

CAMINHOS PRÁTICOS PARA A APRENDIZAGEM: O ENSINO DAS LEIS FUNDAMENTAIS DO ELETROMAGNETISMO POR MEIO DE EXPERIMENTOS PROBLEMATIZADORES

Lucas Sales da Silva ¹

Adlayne Monteiro de Paula Silva ²

Marcelo Correia da Silva ³

Francisco Nairon Monteiro Júnior ⁴

RESUMO

O presente trabalho parte da metodologia problematizadora, nos moldes desenvolvidos por Rosalind Driver (DRIVER, 1988; DRIVER et al., 1999), mediada pela experimentação, tendo como objeto de conhecimento o eletromagnetismo: campo magnético gerado por corrente elétrica, força magnética gerada por um campo magnético, uso de transformadores e indutores, em consonância com a habilidade de área da BNCC (EM13CNT107), “Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores”, bem como com a habilidade específica do organizador curricular da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco (EM13CNT107FIS05PE), “Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre fenômenos da eletrostática, eletrodinâmica e do eletromagnetismo.”. Fazendo do aluno o principal autor do seu aprendizado, mediante os conhecimentos adquiridos durante seu desenvolvimento pessoal e educacional, ao interagir com o com as atividades propostas pelo professor problematizador, o estudante busca a solução do problema, e o experimento se torna a ponte que conecta um ao outro. A intervenção se deu a partir de duas atividades experimentais, quais foram: observação do campo magnético gerado por uma corrente elétrica, realizada com o aparato de Ørsted e o motor elétrico, e a observação do campo elétrico gerado pela variação do fluxo magnético, utilizando um transformador experimental. A situação-problema, a qual se deve resolver por meio de hipóteses se materializou em duas perguntas: “O que faz a agulha da bússola se mexer?” e “o que faz a lâmpada miniatura no secundário do transformador experimental acender?”. Ao se familiarizar com as bases do eletromagnetismo, o estudante se torna capaz de se aprofundar, diferenciar e entender os conceitos da eletricidade e do magnetismo tanto separados quanto coletivamente, respeitando os limites das suas capacidades cognitivas, afetivas, sociais e educacionais, assim como os saberes assimilados durante as aulas, trazendo novos olhares e caminhos práticos para a aprendizagem da física.

Palavras-chave: Ensino de física, Eletromagnetismo, Problematização, Experimentação.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE, saleslucas264@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE, adlaynemonteiro14@gmail.com;

³ Doutor. Professor do Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas - CODAI, marcelo.c.silva@ufrpe.br;

⁴ Professor orientador: Doutor, Departamento de Educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE, naironjr67@gmail.com.



INTRODUÇÃO

A problematização dos conceitos da física utilizando aparatos experimentais, em particular no ensino do eletromagnetismo, permite a dinamização no processo de ensino de aprendizagem, transformando o ensino tradicional em aprendizagem ativa e dinâmica, possibilitando a criação de caminhos práticos para o ensino e aprendizagem. Como afirma Driver (1983), no influente livro “The pupil as scientist?”, o aluno é construtor do conhecimento a partir dos conceitos já existentes que eles têm sobre o mundo. E essas são as famosas concepções alternativas, ou simplesmente como afirma Marco Antônio Moreira, os subsunçores necessários à aprendizagem significativa (MOREIRA, 1983; MOREIRA, 2006).

Buscando uma forma de ensinar que desafie os estudantes em torno do funcionamento físico de atividades experimentais relacionadas ao estudo da indução eletromagnética, partimos da inquietação motivada pela observação em sala de aula dos estudantes Lucas Sales e Adlayne Monteiro, ambos graduandos do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), e também bolsistas da (CAPES) pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), pertencentes ao núcleo de Física do Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas (CODAI-UFRPE) sob supervisão do Professor responsável pela disciplina, Marcelo Correia da Silva. Tais atividades buscaram valorizar não só os conhecimentos prévios dos estudantes, mas também a ludicidade e o protagonismo, inovando o ensino de física, conforme defende Nelson Studart (STUDART, 2015).

A inquietação ocasionada ao decorrer de observações feitas nas aulas da disciplina na escola-campo, trouxeram à tona a defasagem dos discentes de nível médio em relação aos conceitos que abrangem a física, principalmente no contexto referente ao eletromagnetismo. Perante tais defasagens, criou-se a ideia de trabalhar com os alunos uma nova metodologia: a problematização. Ela surge como uma alternativa aos meios tradicionais do ensino e aprendizagem aos quais se fazem conhecidos. Tal metodologia possibilita que o aluno seja o centro do seu aprendizado, transformando suposições, indagações e inquietações em aprendizado, este mediado pelo professor, que é a ponte na formulação das mais variadas hipóteses.

Ao utilizar aparatos experimentais para o ensino do eletromagnetismo é necessário levar em conta a priori que o conhecimento está sendo moldado das bases, além do saber científico,



logo, uma nova visão de mundo começa a aflorar na mente dos estudantes, uma visão que se tornou possível ao se realizar questionamentos e levantar hipóteses por meio da experimentação e problematização, estas realizadas com aparatos que relacionam conceitos físicos às diversas situações que abrangem o estudo do eletromagnetismo. Desta forma, nossos objetivos podem ser sintetizados da seguinte maneira:

Objetivo geral: planejar, desenvolver e aplicar um conjunto de atividades experimentais problematizadoras no estudo da indução eletromagnética, no intuito de tornar prática a aprendizagem da física, destradicionalizando o seu ensino, utilizando aparatos como pontes na construção de conhecimentos, possibilitando a aprendizagem da indução eletromagnética.

Objetivos específicos: planejamento de uma atividade experimental problematizadora utilizando o aparato de Ørsted; o eletroímã, o alto-falante experimental, o motor elétrico e o transformador experimental; aplicar a atividade experimental guiados pelas perguntas problematizadoras descritas na metodologia; análise da aprendizagem conceitual/mudança conceitual dos estudantes por meio do Quiz.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: LEIS DE FARADAY E AMPÈRE

Na Grécia antiga, no século VI a.C., mais precisamente na região de Magnésia, hoje atual Tessália, que estudiosos descobriram pedras que tinham a capacidade de atraírem certos materiais quando postos estes em proximidade, tais pedras foram chamadas de magnetita em homenagem a região onde foram descobertas. Também nesse mesmo período, que o âmbar (resina de árvore fossilizada) também aparentava ter as mesmas capacidades de atraírem certos materiais, quando a resina era friccionada com lã, esses estudos a respeito do magnetismo também coincidiram com o estudo da eletricidade e, continuam até os dias atuais. No século XIX dois cientistas ganharam notoriedade ao postularem leis que poderiam explicar a indução eletromagnética, ou seja, a relação que a eletricidade e o magnetismo tinham e o que cada fenômeno poderia gerar no outro, foram eles os físicos André-Marie Ampère e Michael Faraday. Suas leis que regem a indução eletromagnética são as seguintes:

Lei de Ampère



A lei de Ampère mostra que o campo magnético ao circular em uma curva fechada é proporcional a corrente elétrica que se espalha no circuito, esta lei é consequência da descoberta de Hans Christian Ørsted e parte do princípio do qual afirma que as correntes elétricas são capazes de gerarem campo magnético. A lei de Ampère também é capaz de dar as informações a respeito do quanto um campo é capaz de girar em torno dessa curva fechada, assim como também baseado nesse conceito, pode-se calcular o campo magnético de uma determinada superfície ou sistema com o qual se esteja trabalhando.

Lei de Faraday

A lei de Faraday ou lei de indução eletromagnética relaciona a taxa de variação do fluxo magnético por meio de um circuito fechado (Bobinas; Espiras), ao passar um ímã por esse circuito, se consegue induzir uma força eletromotriz (fem), ou seja, uma tensão no circuito. É importante salientar que a intensidade com que a fem é induzida no circuito é proporcionalmente igual à taxa com que o fluxo magnético que está atravessando este circuito varia ao passar do tempo, podemos determinar então o sentido da fem através da lei de Lenz, que é um complemento a lei de indução de Faraday, a qual diz que o fluxo desse campo magnético ocasionado pela corrente será oposto a variação do fluxo o qual causa a corrente, logo a lei de Lenz é um limite que existe tanto ao crescimento e o decrescimento do fluxo magnético induzido ou gerado no circuito fechado.

METODOLOGIA

Problematização no ensino de física

A metodologia utilizada para a intervenção experimental foi baseada na perspectiva problematizadora de Rosalind Driver, em que foi construída o quadro a seguir, que contém 4 etapas de realização para cada aparato experimental: apresentação da situação-problema direcionando os alunos; perguntas problematizadoras a fim de medir os conhecimentos prévios sem influenciá-los em suas respostas; desenvolvimento de novas perguntas com base nas respostas obtidas e, por fim, a solicitação para que expliquem uma situação real diretamente



ligada aos experimentos, após a realização desses.

Quadro 1 – Construção das etapas na perspectiva problematizadora

	Planejamento	Aplicação
1º	Construção da situação-problema diretamente ligada a uma situação real, bem como à atividade experimental que será realizada com o aparato experimental.	Apresentar a situação-problema aos alunos na medida em que a atividade é também apresentada, direcionando a atenção dos alunos a detalhes do seu funcionamento.
2º	Construção das perguntas para a problematização, que devem ser do tipo “o que vai acontecer se...”, o mais abertas possível para não influenciar nas respostas dos alunos.	Antes da atividade experimental ser realizada, as perguntas devem ser lançadas no intuito de levantar as concepções prévias dos estudantes, as quais, muitas vezes, não se confirmam.
3º	Nesta etapa, o planejamento é prospectivo, pois não sabemos quais serão as explicações prévias que os alunos externarão. Contudo, é necessário definir os conceitos presentes no modelo físico que será utilizado na explicação do experimento.	O professor atuará como mediador, criando meios pelos quais os estudantes possam perceber as lacunas presentes nas suas explicações, por meio do conflito cognitivo entre o que ele esperava que acontecesse e o que de fato aconteceu na atividade, ou seja, entre o modelo prévio e o científico.
4º	Escolha de uma situação real que possa ser explicada por meio do modelo físico utilizado na atividade experimental.	Esta situação será colocada como desafio para que eles tentem explicar, individualmente ou em grupo, utilizando os conceitos físicos trabalhados e servirá como avaliação da aprendizagem.

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Quadro 2 – Aplicação da problematização

PLANEJAMENTO			
1ª	2ª	3ª	4ª
Aparato de Ørsted	O que faz a agulha da bússola se mexer?	Imã Bússola Lei de Ampère	Bússolas eletrônicas
Eletroímã	O que é um eletroímã? Como sabemos que o eletroímã está funcionando? Como aumentar o campo gerado por um eletroímã? Como perceber os polos norte e sul do eletroímã? Se usássemos outros materiais no núcleo como a força agiria sobre o objeto a ser atraído? Como a distância do eletroímã até o objeto atraído influencia na força exercida?	Lei de Ampère	Guindaste eletrônico
Alto-falante experimental	Como a corrente elétrica, o campo magnético e a vibração do cone do alto falante interagem para gerar som?	Lei de Faraday	Dispositivos eletrônicos
Motor elétrico	O que faz o motor girar?	Lei de Faraday	Eletrodomésticos



Transformador didático	O que faz a lâmpada miniatura no secundário do transformador experimental acender?	Lei de Faraday	Redes de alta tensão
------------------------	--	----------------	----------------------

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Planejamento da aplicação da atividade

A atividade consiste num conjunto de experimentos problematizadores para o estudo da indução eletromagnética, utilizando o aparato de Oersted, o eletroímã, o alto-falante experimental, o motor elétrico e o transformador didático.



Figura 1: aparato de Ørsted.



Figura 2: eletroímã.

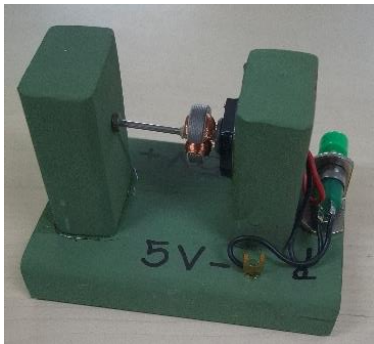


Figura 3: motor elétrico.



Figura 4: alto-falante experimental.



Figura 5: transformador didático.

EXPERIMENTO DE ØRSTED: Iniciaremos a atividade colocando, na presença dos alunos,

o experimento de Ørsted para funcionar. Colocando-o sobre a mesa e ajustando sua posição para que a agulha fique paralela ao fio, ligamos seus terminais à fonte C.C. Nesse momento, os alunos serão capazes de observar que a agulha assumiu uma posição diferente da posição em que estava inicialmente. Daí, segue a problematização da situação guiados pelas inquietações a seguir:

Para que serve uma bússola?

O que faz a agulha da bússola se mexer?

A agulha da bússola é um ímã? A terra se comporta como um grande ímã?

Como corrente elétrica gera campo magnético?

Qual a ponta da agulha que aponta para o Norte?

Por que a agulha da bússola aponta para o norte geográfico?

Se não tiver agulha para fazer a bússola, podemos usar qualquer metal? Porquê?

Como o campo magnético da terra interage com o campo elétrico gerado pela corrente elétrica?

Qual dos campos tem maior influência sobre a bússola?

ELETROÍMÃ: Após o experimento de Ørsted, parafusos e pregos de diferentes tamanhos serão atraídos pelo eletroímã, e a problematização está baseada nas seguintes perguntas:

O que é um eletroímã e como sabemos que está funcionando?

Como aumentar o campo gerado por um eletroímã?

Como perceber os polos norte e sul do eletroímã?

Por que o prego é enrolado no cobre? E qual a influência do número de espiras?

Se usássemos outros materiais no núcleo como a força agiria sobre o objeto a ser atraído?

Como a distância do eletroímã até o objeto atraído influencia na força exercida?

ALTO-FALANTE EXPERIMENTAL: Após o experimento do eletroímã, um alto-falante é conectado a um amplificador sonoro, e em seguida, dando continuidade a problematização, serão feitas as seguintes perguntas:

Por que o som aumenta ao aproximarmos os materiais ferromagnéticos do alto-falante?

Como a corrente elétrica, o campo magnético e a vibração do cone do alto falante interagem



para gerar som?

Como a intensidade da corrente elétrica se relaciona com o campo magnético na produção de som e como diferentes ímãs podem afetar a qualidade do som?

MOTOR ELÉTRICO: Após o experimento do alto-falante experimental, partiremos para o penúltimo experimento a ser realizado, no qual trabalharemos o conceito de motor elétrico baseando-nos nas seguintes questões:

O que faz o motor girar?

O que acontece se o sentido da corrente for invertido?

O que acontece com o campo magnético da bobina quando a corrente é interrompida?

Como as linhas de campo magnético interagem para produzir a rotação?

É possível anular o campo magnético do ímã?

TRANSFORMADOR DIDÁTICO: Por fim, serão aproximadas do transformador bobinas com LED, para que a seguinte pergunta seja respondida: “O que faz a lâmpada miniatura no secundário do transformador experimental acender?”.

Ferramentas de coleta de dados

Após a finalização dos experimentos e obtidas as respostas para as perguntas feitas de acordo com as quatro etapas da problematização, conforme o quadro apresentado anteriormente, em seguida, foi aplicado um quiz, pelo site do aplicativo *GimKit*, com o propósito de sondar os conhecimentos adquiridos por meio da atividade realizada. Além disso, também foi pedido um feedback aos alunos, a fim de identificar qual dos aparatos mais chamou sua atenção, qual mais lhes agradou ao longo da atividade, entre outros aspectos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são apresentadas fotos da realização da intervenção experimental, assim como fotos mostrando as perguntas que os alunos responderam a respeito dos dois aparatos principais e também fotos do feedback dos alunos a respeito dos aparatos. A partir de agora, faremos uma



breve análise do que pudemos colher a partir da atividade problematizadora e a visão e discernimento que os alunos tiveram da intervenção, bem como a viabilidade desse projeto e a sua aplicabilidade em sala de aula.



Figura 6. Aplicação da atividade.



Figura 7. Aplicação da atividade.

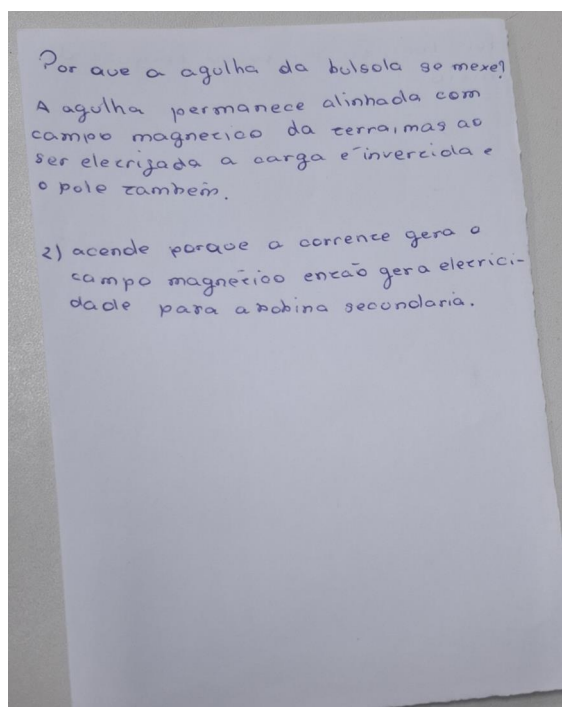


Figura 8. Respostas de um aluno.

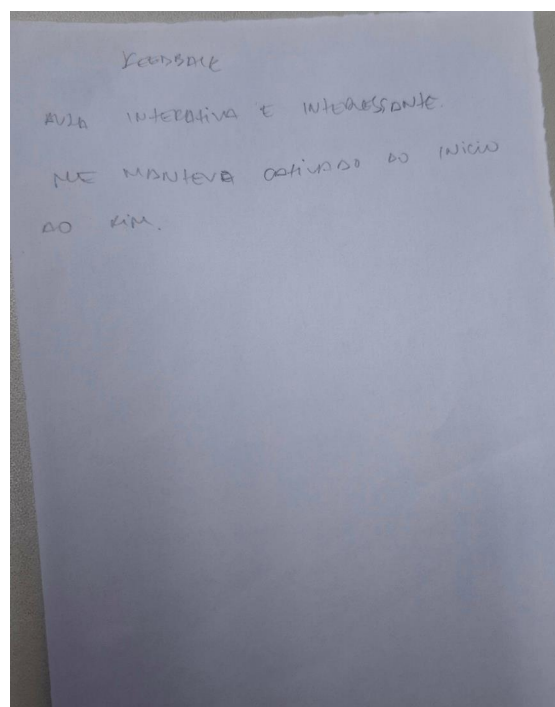


Figura 9. Feedback de outro aluno.

Após a projeção do slide, foi iniciada a aplicação da atividade com perguntas sobre o



que é o Eletromagnetismo, o que ele estuda e as leis de indução eletromagnética. Em seguida, foi feita uma breve linha do tempo das principais descobertas do Eletromagnetismo, bem como foram introduzidos conceitos que não afetariam a problematização que viria posteriormente, além de serem feitas perguntas que criaram lacunas que seriam explicadas no decorrer da atividade. Os aparatos que seriam utilizados foram apresentados, e foi pedido que os alunos se reunissem à frente para dar início. Nenhum aluno se recusou. Das cinco atividades realizadas, foram escolhidas duas perguntas-chave a serem respondidas também de forma escrita; as demais, de forma oral. O primeiro aparato utilizado foi o de Ørsted, e tivemos as seguintes respostas para a pergunta-chave inicial (“O que faz a agulha da bússola girar?”), em que entre parênteses está a quantidade de vezes que apareceu: competição dos dois polos (2), campo de algum corpo, campo elétrico (2), campo eletromagnético gerado (2), inversão dos polos (2), campo magnético (4), carga invertida, força dos polos causa a atração (1), a direção da corrente cria campo (2), polos geram o sentido do campo magnético que faz a agulha seguir seu sentido (1), agulha tende a se alinhar ao norte e sul quando seu campo fica desalinhado (1).

A partir das respostas baseadas no experimento com o eletroímã, foi possível perceber que os estudantes já conseguiam estabelecer uma breve relação com o experimento de Ørsted. Na terceira atividade, realizada com o alto-falante experimental, os alunos ficaram ainda mais empolgados e curiosos com seu funcionamento. Após o motor elétrico ser posto para funcionar, começaram-se os questionamentos, de forma a levar os alunos a fazerem relações com os experimentos anteriores. Por fim, foi feito o experimento com o transformador didático, o qual se percebeu que foi um dos que mais chamou a atenção. As respostas e a frequência com que apareceram (entre parênteses) para a segunda pergunta-chave (“O que faz a lâmpada miniatura no secundário do transformador experimental acender?”) foram as seguintes: carga é transformada em luz (1), fluxo de campo magnético inverte o sentido da tensão (1), conversão de energia, campo magnético gerado pela bobina (2), campo elétrico gera carga e eletricidade (2), tensão (5), força dos polos, corrente gera campo (1), corrente (1).

Posteriormente aos cinco experimentos, foi aplicado o quiz online pelo *GimKit*, que continha questões sobre os principais conceitos do Eletromagnetismo, a lei de indução trabalhada e a explicação central de cada aparato. Ao final, foi pedido um feedback sobre a intervenção experimental, para escreverem o que acharam, qual mais chamou a atenção e possíveis sugestões ou elogios. Tanto o quiz quanto o feedback foram anônimos. Não foi possível concluir o último objetivo específico - analisar a mudança conceitual pós-intervenção



-, que seria feita com os resultados do quiz, pois, quando os alunos foram realizá-lo já estava próximo ao horário de largar, e, portanto, não responderam com calma e atenção. Dessa forma, devido a questões de incerteza, desconsideramos as respostas do quiz em nossas análises dos resultados. Apesar disso, durante toda a intervenção, o interesse, o engajamento e a participação dos estudantes em cada aparato foram notórios, o que contribuiu para que os demais objetivos fossem atingidos.

Em conclusão, os feedbacks escritos também foram evidências da relevância da atividade, uma vez que houve elogios a todos os experimentos, em frases como: “Achei os experimentos incríveis”, “Interativo e interessante, me mantive cativado do início ao fim”, “Algo diferente e de melhor aprendizado” e “Legal de entender”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nosso projeto de intervenção, baseado na metodologia ligada à problematização, mostrou-se ter boa viabilidade, principalmente na parte experimental da atividade, onde a física se mostra condizente em relação à teoria e à prática. O projeto no que toca o ensino e aprendizagem da física mediante a problematização não se faz menor em relação aos meios tradicionais, mas podem em conjunto se interligarem e formarem novos caminhos para o ensino, ademais, a forte adesão dos alunos e a curiosidade dos mesmos se tornaram um ponto importante para o sucesso dessa atividade, além de tornar o aluno um sujeito ativo do seu conhecimento por meio da prática mediada por tais aparatos experimentais.

Na nossa função como professores e idealizadores do projeto, tínhamos como intuito o de ajudar nas lacunas de aprendizagem dos alunos, e gerar conhecimentos novos por uma nova abordagem, diferente do ensino tradicional operante no nosso modelo de ensino atual. A metodologia problematizadora de Rosalind Driver no ensino da física se fez pertinente para essa atividade pelo fato de estarmos trabalhando com aparatos experimentais, ou seja, é necessário problematizar para aprender, é necessário criar hipóteses, questionar, indagar e relacionar para assim compreender como aquilo ocorre ou funciona, e é justo que o aluno interaja com aquilo que se está estudando, e a abordagem por meio de experimentos se mostra condizente com a proposta que rege esse projeto experimental e problematizador.

Quando criamos formas de ensinar, criamos formas de aprender, e isso se faz importante em qualquer ensino, principalmente no ensino da física onde temos uma maior taxa de evasão



dos alunos. Quando trazemos objetos que relacionam a teoria e a prática, como os experimentos que construímos no PIBID para a sala de aula, transformamos a aprendizagem e inserimos a ludicidade como objeto também desse aprendizado, valorizando não somente a abstração teórica, mas também a abstração prática, em conclusão, estamos criando dessa forma caminhos práticos para a aprendizagem por meio dos experimentos problematizadores em consonância com as leis fundamentais que regem o eletromagnetismo.

REFERÊNCIAS

Big Ideas Simply Explained. Tradução de Maria da Anunciação Rodrigues. São Paulo: Globo Livros, 2021. 336 p.

DRIVER, R. **The pupil as scientist?** Milton Keynes: Open University Press, 1983.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física:** eletromagnetismo. Volume 3. 10. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2006.

STUDART, N. Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. **Revista do Professor de Física**, v. 39, n. 1, 2015.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de Física.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1983.

