n. 61, p. 21-44, Abr, 2017.

TABOSA, Clara Elena Souza; PEREZ, Silvana. Análise de sequências didáticas com abordagem de Ensino por Investigação produzidas por estudantes de licenciatura em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1539-1560, 2021.

TOULMIN, Stephen E. Os Usos do Argumento. 2ª edição. **São Paulo: WMF Martins Fontes**, 2006.

## APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

### AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

### FINANCIAMENTO

Não houve financiamento.

### 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

Disponibilizamos os dados desta pesquisa de forma aberta para que outros pesquisadores possam reutiliza-los.

### CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

### DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista Comunicação Universitária - 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.

### 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.similarity.com/) da [Crossref](https://www.crossref.org/).



### PUBLISHER

Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE). Publicação no Portal de Periódicos da Universidade do Estado do Pará. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



### HISTÓRICO

Submetido: 30 de julho de 2024.

Aprovado: 16 de setembro de 2024.

Publicado: 25 de setembro de 2024.