

A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS, AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE BAIXO CUSTO E O ENSINO DE FÍSICA.

Sifna Rui Sambé, Isabel Cristina de Castro Kondarzewski. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência- UNESP- Campos de Bauru, s.sambe@unesp.br, isabel.castro@unesp.br.

Eixo Temático: Formação de professores

THE TRAINING OF THE SCIENCE TEACHER, LOW-COST EXPERIMENTAL ACTIVITIES, AND PHYSICS TEACHING

Resumo: Este é um recorte de estudo de mestrado em desenvolvimento. Temos o objetivo de avaliar como as atividades experimentais para o ensino de física tem sido investigada nos artigos acadêmicos da área, buscando indicações de como a literatura tem se focado na discussão sobre a possibilidade de recursos financeiros, humanos e de técnicas, para se levar atividades experimentais de baixo custo no ensino de física para escolas da educação básica. De forma geral, autores destacam o uso da atividade experimental como recurso didático importante, ainda que sua prática em sala de aula, inclua diferentes metodologias e fundamentações. Seu uso é há muito tempo investigado, mas poucos parecem utilizar de fato na prática em sala de aula. Tal consideração, nos permite criar algumas possíveis hipóteses sobre o papel do laboratório para os professores da educação básica e para os pesquisadores desta temática. As dificuldades relativas aos recursos financeiros, a estrutura técnica para usá-la na questão de ensino e aprendizagem ou ainda, a pouca ênfase na formação inicial de professores de física são pontos a serem observados. Como discussão inicial, a ser apresentada neste trabalho, destacamos uma análise de conteúdo dos artigos e teses dos últimos cinco anos, em que essas temáticas são discutidas e avaliadas. Os resultados iniciais mostram que este conteúdo é quase insignificante nas pesquisas, especialmente quando vinculado à formação docente.

Palavras-chave: formação de professores; ensino de física; atividades experimentais.

Abstract: This is an excerpt from a master's study in development. We aim to evaluate how experimental activities for teaching physics have been investigated in academic articles in the field, looking for indications of how the literature has focused on the discussion about the availability of financial, human, and technical resources to bring low-cost experimental activities for physics teaching to basic education schools. In general, authors highlight the use of experimental activities as an important teaching tool, even though their practice in the classroom involves different methodologies and foundations. Their use has been investigated for a long time, but few seem to actually use them in classroom practice. This consideration allows us to create some possible hypotheses about the role of the laboratory for basic education teachers and for researchers in this field. The difficulties related to financial resources, the technical structure to use them in teaching and learning, or even the little emphasis on the initial training of physics teachers are points to be noted. As an initial discussion, to be presented in this work, we highlight a content analysis of articles and theses from the last five years, in which these themes are discussed and evaluated. The

initial results show that this content is almost negligible in research, especially when linked to teacher training.

Key words: teacher training; physics teaching; experimental activities.

1. INTRODUÇÃO: A atividade experimental no ensino de Física

A literatura acadêmica reconhece as atividades experimentais como importantes recursos para enfrentar dificuldades recorrentes nos processos de ensino e aprendizagem da Física. De acordo com Couto (2009), a experimentação ocupa uma posição relevante no ensino de Ciências há aproximadamente dois séculos, destacando-se de maneira particular no ensino de Física. Gaspar (2014) apresenta um resumo histórico sobre o emprego destas atividades, destacando que, de forma geral no mundo inteiro, desde início do século XIX até pelo menos final de 1950, a abordagem experimental no ensino de física se baseava fundamentalmente em equipamentos de demonstração, que aconteciam dentro das salas de aula, pois os laboratórios quase nunca existiram. Os equipamentos eram feitos artesanalmente, em dimensões suficientemente grandes, para serem visualizados a distância, o que aumentava seu custo significativamente. Tal prática experimental demonstrativa, seja pela falta de laboratórios, pelo alto custo dos experimentos, pela falta de material disponível aos professores, a passividade dos alunos quando tinham acesso a essas aulas, foram alguns dos elementos que incentivaram propostas alternativas ao ensino experimental.

Gaspar (2014) esclarece ainda que as ideias de Bruner (1968), das críticas por um modelo de escola em que o aluno seja mais participativo, denominado de Escola Nova e ainda aspectos de ordem política e social, com o advento do Sputnik, primeiro satélite artificial da Terra, lançado pelos russos em 1957, incentivaram projetos como os advindos do PSSC (Physical Science Study Committee) que propunham uma reforma curricular para o ensino de Ciências, fundamentada na ideia principal de que a aprendizagem de ciência não prescindia de atividade experimental. O PSSC publicou um conjunto de materiais e livros textos, com ênfase na experimentação, em uma perspectiva de que os alunos, se bem conduzidos pelos professores e especialmente, pela observação dos fenômenos experimentais, seriam capazes de redescobrir as Leis da Física, proposta pedagógica que ficou conhecida como método da redescoberta. Tal abordagem não pressupõe uma atuação totalmente autônoma do estudante, mas a organização de situações investigativas nas quais o professor orienta a observação, a elaboração de hipóteses, a análise dos fenômenos e a construção dos conhecimentos científicos (Sombra Júnior, 2015). O material do PSSC foi traduzido para vários

países do mundo, inclusive no Brasil, tivemos o PEF (Projeto de Ensino de Física), adaptados à realidade brasileira, com preço mais acessível e com material experimental incluso.

Pinho Alves (2000) ressalta que as atividades experimentais são amplamente reconhecidas como estratégias adequadas ao ensino dessa disciplina, sendo pouco frequentes, na literatura especializada, posicionamentos contrários à sua utilização em sala de aula. Couto (2009) observa que as principais críticas a experimentação não se dirigem às atividades propostas, mas à forma como o professor realiza a mediação pedagógica durante o desenvolvimento das práticas.

Araújo e Abib (2003), ao analisarem 106 artigos publicados no Caderno Catarinense de Ensino de Física e na Revista Brasileira de Ensino de Física (CCEF/RBEF), entre 1992 e 2001, identificaram diferentes maneiras pelas quais a experimentação tem sido incorporada às práticas pedagógicas. Essas abordagens foram organizadas pelos autores em cinco categorias: atividades com ênfase em aspectos matemáticos, de natureza qualitativa ou quantitativa; propostas com diferentes níveis de direcionamento, classificadas como demonstrativas, verificativas ou investigativas; práticas fundamentadas no emprego de novas tecnologias; experimentos relacionados a situações do cotidiano; e atividades voltadas à montagem de equipamentos.

No contexto brasileiro, Sombra Júnior (2015) e Lima, Pereira e Nascimento (2017) apontam que o ensino de Física ainda é marcado por dificuldades estruturais e pedagógicas. Muitas escolas públicas não dispõem de laboratórios de Ciências, materiais experimentais ou propostas práticas capazes de favorecer a motivação, a participação e a mudança de postura dos estudantes diante da disciplina.

Parece-nos que o tema é persistente, contudo, torna-se necessário investir tanto na elaboração de atividades experimentais realizadas com materiais de baixo custo como também na formação inicial e continuada dos professores. Essa formação deve oferecer subsídios para que os docentes possam planejar, desenvolver e mediar práticas experimentais que não se limitem à demonstração de fenômenos ou à reprodução de procedimentos, mas que contribuam efetivamente para a investigação, a problematização e a aprendizagem dos conceitos físicos.

Diante deste cenário, nasceu a pergunta de pesquisa deste trabalho: em que aspectos a academia tem investido na pesquisa relativa às atividades experimentais? E, mais especificamente, quantos ou quais temas relativos à formação docente tem sido abordado?

2. UNIVERSO DA PESQUISA E INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS

A pesquisa de trabalhos acadêmicos apresentada aqui está limitada aos últimos 5 anos e avalia as tendências de publicação dos trabalhos e as principais características das produções (artigos, teses e dissertações) que tratem do uso de atividades experimentais de baixo custo no ensino de Física, no Brasil, vinculadas ao uso na formação inicial docente. Tanto o tratamento inicial dos dados, quanto a análise das produções encontradas foram realizados segundo os procedimentos da técnica de análise de conteúdo (Bardin, 1977).

A investigação se concentra em dois núcleos: primeiro relativo a trabalhos que abordam o uso da atividade experimental de baixo custo no ensino de física na Educação Básica e no Ensino Superior e, segundo núcleo é sobre trabalhos relativos a formação inicial docente. O objetivo é dividir os trabalhos em categorias do que tem sido produzido.

A Análise de Conteúdo (AC) foi organizada nas etapas cronológicas previstas: a pré-análise; exploração do material e o tratamento dos dados, a inferência e a interpretação.

Primeiramente buscamos elencar dados quantitativos, dentre os possíveis trabalhos relacionados nos dois núcleos da pesquisa (atividade experimental de baixo custo no ensino de física e formação inicial docente). Assim, inspirados no trabalho de Souza (2025), fizemos inicialmente um levantamento de artigos, teses e dissertações publicadas no Brasil, entre os anos de 2020 a 2025, conforme indicado a seguir:

- i. O portal de periódicos da CAPES por meio do endereço <https://www.periodicos.capes.gov.br> fizemos uma busca avançada por materiais do tipo “artigos”, cujo escopo era por “assunto”. A busca foi realizada utilizando o indicador booleano “and” entre os seguintes termos: “atividades experimentais” AND “ensino de física”. Nestas condições foram selecionados 7 artigos, filtrados em pesquisas de produção nacional, revisados por pares e de acesso aberto.
- ii. A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), acessível pelo endereço eletrônico <https://bdtd.ibict.br/vufind/>. Essa plataforma também oferece possibilidade de uma busca avançada que foi realizada em materiais do tipo “teses” ou “dissertações”, cujo escopo era por “título” e “todos os termos”, equivalente ao indicador booleano “and” também entre os seguintes termos: “atividades

experimentais” e “ensino de física”. Nestas condições foram selecionados 13 trabalhos, sendo 12 dissertações e 1 tese.

- iii. O Scientific Electronic Library Online (SciELO) como base de pesquisa, acessível pelo endereço eletrônico <https://www.scielo.br/>. Nesta plataforma, a busca avançada foi feita pelo escopo de “todos os índices” e utilizamos o indicador booleano “and” também entre os seguintes termos: “atividades experimentais” e “ensino de física”. Nestas condições foram selecionados 18 artigos.
- iv. O Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, acessado através do endereço eletrônico <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/> o refinamento da busca foi realizado pelo termo “atividades experimentais no ensino de física” e foi incluído dissertações provenientes somente do Mestrado ou Doutorado acadêmico. Nestas condições, foram indicadas 48 dissertações.

Assim, iniciamos nossa leitura flutuante com 86 documentos. Contudo, ao incluirmos o segundo núcleo da pesquisa, sobre a formação inicial docente, os dados anteriores foram reduzidos na seguinte conformidade:

- i. O portal de periódicos da CAPES: a busca foi realizada utilizando o indicador booleano “and” entre os seguintes termos: “atividades experimentais” AND “ensino de física” AND “formação inicial docente”. Nestas condições nenhum artigo foi selecionado.
- ii. A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD): busca avançada foi realizada em materiais do tipo “teses” ou “dissertações”, cujo escopo era por “título” e “todos os termos”, equivalente ao indicador booleano “and” também entre os seguintes termos: “atividades experimentais” e “ensino de física” e “formação inicial docente”. Nestas condições foram selecionados 7 trabalhos, sendo 2 dissertações e 5 teses.
- iii. O Scientific Electronic Library Online (SciELO): a busca avançada foi feita pelo escopo de “todos os índices” e utilizamos o indicador booleano “and” também entre os seguintes termos: “atividades experimentais” e “ensino de física” e “formação inicial docente”. Nestas condições também não foram selecionados artigos.
- iv. O Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES: o refinamento da busca foi realizado pelo termo “a formação inicial docente e as atividades experimentais no ensino de

física” e foi incluído dissertações provenientes somente do Mestrado ou Doutorado acadêmico. Nestas condições, foram indicadas apenas 2 dissertações.

Ou seja, a investigação com os critérios de todos os termos “atividade experimental” e “ensino de Física” e “formação inicial docente”, reduz a pesquisa inicial a apenas 9 trabalhos. Ainda, conforme orientação da AC, utilizamos as regras de exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência, e verificou-se que apenas 7 documentos estavam dentro do escopo da pesquisa. Um foi eliminado por duplicidade e outro foi eliminado por estar exclusivamente relacionado ao curso de letras.

3. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES INICIAIS

A seguir apresentamos as produções analisadas, considerando o código (A = Artigo, D = Dissertação, T= Tese + nº correspondente), título da pesquisa, autores e programa onde foi publicada.

Quadro 1: Apresentação das produções analisadas e seu respectivo código.

Código	Referência
D01	Galvão, Cíntia Torres Lemes. Laboratórios remotos no ensino de física: compreensões de professores e licenciandos . 2021. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, 2021. Disponível em https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/2452
D02	Bório, André Bonfante. Os materiais de baixo custo em práticas experimentais da educação básica: delineamentos da produção acadêmica no ensino de física . 2022. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022.
D03	Piãotquewicz, José Henrique. O ensino por investigação como abordagem didática na licenciatura em física: contribuições para a formação inicial de professores . 2025. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2025. Disponível em https://hdl.handle.net/1884/96982
T01	Medeiros-Silva, Ana Aline de. Prática de ensino de física na formação inicial docente do campo: concepções de estudantes egressas(os) do estágio supervisionado da LEDUC/UFGD . 2022. Tese (Doutorado - Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina, 2022. Disponível em https://repositorio.uel.br/items/4982a733-9013-448d-9c24-3048e1ea9a1b
T02	Mendes, Thales Cerqueira. Eneagrama como recurso didático na formação de grupos: um estudo de caso para a experimentação no ensino de Física . 2022. Tese (Doutorado - Ensino de Ciências). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2022. Disponível em https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/5008
T03	Costa, Thiago Queiroz. Uma abordagem ator-rede acerca da implementação de um experimento no ensino de física . 2023. Tese (Doutorado - Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina, 2023. Disponível em https://repositorio.uel.br/items/cc6acd24-d5e6-4aaf-b5a6-a79652088877
T04	Costa, Jeremias Ferreira da. O pensamento computacional como estratégia na formação inicial de professores: um novo design de ensino e aprendizagem de física e matemática . 2024. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2024. Disponível em https://hdl.handle.net/1884/95626

Os trabalhos evidenciados pelas buscas apresentam perspectivas e desafios relacionados ao uso das atividades experimentais e à formação de professores de Física. Destacamos que dos 7 trabalhos, dois deles (D01- T04) indicam o uso de alguma proposta experimental que envolva atividade computacional para promover o ensino de Física, ainda que D01, apresente uma discussão sobre as compreensões do licenciando e do professor no uso do laboratório remoto, e T04 faz a apresentação de uma estratégia envolvendo o pensamento computacional aliado às atividades experimentais. Em D01, não há maiores discussões sobre a necessidade do empenho de recursos financeiros e técnicos para a efetivação das atividades, que supostamente exigirá em um laboratório remoto previamente existente, em que alguma instituição tenha assumido todos estes custos, mas essa não é a discussão do trabalho. O trabalho mostra que, existindo um laboratório remoto, o professor e o licenciando veem nesta possibilidade a melhor opção para o uso de uma atividade experimental. Ou seja, o principal foco do trabalho é o recurso humano, o professor que utiliza e ministra a aula.

Em T04, ainda que seja citado duas práticas experimentais, de baixo custo, em dois dos projetos apresentados pelos licenciandos, não há referências explícitas sobre como ou onde obter o material, ou o tempo para preparar aquele artefato. Há referência sobre a dificuldade oferecida sala inadequada e sobre a desorganização dos alunos da Educação Básica, mas não foram pontos de relevância no texto. A existência (ou ausência) de técnicos também não foi cogitado, ainda que o uso de computadores e programas para a melhor reflexão sobre outras atividades propostas, é frequente no texto. T04 também apresenta suas inferências a partir do olhar exclusivo sobre o recurso humano em formação.

No trabalho D02, o autor faz uma pesquisa bibliográfica nas produções acadêmicas dos nos anais do XXII, XXIII e XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) sobre a inserção dos Materiais de Baixo Custo no ensino e aprendizagem em Ciências/Física, encontrando nove categorias mais relevantes, a saber: “democratização do acesso às práticas experimentais; diversificação do espaço escolar destinado à prática experimental; necessidade de financiamento da educação; superação de aulas tradicionais; motivação do aluno; risco na construção da visão de ciência pelo aluno; superficialidade da abordagem dos tipos de materiais e limites de uso; limitações da reflexão crítica sobre as definições; relevância da formação docente inicial e continuada” (Bório, 2022, p. ix). Neste trabalho, fruto de uma pesquisa bibliográfica do autor a

partir de publicações de um evento importante da área de Ensino de Física, são destacadas categorias que enfatizam as dificuldades materiais dos professores no uso das atividades experimentais e a falta de laboratórios. Os recursos financeiros, técnicos e a falta de formação humana também são alertas evidentes ao longo de D02, contudo, não apresenta propostas para correção dessas lacunas, pois isso não era o objetivo da pesquisa.

Em D03, o autor propõe o uso do ensino por investigação como uma abordagem relevante para a formação inicial docente, com vistas a melhoria da aprendizagem de física, por meio da atividade experimental. Temas como recursos financeiros ou técnicos não foram relevantes ao longo da discussão. O maior objetivo de D03 foi apresentar e avaliar a prática dos licenciandos, a partir desta abordagem metodológica.

T01 mostra uma pesquisa sobre a Prática de Ensino de licenciandos da Educação do Campo, e a autora destaca que para os estudantes, a possibilidade de ensinar por meio de práticas experimentais, relacionadas ao cotidiano e com materiais alternativos, é uma das categorias mais presentes nas concepções dos estudantes. A autora não discute nem sobre recursos financeiros, nem técnicos, mas seus resultados mostram o quanto o recurso experimental é visto de maneira alvissareira pelos licenciandos, na preconcepção dos recursos humanos, o futuro professor.

Em T02, o autor propõe o uso de eneagrama que possibilita identificar o tipo de personalidade (de nove tipos possíveis), como meio favorável a otimizar as relações entre grupos de estudantes em um laboratório didático experimental. Para esta pesquisa, o autor propôs duas atividades experimentais básicas, envolvendo unidades de medida, Algarismos significativos, Lei de Hooke, mas não houve qualquer discussão sobre recursos financeiros ou técnicos. A principal discussão, foi de ordem humana no sentido que se referia ao tipo de personalidade e centro de inteligência, quando na distribuição dos grupos experimentais.

T03 busca estudar o processo de ensino e aprendizagem das práticas experimentais, avaliando-o pela Teoria Ator-Rede (ANT), de Bruno Latour. Assim, o autor buscou compreender como os atores humanos e não humanos se associam no processo de construção e uso de um experimento didático e seus efeitos no ensino na Educação Básica e na Educação Superior, em um curso de Licenciatura em Física. Nesta tese, questões relativas às dificuldades financeiras, técnicas e humanas são abordadas de forma bastante integrada, como pontos essenciais na análise das atividades experimentais, ainda que, sem uma proposta objetiva de superação.

Enfim, como a nossa busca já tinha direcionado, todos os trabalhos estavam atrelados de alguma maneira entre formação inicial docente, com atividade experimental e ensino de física. Contudo, para uma melhor visualização das discussões anteriormente sinalizadas, definimos como categorias prévias de análise, para avaliação dos trabalhos, a indicação de uso com consideração relevante acerca dos recursos financeiros (uso de material de baixo custo, fácil de ser obtido e construído), de recursos humanos (formação docente ou técnicos para auxiliar o planejamento da atividade) e de recursos técnicos (relacionados a equipamentos com algum recurso tecnológico, como computadores e internet e/ou espaços específicos) necessários para a efetivação da proposta da atividade experimental. Após o tratamento inicial dos dados, analisamos as produções encontradas e as separamos em duas categorias:

a) Propostas integrais: em que prática experimental foi investigada com referência aos três recursos- financeiro, humano e técnico, formando uma discussão uníssona relevante sobre os aspectos a serem considerados numa atividade experimental. Os trabalhos em que esta perspectiva estava evidente eram: D02 e T03.

b) Propostas focadas: em que prática experimental foi investigada com referência relevante a apenas um dos recursos, dentre os citados. Os trabalhos D01, D03, T01, T02 e T04 investigam a atividade experimental com o olhar em critérios que não incluem os recursos financeiros ou técnicos. Buscam respostas a questões relativas ao recurso humano que conduz a atividade experimental, que claramente é uma discussão forte e difícil, mas certamente precisa ter outros trabalhos complementares para verificação das dificuldades relativas aos recursos financeiros e técnicos sobre a proposta que envolve o recurso humano.

Todos os trabalhos apresentam pontos que enfatizam a importância da formação docente, como elemento mediador central na discussão da prática experimental. São propostas de trabalhos que investigam o professor e o licenciando com suas expectativas, crenças, culturas e hábitos, incluindo avaliações acerca das dificuldades para o processo de mediação em aulas experimentais.

T02 é um único trabalho que propõe ações que possam auxiliar a mediação docente, a partir de técnicas de instrumentação prévias. Certamente também é um recorte importante, mas não prescinde nem o recurso humano da formação docente, nem as questões relativas a recursos financeiros e técnicos.

4. CONSIDERAÇÕES

A pesquisa ainda está em desenvolvimento, necessitando expandir os termos de busca, incluindo, por exemplo, termos como baixo custo, não explícitos de forma mais abrangente nos dados iniciais apresentados, e como isso interfere nas produções entre formação docente. Os dados indicam facilmente um número limitado de trabalhos envolvendo atividades experimentais e especialmente de baixo custo, o que pode representar um impacto negativo no trabalho do futuro professor. Outro ponto a se complementar é a inserção dos trabalhos provenientes do Mestrado Profissional e não só o Acadêmico. Além disso, como continuação deste trabalho, questiona-se como estas propostas têm sido inseridas nos cursos de formação de professores de física.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 1977.

BÓRIO, André Bonfante. **Os materiais de baixo custo em práticas experimentais da educação básica: delineamentos da produção acadêmica no ensino de física.** 2022. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022.

COSTA, Jeremias Ferreira da. **O pensamento computacional como estratégia na formação inicial de professores: um novo design de ensino e aprendizagem de física e matemática.** 2024. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2024. Disponível em <https://hdl.handle.net/1884/95626>

COSTA, Thiago Queiroz. **Uma abordagem ator-rede acerca da implementação de um experimento no ensino de física.** 2023. Tese (Doutorado - Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina, 2023. Disponível em <https://repositorio.uel.br/items/cc6acd24-d5e6-4aaf-b5a6-a79652088877>

COUTO, F. P. **Atividades experimentais em aulas de Física: repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem.** 2009. 155 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/FAEC-83WRY2/1/pazzini_final.pdf. Acesso em: 20 de janeiro de 2026.

GALVÃO, Cíntia Torres Lemes. **Laboratórios remotos no ensino de física: compreensões de professores e licenciandos.** 2021. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) –

Universidade Federal de Itajubá, 2021. Disponível em
<https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/2452>

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

LIMA, A. R. da S.; PEREIRA, K. F.; NASCIMENTO, L. F. do. **O uso de atividades experimentais com materiais de baixo custo no ensino de Física**. Revista Práxis: Saberes da Extensão, João Pessoa, v. 5, n. 8, p. 122-135, jan./abr. 2017. Disponível em:
<https://doi.org/10.18265/2318-23692017v5n8p122-135>. Acesso em: 15 de novembro de 2025.

MEDEIROS-SILVA, Ana Aline de. **Prática de ensino de física na formação inicial docente do campo: concepções de estudantes egressas(os) do estágio supervisionado da LEDUC/UFGD**. 2022. Tese (Doutorado - Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina, 2022. Disponível em <https://repositorio.uel.br/items/4982a733-9013-448d-9c24-3048e1ea9a1b>

PIÃOTQUEWICZ, José Henrique. **O ensino por investigação como abordagem didática na licenciatura em física: contribuições para a formação inicial de professores**. 2025. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2025. Disponível em <https://hdl.handle.net/1884/96982>.

SILVA, Michael da. **Estudo do campo magnético: uma proposta didática utilizando hardware opensource/arduino no ensino de Física**. 2024. 82 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física - PPGPEF) - Universidade Estadual da Paraíba, Universidade Estadual da Paraíba, 2023.

SOMBRA JÚNIOR, J. M. **Novas abordagens para o ensino de Física no ensino médio: construção de projetos experimentais com materiais de baixo custo**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015. Disponível em: <https://mnpes.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/94/2017/02/MNPEF-UFERSA-Jose-Maria-Sombra-Junior-MNPEF-18-09-2015.pdf>. Acesso em: 25 de novembro de 2025.

SOUZA, Caroline Batista Silva de. **Natureza da ciência e formação do pedagogo: entre o currículo e a prática**. 2025. 158 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2025. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/72e2a32b-1d9f-4fd0-bb9b-afea07076047>