

ENSINO DE FÍSICA MODERNA POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO DE BAIXO CUSTO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

**MODERN PHYSICS EDUCATION THROUGH LOW-COST EXPERIMENTATION:
A LITERATURE REVIEW**

Ciências Humanas • 01/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/788138266](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/788138266)

Eni Laura Pujak Steffens¹

Rodrigo Oliveira Bastos²

RESUMO

O presente artigo teve como objetivo analisar, por meio de revisão de literatura, as contribuições e os desafios da experimentação de baixo custo para o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa e descritiva e tomou como corpus sete produções acadêmicas nacionais, sendo seis publicadas entre 2020 e 2025 e uma de 2011, incluída por sua relevância para a discussão sobre conhecimentos prévios e aprendizagem significativa. As buscas foram realizadas nas bases SciELO, Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES, com descritores relacionados à experimentação de baixo custo, ao ensino de FMC, ao modelo 5E e à formação de professores. A análise evidenciou que propostas experimentais acessíveis podem favorecer a contextualização de conceitos abstratos, a mobilização de conhecimentos prévios, a investigação e a participação ativa dos estudantes. Entretanto, sua efetividade não decorre apenas da simplicidade dos materiais, mas da intencionalidade pedagógica, da mediação docente e da articulação com objetivos de aprendizagem. Também se destacaram desafios relativos à formação inicial e continuada de professores, ao planejamento e às condições institucionais. Conclui-se que a experimentação de baixo custo constitui uma alternativa pertinente para ampliar as possibilidades de abordagem da FMC, desde que integrada a práticas investigativas, contextualizadas e pedagogicamente fundamentadas.

Palavras-chave: experimentação de baixo custo; Física Moderna e Contemporânea; Ensino Médio; modelo 5E; formação docente.

ABSTRACT

This article aimed to analyze, through a literature review, the contributions and challenges of low-cost experimentation to the

teaching of Modern and Contemporary Physics (MCP) in high school. The study is qualitative and descriptive and examined seven Brazilian academic publications, six published between 2020 and 2025 and one from 2011, included because of its relevance to prior knowledge and meaningful learning. Searches were conducted in SciELO, Google Scholar, and the CAPES Journal Portal using descriptors related to low-cost experimentation, MCP teaching, the 5E instructional model, and teacher education. The analysis showed that accessible experimental activities can support the contextualization of abstract concepts, the activation of prior knowledge, inquiry, and students' active participation. However, their effectiveness depends not only on the simplicity of the materials but also on pedagogical intentionality, teacher mediation, and alignment with learning objectives. Challenges related to initial and continuing teacher education, planning, and institutional conditions were also identified. It is concluded that low-cost experimentation is a relevant alternative for broadening approaches to MCP, provided that it is integrated with inquiry-based, contextualized, and pedagogically grounded practices.

Keywords: low-cost experimentation; Modern and Contemporary Physics; high school; 5E instructional model; teacher education.

1. INTRODUÇÃO

A presença da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio é essencial para aproximar a educação científica dos conhecimentos que sustentam grande parte das tecnologias e dos debates presentes na sociedade atual. Temas como efeito fotoelétrico, radioatividade, física nuclear, relatividade e fenômenos quânticos permitem relacionar a Física escolar a dispositivos eletrônicos, sistemas de diagnóstico, produção de energia e outras

aplicações científicas e tecnológicas. Apesar dessa relevância, a inserção da FMC na Educação Básica ainda ocorre de forma limitada, em razão de dificuldades conceituais, do formalismo matemático, da formação docente e da disponibilidade de recursos didáticos adequados.

Nesse cenário, a experimentação constitui uma possibilidade de mediação entre conceitos abstratos e situações observáveis. Quando articulada à problematização, à formulação de hipóteses, à análise de evidências e à sistematização conceitual, a atividade experimental pode favorecer uma participação mais ativa dos estudantes e contribuir para a construção de significados. Contudo, a simples realização de experimentos não assegura aprendizagem: sua contribuição depende dos objetivos propostos, das questões formuladas e da mediação realizada pelo professor.

A experimentação de baixo custo assume especial importância em contextos escolares com limitações de infraestrutura, pois possibilita construir e utilizar dispositivos com materiais acessíveis, ampliando as oportunidades de contato dos estudantes com práticas experimentais. No ensino de FMC, essa perspectiva pode ser associada a metodologias ativas e investigativas, entre elas o modelo instrucional 5E, cujas etapas, Engage, Explore, Explain, Elaborate e

Evaluate, favorecem a mobilização de conhecimentos prévios, a exploração de fenômenos, a elaboração de explicações e a avaliação da aprendizagem.

Embora a literatura apresente propostas voltadas à inserção da FMC, à experimentação e à formação de professores, permanece relevante compreender de que maneira esses elementos se

articulam e quais condições favorecem sua implementação no Ensino Médio. Assim, a questão que orienta esta revisão é: quais contribuições e desafios relacionados à experimentação de baixo custo para o ensino de Física Moderna e Contemporânea são evidenciados pela literatura analisada?

Diante disso, o objetivo deste estudo é analisar produções acadêmicas relacionadas ao ensino de FMC, identificando contribuições da experimentação de baixo custo para o processo de ensino e aprendizagem, possibilidades de articulação com abordagens investigativas e com o modelo 5E, bem como desafios associados à formação docente e às condições de implementação dessas práticas no contexto escolar.

2. IMPORTÂNCIA DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO

A inclusão da Física Moderna e Contemporânea no currículo da Educação Básica decorre da necessidade de aproximar os conhecimentos escolares dos avanços científicos e tecnológicos que caracterizam a sociedade contemporânea. Durante décadas, o ensino de Física concentrou-se majoritariamente em conteúdos da Física Clássica, enquanto temas como relatividade, mecânica quântica e física nuclear permaneceram associados ao Ensino Superior. Ostermann e Moreira (2000) defendem a atualização curricular como condição para que os estudantes compreendam fenômenos e tecnologias que fazem parte de sua realidade.

Nessa perspectiva, a FMC contribui para uma alfabetização científica que ultrapassa a aprendizagem de conceitos isolados e aproxima a formação escolar de questões científicas e tecnológicas

contemporâneas. Essa aproximação é particularmente relevante diante de tecnologias como smartphones, computadores, sistemas de navegação por satélite e equipamentos de diagnóstico médico, cujo funcionamento envolve princípios relacionados à Física Moderna (Terrazzan, 1992; Machado; Nardi, 2006).

No contexto brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular valoriza o desenvolvimento de competências relacionadas à investigação científica, à interpretação de fenômenos naturais e ao uso crítico das tecnologias (Brasil, 2018). A contextualização, portanto, constitui um caminho para atribuir sentido aos conteúdos de FMC, estabelecendo relações entre o conhecimento escolar e situações socialmente relevantes. Essa perspectiva também se aproxima da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), segundo a qual novas informações adquirem significado quando se relacionam, de modo substantivo, aos conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do estudante.

A inserção efetiva da FMC, entretanto, enfrenta obstáculos. Um deles refere-se à formação inicial e continuada dos professores. Salomão e Araujo (2021) destacam limitações na formação inicial para o ensino de FMC, indicando a necessidade de superar modelos formativos pouco articulados às demandas da Educação Básica. Machado e Nardi (2006) também evidenciam a importância de propostas que aproximem conteúdos de Física Moderna, recursos didáticos e formação docente. Por isso, a atualização curricular precisa ser acompanhada de oportunidades formativas que articulem domínio conceitual e conhecimento didático.

Também se destacam as dificuldades decorrentes do grau de abstração e do formalismo matemático associado a determinados

tópicos. Lino et al. (2011) mostram a relevância dos conhecimentos prévios e das concepções já construídas pelos estudantes para a aprendizagem de FMC. Ostermann e Moreira (2000) defendem, nesse sentido, abordagens que favoreçam a compreensão conceitual e a atualização do currículo, evitando que a inserção da FMC se reduza à reprodução de formalismos próprios do Ensino Superior.

A limitação de recursos didáticos e experimentais constitui outro desafio. Muitos fenômenos da FMC não são diretamente perceptíveis e nem sempre podem ser reproduzidos com equipamentos disponíveis em laboratórios escolares. Medeiros e Medeiros (2002) destacam a contribuição das representações e simulações para tornar determinados processos mais acessíveis. Entretanto, recursos digitais e atividades experimentais não devem ser compreendidos como alternativas excludentes; podem atuar de forma complementar, dependendo do fenômeno investigado e dos objetivos de aprendizagem.

Nesse contexto, metodologias ativas podem favorecer maior envolvimento dos estudantes. Moran (2018) defende práticas nas quais o aluno participa da exploração, análise e aplicação do conhecimento, enquanto o professor organiza situações de aprendizagem e realiza a mediação pedagógica. No ensino de FMC, essa orientação permite trabalhar conceitos abstratos por meio de problemas, investigações, discussões, projetos, simulações e atividades experimentais.

Entre as possibilidades, o ensino por investigação e o modelo 5E apresentam especial pertinência para atividades experimentais. Em vez de utilizar o experimento apenas para confirmar uma explicação

previamente apresentada, essas abordagens favorecem a problematização, o levantamento de conhecimentos prévios, a formulação de hipóteses, a análise de resultados e a construção progressiva de explicações. Dessa forma, a experimentação pode assumir função epistemológica e pedagógica mais ampla, aproximando o estudante de práticas próprias da produção do conhecimento científico.

A experimentação de baixo custo insere-se nessa discussão por ampliar as possibilidades de realização de atividades práticas em escolas com infraestrutura limitada. Seu valor educacional, porém, não está apenas no custo reduzido ou na facilidade de construção dos materiais. O aspecto central é a maneira como o recurso é integrado à sequência didática, às questões investigativas e aos conceitos que se pretende desenvolver. Assim, materiais simples podem sustentar experiências intelectualmente complexas quando utilizados com intencionalidade pedagógica.

Desse modo, os desafios do ensino de FMC não podem ser reduzidos à abstração dos conteúdos ou à falta de equipamentos. Eles envolvem, de forma articulada, currículo, formação docente, seleção e transposição dos conteúdos, recursos didáticos e organização das situações de aprendizagem. A análise dessas dimensões oferece base para compreender por que a experimentação de baixo custo pode ser relevante e, ao mesmo tempo, por que sua implementação requer planejamento, mediação e formação adequada.

3. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura de natureza qualitativa e descritiva, desenvolvida no contexto da disciplina de Seminário Temático em Ensino de Ciências Naturais do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Para a composição do corpus, foram selecionadas sete produções acadêmicas nacionais relacionadas a eixos considerados relevantes para a análise do ensino de Física Moderna e Contemporânea: experimentação de baixo custo, abordagens investigativas, modelo 5E, conhecimentos prévios, aprendizagem significativa, contextualização e formação docente. O corpus não se restringiu a estudos que tratassem exclusivamente de experimentação de baixo custo, pois foram incluídas produções capazes de subsidiar a análise das condições pedagógicas necessárias à implementação desse tipo de proposta.

As buscas foram realizadas nas bases SciELO, Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES. Utilizaram-se os descritores “experimentação de baixo custo”, “ensino de Física Moderna e Contemporânea”, “modelo 5E” e “formação de professores”, empregados isoladamente e em combinações com os operadores booleanos AND e OR, conforme a pertinência de cada base.

Adotou-se como recorte principal o período de 2020 a 2025, correspondente às produções mais recentes localizadas e selecionadas. Incluiu-se, excepcionalmente, Lino et al. (2011), em razão de sua contribuição específica para a discussão sobre conhecimentos prévios e aprendizagem significativa no ensino de FMC. Foram excluídos trabalhos que não apresentavam relação

direta com os eixos analíticos definidos ou que não contribuíam para responder à questão orientadora da revisão.

Após a seleção, procedeu-se à leitura exploratória, seletiva e analítica das produções. Para cada estudo, foram considerados o objetivo, a abordagem pedagógica, as contribuições para o ensino de FMC e os desafios ou condições de implementação identificados. A síntese foi organizada em três eixos interpretativos: (i) experimentação, contextualização e aprendizagem; (ii) metodologias investigativas e modelo 5E; e (iii) formação docente e condições de implementação. O Quadro 1 apresenta as sete produções que constituíram o corpus principal da revisão.

Quadro 1. Produções selecionadas para análise

Produção	Autores	Ano
Abordando física moderna e contemporânea no ensino básico: estratégias com experimentos de baixo custo	Luciano Gomes de Medeiros Junior; Amanda Ribeiro de Azevedo Rodrigues Mendes	2025
Construção e análise de uma sequência de ensino investigativo: as necessárias conexões com o ensino por investigação	Antonio Reynaldo Meneses Moura; Teresa Beatriz Bueno; Luciana Sedano	2023
Modelo 5E e aprendizagem por descoberta: a luz e seus impactos na tecnologia cotidiana	Fábio Ferreira Monteiro; Marcello Ferreira; Olavo Leopoldino da Silva Filho; Wendell da Silva Cruzeiro	2021
A influência do conhecimento prévio no ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma análise de mudança conceitual	Alex Lino; Moacir Pereira de Souza Filho; Ana Maria Osório Araya;	2011

como processo de aprendizagem significativa	João Ricardo Neves da Silva	
Formação continuada: um estudo colaborativo com professores do Ensino Médio de Rondônia	Sirley Leite Freitas; Juracy Machado Pacífico	2020
Uma análise das práticas para o ensino de Física Moderna e Contemporânea em cursos de Licenciatura em Física	Karen Magno Gonçalves; João dos Santos Cabral Neto	2024
Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa aplicando as ciências forenses ao ensino de Física Moderna para o Ensino Médio	Renan Costa Loyola	2022

Fonte: Autores

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das sete produções permitiu identificar três eixos convergentes: a contribuição da experimentação e da contextualização para a aprendizagem de FMC; a importância da organização investigativa das atividades, incluindo o modelo 5E; e a formação docente como condição para a implementação dessas propostas. Esses eixos mostram que o potencial da experimentação de baixo custo não reside apenas no recurso material, mas na articulação entre conteúdo, estratégia didática e mediação pedagógica.

No primeiro eixo, Medeiros Junior e Mendes (2025) apresentam estratégias com experimentos de baixo custo voltadas à Física Moderna e Contemporânea no ensino básico. O estudo evidencia a possibilidade de abordar conteúdos como radioatividade e efeito

fotoelétrico por meio de recursos acessíveis, o que amplia as alternativas para escolas que não dispõem de laboratórios sofisticados. Essa contribuição é especialmente relevante porque aproxima fenômenos abstratos de situações observáveis sem pressupor instrumentação de alto custo.

A contextualização reforça esse potencial. A BNCC valoriza investigação científica, compreensão de fenômenos naturais e uso crítico das tecnologias (Brasil, 2018), enquanto Ausubel (2003) sustenta que a aprendizagem se torna significativa quando novas informações podem relacionar-se aos conhecimentos existentes. Lino et al. (2011), ao discutirem a influência do conhecimento prévio no ensino de FMC, reforçam que as concepções dos estudantes devem ser tomadas como ponto de partida para novas aprendizagens.

Nesse sentido, a atividade experimental pode desempenhar função mais ampla do que a simples demonstração de um fenômeno. Quando organizada a partir de questões e previsões, ela permite explicitar conhecimentos prévios, formular hipóteses, confrontar expectativas com evidências e reelaborar explicações. A contribuição do experimento, portanto, depende da qualidade das interações cognitivas e discursivas produzidas em torno dele.

O segundo eixo refere-se à organização investigativa das atividades. Monteiro et al. (2021) articulam o modelo 5E à aprendizagem por descoberta, utilizando a luz e suas relações com tecnologias cotidianas. As etapas Engage, Explore, Explain, Elaborate e Evaluate oferecem uma estrutura coerente para atividades de FMC porque articulam motivação inicial, exploração, construção de explicações, ampliação conceitual e avaliação da aprendizagem.

Moura, Bueno e Sedano (2023), por sua vez, destacam elementos característicos de uma sequência de ensino investigativo, como problema inicial, levantamento de conhecimentos prévios, ações manipulativas, formulação de hipóteses, trabalho coletivo, contextualização e aprofundamento conceitual. Em conjunto, esses elementos ajudam a distinguir uma prática investigativa de uma atividade meramente demonstrativa, na qual o estudante apenas observa um resultado previamente esperado.

A aproximação entre o modelo 5E e o ensino por investigação permite compreender que a experimentação, isoladamente, não garante aprendizagem conceitual. O experimento pode despertar curiosidade e engajamento, mas é a sequência de perguntas, registros, discussões e intervenções docentes que possibilita transformar observações em explicações cientificamente fundamentadas. Moran (2018) contribui para essa interpretação ao defender metodologias que deslocam o estudante da posição de receptor para uma participação efetiva na construção do conhecimento.

Loyola (2022) acrescenta a dimensão da contextualização ao propor uma unidade de ensino potencialmente significativa que utiliza as ciências forenses como contexto para o ensino de Física Moderna. A proposta mostra que situações reconhecíveis pelos estudantes podem funcionar como organizadoras do percurso didático, favorecendo relações entre conceitos científicos e problemas concretos. Essa perspectiva é compatível com atividades experimentais de baixo custo quando o recurso material é integrado a uma situação-problema significativa.

O terceiro eixo diz respeito à formação docente. Freitas e Pacífico (2020) mostram que processos de formação continuada construídos coletivamente no espaço escolar podem favorecer reflexão sobre a prática. Embora o estudo não trate especificamente de FMC, sua contribuição ajuda a compreender uma condição recorrente para propostas experimentais: o professor necessita de tempo para estudar, testar materiais, planejar intervenções e discutir resultados com seus pares.

Na formação inicial, Gonçalves e Cabral Neto (2024) identificam limitações na exploração das possibilidades educacionais das práticas voltadas à FMC, especialmente quanto à transposição didática e às dificuldades de aprendizagem. Esse resultado sugere que não basta ampliar o domínio dos conteúdos modernos nos cursos de licenciatura; é necessário oferecer experiências formativas nas quais futuros professores planejem, executem e analisem estratégias adequadas à Educação Básica.

A literatura complementar converge com esse achado. Santos, Piassi e Ferreira (2004) relacionam atividades experimentais de baixo custo à construção da autonomia docente, mas também evidenciam dificuldades ligadas à familiaridade com materiais e à preparação das experiências. Salomão e Araujo (2021) problematizam a formação inicial para o ensino de FMC e defendem a superação de modelos formativos centrados apenas na aplicação de conteúdos e métodos previamente definidos.

Terra e Megid Neto (2024), ao analisarem dissertações e teses brasileiras sobre práticas escolares de FMC no Ensino Médio, identificam uma diversidade de estratégias, incluindo sequências didáticas, atividades experimentais, tecnologias digitais, história da

ciência, abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade e metodologias investigativas. Essa diversidade revela a consolidação de alternativas pedagógicas para a FMC, embora não permita afirmar que tais práticas estejam amplamente incorporadas ao cotidiano das escolas.

Em síntese, os estudos analisados indicam que a experimentação de baixo custo pode ampliar as possibilidades de abordagem da FMC quando articulada à contextualização, aos conhecimentos prévios, à investigação e a metodologias ativas. Seu principal mérito é ampliar a viabilidade de experiências escolares sem reduzir a atividade à reprodução de procedimentos. Ao mesmo tempo, permanecem condicionantes importantes: formação docente, tempo de planejamento, acesso a materiais, segurança na condução das atividades e capacidade de mediar a passagem da observação para a explicação científica.

Desse modo, o baixo custo deve ser compreendido como uma característica de acessibilidade do recurso, e não como garantia de qualidade pedagógica. Materiais simples podem sustentar propostas didaticamente consistentes, mas somente quando associados a objetivos claros, questões investigativas e sistematização conceitual. Esse resultado responde à questão orientadora da revisão ao evidenciar, simultaneamente, o potencial democratizador da experimentação acessível e as condições pedagógicas necessárias para que esse potencial se concretize.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão evidenciou que a experimentação de baixo custo pode contribuir para tornar conteúdos de Física Moderna e Contemporânea mais acessíveis no Ensino Médio, sobretudo por

ampliar as possibilidades de observação, problematização e contextualização de fenômenos que frequentemente são apresentados de forma abstrata. Sua relevância é ainda maior em contextos escolares com limitações de infraestrutura e de acesso a equipamentos laboratoriais. Os estudos analisados também mostram que o potencial pedagógico dessas atividades depende da forma como são organizadas. A articulação com conhecimentos prévios, situações-problema, investigação, discussão de evidências e sistematização conceitual é decisiva para que o experimento ultrapasse o caráter demonstrativo. Nesse sentido, o modelo 5E e o ensino por investigação oferecem referenciais coerentes para estruturar experiências em que os estudantes participem ativamente da construção das explicações científicas.

A formação docente aparece como um dos principais desafios. A implementação de propostas experimentais em FMC exige domínio conceitual, conhecimentos didáticos, capacidade de adaptar recursos ao contexto escolar e oportunidades de planejamento e reflexão coletiva. Assim, a ampliação dessas práticas requer investimentos não apenas em materiais, mas também na formação inicial e continuada dos professores.

Conclui-se que a experimentação de baixo custo constitui uma alternativa pertinente para o ensino de FMC, desde que integrada a uma proposta didática intencional, investigativa e contextualizada. Como limite desta revisão, destaca-se o número reduzido de produções que tratam diretamente da experimentação de baixo custo em FMC, uma vez que parte do corpus contribui de forma complementar para os eixos de aprendizagem, investigação e formação docente. Estudos futuros podem ampliar as bases consultadas e o número de trabalhos analisados, bem como

comparar propostas experimentais específicas e seus resultados de aprendizagem em diferentes contextos escolares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

FREITAS, Sirley Leite; PACÍFICO, Juracy Machado. Formação continuada: um estudo colaborativo com professores do Ensino Médio de Rondônia. **Interações**, Campo Grande, v. 21, n. 1, p. 141-153, 2020. DOI: 10.20435/inter.v21i1.1953.

GONÇALVES, Karen Magno; CABRAL NETO, João dos Santos. Uma análise das práticas para o ensino de Física Moderna e Contemporânea em cursos de Licenciatura em Física. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 36, n. 1, p. 37-51, 2024. DOI: 10.55767/2451.6007.v36.n1.45310.

LINO, Alex; SOUZA FILHO, Moacir Pereira de; ARAYA, Ana Maria Osório; SILVA, João Ricardo Neves da. A influência do conhecimento prévio no ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma análise de mudança conceitual como processo de aprendizagem significativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011.

LOYOLA, Renan Costa. **Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa aplicando as ciências forenses ao**

ensino de Física Moderna para o Ensino Médio. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022.

MEDEIROS JUNIOR, Luciano Gomes de; MENDES, Amanda Ribeiro de Azevedo Rodrigues. Abordando física moderna e contemporânea no ensino básico: estratégias com experimentos de baixo custo. **A Física na Escola**, v. 23, e250342, 2025.

MONTEIRO, Fábio Ferreira; FERREIRA, Marcello; SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; CRUZEIRO, Wendell da Silva. Modelo 5E e aprendizagem por descoberta: a luz e seus impactos na tecnologia cotidiana. **Plurais Revista Multidisciplinar**, v. 6, n. 2, p. 138-159, 2021.

MORAN, José Manuel. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-25.

MOURA, Antonio Reynaldo Meneses; BUENO, Teresa Beatriz; SEDANO, Luciana. Construção e análise de uma sequência de ensino investigativo: as necessárias conexões com o ensino por investigação. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 3, p. 1-22, 2023. DOI: 10.26843/rencima.v14n3a01.

SALOMÃO, João Pedro Quaresma Castro; ARAUJO, Rafaele Rodrigues de. Estado da questão sobre a formação inicial de professores para o ensino de Física Moderna e Contemporânea. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 459-478, 2021. DOI: 10.5007/2175-7941.2021.e72952.

SANTOS, Emerson Izidoro dos; PIASSI, Luís Paulo de Carvalho; FERREIRA, Norberto Cardoso. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas. **Atas [...]**. Jaboticatubas, MG: Sociedade Brasileira de Física, 2004. p. 1-18.

TERRA, Carla Nayelli; MEGID NETO, Jorge. Práticas escolares de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: um estudo de dissertações e teses brasileiras (1972-2020). **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 29, n. 3, p. 349-366, 2024. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2024v29n3p349.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino de Física na escola de 2º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p. 209-214, 1992.

¹ Discente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro) Campus Cedeteg. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro) Campus Cedeteg. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)