

# CONTRIBUIÇÕES DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE ELETROSTÁTICA: APLICAÇÃO DE RECURSOS ALTERNATIVOS NA ESCOLA EEMTI CAIC SENADOR CARLOS JEREISSATI

Milena da Costa Sousa <sup>1</sup>  
Francisco Marcones Moura Silva <sup>2</sup>

## RESUMO

Este estudo propõe a utilização de recursos alternativos e de baixo custo como estratégia para tornar o ensino de Eletrostática mais acessível e significativo. O trabalho será realizado na escola EEMTI CAIC Senador Carlos Jereissati, em Maranguape-CE, e contará com duas etapas. A proposta didática foi estruturada em dois encontros pedagógicos, conforme mostra a Tabela 1. No primeiro encontro, realizado em sala de aula, foi feita uma avaliação diagnóstica oral com os alunos discutiram-se os conceitos de carga elétrica e quantização, com a apresentação da fórmula  $Q=n \cdot e$  e os processos de eletrização dos corpos. O segundo encontro, cada aluno recebeu um canudo plástico e papéis recortados em diferentes formatos. Logo depois eles foram levados ao laboratório de informática da escola. Nesse momento, os alunos puderam reproduzir a experiência em ambiente virtual por meio da simulação Balões e Eletricidade Estática do PhET. A base teórica desse trabalho está alinhada às concepções de Paulo Freire (2000) sobre a formação de professores, ressaltando que a docência deve ser um processo reflexivo e crítico, no qual o professor, mesmo diante da escassez de recursos, deve atuar de forma criativa para proporcionar uma educação significativa aos seus alunos. Também está fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2002), que enfatiza a importância da interação entre os novos conhecimentos e os subsunções já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, tornando o aprendizado mais efetivo e duradouro. Espera-se que a pesquisa contribua para ampliar a autonomia dos professores na construção de experimentos e promova um ensino mais dinâmico e acessível, favorecendo o engajamento e a compreensão dos estudantes. Conclui-se que o uso de materiais alternativos pode ser uma estratégia viável para minimizar os impactos da falta de laboratórios e fomentar práticas pedagógicas inovadoras.

**Palavras-chave:** eletrostática, materiais alternativos, metodologias ativas, ensino de física, aprendizagem significativa.

## INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Brasil, sobretudo no ensino médio, ainda enfrenta entraves históricos que dificultam a aprendizagem dos estudantes. Muitos conteúdos são tratados de forma excessivamente teórica, com ênfase na transmissão de fórmulas, o que contribui para a falta de interesse e engajamento. A carga horária reduzida, frequentemente limitada a duas aulas semanais, somada à centralidade do professor na condução da aula, favorece uma prática voltada apenas para a memorização em vez da compreensão efetiva (ROCHA

<sup>1</sup> Doutorando do Curso de Programado de Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual do Ceará - UECE, milena.a.costa@aluno.uece.br;

<sup>2</sup> Doutorando do Curso de Programado de Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual do Ceará - UECE, francisco.marcones@aluno.uece.br;



et al., 2017; MOREIRA, 2016). Além disso, a própria natureza dos conceitos físicos — que exigem abstração, interpretação e raciocínio lógico — acaba constituindo uma barreira adicional, levando muitos alunos a apresentarem dificuldades em compreender e integrar tais saberes (MACEDO et al., 2018).

Essa situação se agrava no contexto das escolas públicas do município de Maranguape (CE), onde a ausência de laboratórios equipados e de materiais didáticos adequados limita a realização de práticas experimentais. Como consequência, observa-se não apenas a desmotivação de docentes e discentes, mas também o aprofundamento da desigualdade entre os estudantes da rede pública e os das instituições privadas. Essa lacuna reforça a urgência de criar propostas pedagógicas inovadoras, que sejam ao mesmo tempo acessíveis e eficazes, possibilitando um ensino que assegure qualidade e equidade.

A escola onde se desenvolve esta pesquisa possui um laboratório de Ciências, mas carece de equipamentos específicos para a abordagem de Eletrostática, como o gerador de Van de Graaff, o eletroscópio ou dispositivos para experimentos de indução. Tais ausências inviabilizam atividades clássicas que, tradicionalmente, auxiliam a visualização de fenômenos como atração e repulsão de cargas, indução eletrostática e armazenamento de eletricidade. Nesse cenário, o uso de recursos simples e alternativos se apresenta como alternativa viável, uma vez que podem substituir os materiais ausentes e, ao mesmo tempo, aproximar a Física da vivência cotidiana dos alunos.

Trabalhos recentes apontam para a relevância desse tipo de estratégia. Alves e Medeiros (2023) defendem a construção de experimentos com materiais de baixo custo como meio de favorecer a compreensão dos conceitos físicos; Cirino et al. (2024) destacam os desafios enfrentados por professores diante da escassez de recursos e analisam as soluções encontradas no cotidiano escolar; já Fonseca (2023) identifica as principais barreiras à aprendizagem em escolas públicas e sugere práticas didáticas que podem colaborar para a melhoria desse quadro. Apesar das contribuições desses estudos, ainda existem lacunas a serem exploradas, sobretudo em realidades locais como a de Maranguape.

Diante desse panorama, esta investigação apoia-se na perspectiva freiriana, que entende o ato educativo como um processo crítico e criativo, e na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que enfatiza a necessidade de integrar novos conteúdos aos conhecimentos prévios dos estudantes. A partir desses referenciais, busca-se mostrar como propostas experimentais simples, desenvolvidas com materiais



acessíveis, podem estimular a curiosidade, favorecer o engajamento e promover aprendizagens duradouras, mesmo em ambientes com recursos limitados.

Assim, a questão norteadora que orienta o trabalho é: como o ensino de Eletrostática pode ser potencializado em escolas que enfrentam a escassez de recursos pedagógicos, a partir do uso de materiais alternativos de baixo custo articulados às metodologias ativas e à Teoria da Aprendizagem Significativa?

O objetivo do artigo consiste em desenvolver e aplicar uma proposta didática para o ensino de Eletrostática utilizando a experimentação com materiais alternativos de baixo custo e sua reaplicação em ambiente virtual por meio da simulação PhET, fundamentada na pedagogia freiriana e na aprendizagem significativa. Pretende-se, com isso, demonstrar a importância de estratégias criativas que permitam superar as limitações estruturais e oferecer aos estudantes experiências de aprendizagem mais próximas de sua realidade. Contudo, os próximos parágrafos fortalecerão a base teórica desta pesquisa.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Teoria de Aprendizagem Significativa

Entre as teorias que buscam explicar como ocorre o processo de aprender, a proposta de Ausubel (2002) ganha destaque por atribuir aos conceitos um papel central na formação cognitiva. Para ele, a aprendizagem que se mostra efetivamente relevante é aquela que consegue estabelecer conexões significativas entre o que o estudante já sabe e as novas informações a que é exposto. Ao longo da história, grande parte da transmissão de saberes se deu por meio da aprendizagem receptiva, mecanismo que possibilitou à humanidade acumular e compartilhar conhecimentos entre gerações.

Uma das grandes contribuições dessa teoria está em diferenciar a aprendizagem significativa da mecânica. Enquanto a primeira ocorre quando novas ideias se integram de forma profunda à estrutura cognitiva do sujeito, a segunda caracteriza-se pela simples memorização de informações, sem que haja compreensão ou associação com conhecimentos prévios (TAVARES, 2004).

Nesse sentido, Silva et al. (2021, apud MOREIRA, 2012, p.12) explicam que aprender de forma significativa significa permitir que ideias simbolicamente representadas interajam de maneira não literal e não aleatória com aquilo que o aprendiz já possui em sua bagagem cognitiva. A teoria aponta, portanto, que compreender o processo de aquisição de novos saberes é tão importante quanto o conteúdo em si. Quando



o estudante se dispõe a aprender algo novo, esse conhecimento tende a ser incorporado à sua estrutura cognitiva de forma estável (ROZAL et al., 2017).

Para que isso aconteça, três condições precisam estar presentes: a apresentação de um conteúdo organizado de forma lógica; a existência de conceitos prévios capazes de funcionar como pontos de ancoragem; e a postura intencional do aluno em conectar-se com o novo conhecimento. Os chamados subsunçores — ou conceitos-âncora — são justamente esses elementos da estrutura mental que permitem que o novo conteúdo seja assimilado. Quando o processo é bem-sucedido, o significado lógico do material é transformado em significado psicológico, sendo incorporado de modo singular por cada indivíduo. Trata-se de uma experiência particular, mas que pode gerar significados comuns entre diferentes estudantes que aprendem o mesmo conteúdo (TAVARES, 2004).

Assim, a aprendizagem significativa se apoia essencialmente nos subsunçores, que organizam e orientam a internalização de novos princípios e conceitos. Por isso, o conhecimento prévio representa um alicerce indispensável para que os novos saberes sejam de fato compreendidos e retidos (SILVA et al., 2021; AVILES; GALEMBECK, 2017).

### **Ensino Crítico e a Teoria Freiriana**

Ao discutir o papel da educação, Freire (2000) enfatiza que ela deve se constituir como uma prática crítica e libertadora, sempre vinculada à realidade dos alunos. Para ele, não basta que a escola transmita conteúdos de forma mecânica; é preciso que ela promova um processo dialógico, no qual o estudante seja sujeito ativo do aprender e do ensinar.

A pedagogia freiriana parte da premissa de que toda prática educativa está situada em contextos históricos e sociais e, portanto, nunca é neutra. A chamada “educação bancária”, em que o professor deposita informações no aluno sem espaço para reflexão, é criticada por Freire, que propõe em seu lugar uma pedagogia baseada no diálogo, na criticidade e na emancipação.

Nesse modelo, o professor é convocado a superar práticas autoritárias e distantes do cotidiano, construindo, junto aos estudantes, um espaço democrático de aprendizagem. A educação, ao assumir sua dimensão política, deve também estar sustentada em valores como humildade, esperança e criticidade, capazes de alimentar projetos coletivos e transformadores. Dessa forma, a escola assume o compromisso de ser inclusiva, tolerante e socialmente engajada, favorecendo a construção de uma consciência crítica.



Ao adotar metodologias que dialoguem com a realidade dos alunos, o docente contribui não apenas para a compreensão dos conteúdos, mas também para a formação de sujeitos capazes de intervir no mundo. Nessa perspectiva, a prática pedagógica, além de transmitir conhecimentos, torna-se uma via de transformação social e de promoção de justiça.

## **METODOLOGIA**

O presente estudo configura-se como uma pesquisa de campo, de abordagem qualitativa, realizada na escola pública estadual do município de Maranguape (CE) cujo nome é EEMTI CAIC Senador Carlos Jereissati com os alunos da 3ª série do ensino médio, contando com a participação de 28 alunos presentes, onde a pesquisadora também exerce a função de professora de Física. O trabalho possui caráter descritivo e exploratório, pois buscou analisar como os alunos se relacionaram com uma proposta de experimentação em Eletrostática utilizando materiais alternativos e sua reaplicação em ambiente virtual.

A proposta didática foi estruturada em dois encontros pedagógicos, conforme mostra a Tabela 1. No primeiro encontro, realizado em sala de aula, foi feita uma avaliação diagnóstica oral com os alunos, a partir de situações cotidianas relacionadas à eletricidade estática, como choques em maçanetas, roupas que se atraem após o atrito e televisores antigos que arrepiavam os pelos do braço. Em seguida, discutiram-se os conceitos de carga elétrica e quantização, com a apresentação da fórmula  $Q=n \cdot e$  e os processos de eletrização dos corpos.

O segundo encontro, cada aluno recebeu um canudo plástico e papéis recortados em diferentes formatos. Com o atrito entre o canudo e o papel retangular, os estudantes observaram a atração eletrostática sobre os pequenos pedaços picotados. Dois voluntários também refizeram a prática diante da turma, ampliando a compreensão coletiva do fenômeno. Logo depois eles foram levados ao laboratório de informática da escola. Nesse momento, os alunos puderam reproduzir a experiência em ambiente virtual por meio da simulação Balões e Eletricidade Estática do PhET. A atividade digital possibilitou a visualização da movimentação e da distribuição das cargas, elementos que não podem ser observados diretamente no experimento prático. Assim, os estudantes puderam estabelecer comparações entre o fenômeno vivido em sala e a representação virtual, reforçando os conceitos trabalhados.



Após a realização do experimento físico e da simulação virtual, foi aplicada uma avaliação em grupo. Os alunos foram divididos em equipes e convidados a relacionar os dois experimentos, identificando semelhanças e diferenças entre a prática com materiais alternativos e a simulação digital. Além disso, cada grupo apresentou outras situações de seu cotidiano em que reconheceram fenômenos eletrostáticos semelhantes. A coleta de dados ocorreu por meio da observação direta das aulas, dos registros escritos e orais dos alunos, bem como das anotações sistemáticas da professora-pesquisadora. A análise foi realizada de forma qualitativa, considerando os níveis de engajamento, a participação nos debates, as falas espontâneas e as evidências de compreensão conceitual.

Tabela 1 - Tabela 1 – Planejamento das aulas sobre Eletricidade: Cargas elétricas

| Aula nº 1 e 2/Duração: 1:40 minutos                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Objetivo da Aula                                                                                                                                                                | Ação do Professor                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ação do Aluno                                                                                                                                                                       | Material Utilizado                                |
| Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre cargas elétricas. Compreensão inicial do conceito de carga elétrica. Introdução à quantização da carga e à fórmula. | Realiza avaliação diagnóstica oral, questionando os alunos sobre situações cotidianas (choques em maçanetas, TVs antigas, pelos arrepiados, etc.). Introduz o conceito de carga elétrica, diferenciando prótons, elétrons e nêutrons. Explica a equação $Q=n \cdot e$ , exemplificando cálculos simples. | Compartilham experiências pessoais relacionadas à eletricidade estática no cotidiano. Respondem às perguntas do professor. Anotam os conceitos apresentados e participam do debate. | datashow, notebook, livro pincel e quadro branco. |
| Aula nº 3 e 4/Duração: 1:40 minutos                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |                                                   |
| Objetivo da Aula                                                                                                                                                                | Ação do Professor                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ação do Aluno                                                                                                                                                                       | Material Utilizado                                |





|                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Exploração da eletrização por atrito com materiais alternativos. Observação da atração eletrostática em corpos leves. Integração entre prática real e simulação digital (PhET).</p> | <p>Distribuir canudos e papéis picotados. Orientar os alunos a friccionarem o canudo com o papel retangular e aproximarem dos papéis quadrados. Convidar dois alunos para demonstração coletiva. Levar os estudantes ao laboratório e orienta a exploração da simulação Balões e Eletricidade Estática (PhET). Mediar a discussão entre fenômeno real e simulado.</p> | <p>Seguem as instruções para eletrizar o canudo e observar a atração dos papéis. Relatam suas observações e comparam com as situações do cotidiano discutidas anteriormente. Realizam a simulação no PhET, testando diferentes condições (balão, parede, cabelo/roupa). Relacionam os resultados do experimento prático com os obtidos na simulação.</p> | <p>Canudos plásticos. Papéis de ofício picotados (quadrados e retangulares). Computadores com acesso ao PhET. Quadro/pincel para anotações.</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fonte: elaborada pelos autores

Portanto, a metodologia buscou integrar prática experimental acessível, fundamentada em materiais alternativos, com recursos digitais de simulação, criando um ambiente de aprendizagem que valorizasse tanto a realidade concreta dos alunos quanto o diálogo entre saberes prévios e novos conceitos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta aplicada evidenciou um processo de aprendizagem dinâmico e participativo, marcado pela curiosidade e pela iniciativa dos alunos. Já no primeiro encontro, mesmo sendo uma aula predominantemente expositiva, houve espaço para diálogo e para a valorização dos conhecimentos prévios. Quando questionados sobre situações de contato com a eletricidade estática, muitos estudantes relataram experiências pessoais, como choques ao abrir portas metálicas ou ao encostar em automóveis, roupas



que se atraem ao sair do varal e a lembrança das televisões de tubo que arrepiavam os pelos dos braços. Esses relatos revelaram que, embora já tivessem vivenciado fenômenos eletrostáticos, ainda não possuíam compreensão científica sobre eles. Esse movimento confirma o que afirma Ausubel (2002): a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos encontram suporte em ideias já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

No segundo encontro, o ambiente de sala transformou-se em espaço de exploração ativa. Os alunos demonstraram ansiedade em manipular os materiais e, ao iniciarem a prática com canudos e papéis, rapidamente se envolveram na atividade. O clima foi de entusiasmo, com risos e comentários constantes, como se fosse uma brincadeira, mas carregada de intencionalidade pedagógica. Alguns alunos ampliaram espontaneamente as possibilidades do experimento: aproximaram o canudo do braço para observar o arrepio dos pelos, descobriram que o canudo grudava na lousa, e outro repetiu a experiência com o tubo da caneta, constatando resultados semelhantes. Essas iniciativas mostraram não apenas curiosidade, mas também criatividade e protagonismo, ao irem além da orientação inicial. Nesse momento, a prática assumiu claramente o caráter de metodologia ativa, pois os estudantes conduziram parte da investigação, estabelecendo relações diretas entre o que faziam e o que já haviam discutido no primeiro encontro.

Enquanto realizavam os experimentos, surgiam fal falas espontâneas que mostravam a conexão entre conteúdo escolar e vivência cotidiana: “ah, isso acontece quando a blusa gruda em mim”, “já levei choque assim na porta de casa”, ou ainda “isso parece com o saco plástico que fica colado”. Esses comentários revelaram que os alunos estavam reinterpretando suas experiências à luz dos novos conceitos, transformando memórias isoladas em compreensões sistematizadas. Tal processo ilustra o que Tavares (2004) e Moreira (2012) destacam como passagem do significado lógico (presente no material didático e na fala do professor) para o significado psicológico (incorporado à estrutura cognitiva de cada estudante).

Na etapa do laboratório, a simulação Balões e Eletricidade Estática do PhET despertou igual interesse. Os alunos interagiram ativamente com o recurso, testando diferentes situações e, quase de imediato, fizeram correlações entre o que viam na tela e os processos de atrito, contato e indução discutidos anteriormente. O simulador possibilitou visualizar elementos invisíveis no experimento real, como a distribuição de cargas e sua movimentação, e funcionou como uma ponte entre a prática manual e a explicação conceitual. Esse entrelaçamento reforça a ideia de Ausubel (2002) de que a





aprendizagem só se torna significativa quando há integração entre novos conteúdos e subsunções previamente estruturados.

A avaliação em grupos consolidou esse processo. Organizados em trios e quartetos, os alunos discutiram as semelhanças e diferenças entre o experimento com materiais alternativos e a simulação virtual, e elaboraram paralelos com situações de seu cotidiano. Entre os exemplos citados, destacaram: roupas que saem da máquina aderindo umas às outras; sacolas plásticas que se colam; choques ao tocar maçanetas ou automóveis; balões que grudam na parede após serem esfregados; televisores antigos que arrepiam os pelos dos braços; e faíscas perceptíveis em cobertores em noites secas. A riqueza dos exemplos mostrou não apenas que compreenderam o fenômeno, mas que foram capazes de transferir o conhecimento para múltiplos contextos da vida diária, ampliando o alcance do aprendizado.

Apesar da participação ampla, alguns alunos se mostraram mais tímidos, preferindo observar em silêncio. Dois estudantes com histórico de dificuldades disciplinares mantiveram conversas paralelas, mas mesmo nelas mencionaram situações de eletricidade estática, o que revela que, de alguma forma, estavam envolvidos com o conteúdo. Esse aspecto dialoga com a pedagogia freiriana, na medida em que evidencia que todos os alunos, mesmo aqueles menos participativos, possuem vivências que podem ser valorizadas e incorporadas ao processo educativo (FREIRE, 2000).

De forma geral, os resultados indicam que a proposta conseguiu tornar a aprendizagem mais significativa e crítica. Ao longo do processo, os alunos não apenas repetiram informações, mas ressignificaram experiências pessoais, estabeleceram conexões entre diferentes contextos e interagiram de maneira criativa com o conteúdo. Isso confirma tanto a concepção freiriana de educação como prática dialógica e transformadora quanto a perspectiva ausubeliana de que o aprendizado ganha sentido quando o novo conhecimento se ancora em estruturas já existentes na mente do estudante.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As experiências realizadas mostraram que mesmo diante de um cenário de escassez de materiais pedagógicos é possível ministrar aulas de Física de forma lúdica e criativa usando materiais alternativos e daí conseguir fazer um diálogo entre a teoria e a prática e reduzir a quantidade de aulas expositivas e o ensino bancário. A proposta de usar os canudinhos e os papéis, promoveu um aprendizado que traz um significado real para o



aluno e que foi fortemente confirmado com o experimento do PHET, onde até a representação das cargas elétricas existe, mesmo que fora de escala, possibilitando que o que era totalmente abstrato passe a ser visto e até manipulado.

Além disso, a experiência reforçou que o protagonismo dos estudantes, aliado a práticas simples e contextualizadas, potencializa a aprendizagem significativa e promove uma educação crítica e emancipadora. A vivência mostrou que o ensino de Física não precisa estar condicionado apenas à disponibilidade de laboratórios sofisticados, mas pode ser reinventado a partir da criatividade docente e da valorização das experiências dos alunos, confirmando que, mesmo diante de limitações materiais, é possível construir um ensino de qualidade, inclusivo e transformador.

## REFERÊNCIAS

ALVES, L. V. S.; MEDEIROS, L. S. **O uso de materiais de baixo custo no ensino da Física: uma alternativa para a recomposição e compreensão do ensino de Física na EEMTI Luíza Távora.** *Educação em Debate*, v. 2, n. 1, p. 1-15, 2023. ISSN 2358-8829.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: *Paralelo Editora LTDA*, 2002. Trad. Lígia Teopisto.

AVILES, I. E. C.; GALEMBECK, E. **Que é aprendizagem? Como ela acontece? Como facilitá-la? Um olhar das Teorias de Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer.** *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 7, n. 3, p. 01-19, 2017.

CIRINO, C. S.; SILVA, V. R.; MOURA, G. B.; NASCIMENTO, G. O. **Dificuldades enfrentadas no ensino da Física: um olhar dos docentes de escolas públicas.** In: *Educação e Interdisciplinaridade: Teoria e Prática – Volume IV*. João Pessoa: *Editora Universitária/UFPB*, 2024. p. 36-44.

FONSECA, J. C. A.; COSTA, M. S. **Desafios na aprendizagem de Física no Ensino Médio das escolas públicas: uma revisão da literatura.** *Research, Society and Development*, v. 12, n. 7, e2812742440, 2023.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 34. ed. Rio de Janeiro: *Paz e Terra*, 2000.

MACEDO, A. A.; BARROSO, M. C. S.; ROMEU, M. C. **História e filosofia da ciência como “objetos de estudo” para uma didática da Física.** *Caminhos da Educação Matemática em Revista/On-line*, v. 8, n. 2, 2018.



MOREIRA, M.; MASSONI, N. **Noções básicas de epistemologias e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de sequências de ensino aprendizagem em ciências/física.** São Paulo: *Livraria da Física*, 2016.

ROCHA, L. C. T.; ALENCAR, M. V.; ANTONOWISKI, R. **Dificuldades encontradas para aprender e ensinar Física moderna.** *Scientific Electronic Archives Issue*, v. 10, n. 4, ago. 2017.

ROZAL, E. F.; SOUZA, E. S. R.; SANTOS, N. T. **Aprendizagem em matemática, aprendizagem significativa e neurociência na educação: dialogando aproximações teóricas.** *Revista REAMEC*, Cuiabá-MT, v. 5, n. 1, p. 143-164, 2017. DOI: 10.26571/2318-6674.a2017.v5.n1.p143-163.i5349.

SILVA, C. M. S.; ROMEU, M. C.; BARROSO, M. C. S. **Física no Ensino Médio: metodologias ativas influenciam na aprendizagem do aluno?** In: *Ensino de Ciências e Matemática. Pesquisas na formação de professores da pós-graduação do IFCE.* Fortaleza: Ed. UECE, 2021.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa: conceitos.** João Pessoa: UFPB, 2004.

