

Ensino de circuitos elétricos com ênfase em curto-circuito através da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos

Vieira, L.F.^{1*}; Graça, T.S.^{1&}; Soares, D.N.^{2§}; Buffon, L.O.³⁺; Piumbini, C.K.^{3£}

¹ Licenciatura em Física – Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, ES, Brasil.

² Secretaria Estadual do Espírito Santo, SEDU, ES, Brasil.

³ Coordenadoria de Física – Núcleo de Estruturação do Ensino de Física – NEEF – IFES – Cariacica.

*lilianeferreiravieira13@gmail.com, &tatianafisica24@gmail.com, §diegonsoares92@gmail.com, +buffon@ifes.edu.br, £cleitonkp@gmail.com.

Resumo

Este artigo apresenta o relato de uma experiência didática realizada em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio da escola EEEFM Maria de Novaes Pinheiro, localizada no bairro Vila Bethania, no município de Viana no Espírito Santo. O objetivo dessa intervenção foi ensinar conceitos de eletrodinâmica e de circuitos elétricos através da temática do curto-circuito. Esta intervenção didática fez parte do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e foi realizada pelos estudantes do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), campus Cariacica. Ela foi planejada durante a pandemia de covid-19, no segundo semestre de 2021, e quando foi aplicada os alunos estavam retornando às atividades presenciais após cerca de um ano e meio de ensino remoto e *online*. O objetivo da intervenção foi apresentar aos alunos os conteúdos sempre contextualizando com o cotidiano deles, com foco no entendimento dos fenômenos presentes no dia a dia. Para isso, utilizamos 3 vídeos de curtos-circuitos que ocorreram em redes elétricas e também fizemos dois experimentos. O primeiro experimento teve por objetivo apresentar o conceito de circuito elétrico e de como poderia ocorrer um possível curto-circuito. Já o segundo experimento teve o intuito de mostrar aos alunos como um curto-circuito pode ser perigoso causando incêndios. A análise das informações coletadas durante a aplicação mostrou que foi possível abordar, de forma crítica, conteúdos de eletrodinâmica e de circuitos elétricos através da temática dos curtos-circuitos e da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos utilizada nessa intervenção e que os materiais didáticos desenvolvidos apresentam um bom potencial de ensino-aprendizagem.

Palavras chaves: Ensino de Física, Curto-circuito, Ensino Médio, Três Momentos Pedagógicos, Pibid.

Abstract

This article presents the report of a teaching experience carried out in a third-year high school class at the EEEFM Maria de Novaes Pinheiro school, located in the Vila Bethania neighborhood, in the municipality of Viana in Espírito Santo. The objective of this intervention was to teach concepts of electrodynamics and electrical circuits through the theme of short circuit. This didactic intervention was part of the Institutional Scholarship Program for Teaching Initiation (PIBID) and was carried out by students of the Degree in Physics at the Federal Institute of Espírito Santo (IFES), Cariacica campus. It was planned during the covid-19 pandemic, in the second half of 2021, and when it was applied, students were returning to face-to-face activities after about a year and a half of remote and online teaching. The objective of the intervention was to present the contents to the students, always contextualizing them with their daily lives, focusing on understanding the phenomena present in their daily lives. For this, we used 3 videos of short circuits that occurred in electrical networks and we also carried out two experiments. The first experiment aimed to present the concept of electric circuit and how a possible short circuit could occur. The second experiment was intended to show students how a short circuit can be dangerous causing fires. The analysis of the information collected during the application showed that it was possible to approach, in a critical way, contents of electrodynamics and electrical circuits through the theme of short circuits and the methodology of the Three Pedagogical Moments used in this intervention and that the didactic materials developed present a good teaching-learning potential.

Physics Keywords: Teaching Physics, Short Circuit, High School, Three Pedagogical Moments, Pibid.

1. Introdução

Durante os anos de 2020 e 2021 vigorou o ensino remoto e *online* devido a pandemia de covid-19 (BRASIL, 2020) [1]. Na metade de 2021 o governo do estado do Espírito Santo permitiu que os alunos retornassem gradualmente às escolas num sistema de rodízio. Nesse momento de transição do ensino remoto e *online* para o presencial foi importante criar um novo vínculo com os alunos.

Para isso, utilizou-se como inspiração a pedagogia de Paulo Freire (1987) [2], que prioriza os momentos de interações com os alunos e que afirma que o processo de ensino e aprendizagem é uma troca de conhecimento entre o educador e o educando. Segundo Freire (1987, p.79) [2],

[...] o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa. Ambos, assim, se tornam sujeitos do processo em que crescem juntos e em que os 'argumentos de autoridade' já não valem. Em que, para ser-se, funcionalmente, autoridade, se necessita de estar sendo com as liberdades e não contra elas.

Além da preocupação com o retorno do ensino presencial, após um ano e meio de ensino remoto e *online*, procurou-se dar mais significado ao conteúdo ensinado, aproximando-se do que é recomendado pela BNCC (Base Nacional Comum Curricular) [3].

A competência geral número 2 da BNCC que diz que é necessário

exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2018, p.9) [3].

Assim, as abordagens em sala de aula devem exercitar a curiosidade dos alunos, levando-os ao processo de reflexão e de criação, e não somente de repetição do que aprenderam.

A competência específica número 1, da área de ciências da natureza e suas tecnologias, enfatiza a necessidade de,

analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (BRASIL, 2018, p.553) [3].

Nesse sentido, no caso do ensino de Física, deve-se aproveitar os temas com mais aplicações contextualizadas para envolver os alunos em

discussões dos problemas sociais e da comunidade relacionados ao tema. Em particular, o tema relativo aos circuitos elétricos permite análise de segurança das instalações elétricas nas casas, nas ruas e problemas de instalações inadequadas, além de questões ambientais no processo de geração da energia elétrica.

Ainda na BNCC, a competência específica número 2, da área de ciências da natureza e suas tecnologias, defende a importância de,

investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p.553) [3].

Desta forma, as atividades de ensino devem propiciar aos alunos o desenvolvimento da competência de propor soluções para demandas locais ou regionais. No caso do estudo dos circuitos elétricos isso pode ser feito através de discussões a respeito da prevenção de acidentes em instalações elétricas e de redução de consumo de energia elétrica.

Sabe-se que o tema de eletricidade, em geral, é passado aos alunos do ensino médio de uma forma bastante superficial, e, portanto, o conceito de corrente elétrica não costuma ocupar muito tempo de discussão em sala de aula, sendo apresentado e, a seguir, associado com circuitos e aplicação da lei de Ohm (PACCA et al., 2013) [4].

Diante disso, o objetivo desta proposta didática foi utilizar a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014) [5] para abordar a temática da corrente elétrica, dos circuitos elétricos e de problemas relacionados, tais como curtos-circuitos e incêndios. Já o objetivo deste artigo é relatar e analisar a aplicação desta proposta numa turma de ensino médio.

Nas próximas seções deste artigo são apresentados os procedimentos metodológicos adotados, o relato da aplicação, bem como as análises dos resultados e as conclusões.

2. Metodologia e relato da aplicação

Esta intervenção didática fez parte do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), que possibilita aos estudantes de cursos de licenciatura o planejamento e execução de atividades pedagógicas diferenciadas em escolas públicas. Ela foi realizada pelos licenciandos do Curso de licenciatura em Física do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), campus Cariacica, e aplicada a alunos de uma turma de terceiro ano do Ensino Médio da escola EEEFM Maria de

Novaes Pinheiro localizada no Bairro de Vila Bethânia, no município de Viana, no estado do Espírito Santo.

Conforme já mencionado, a metodologia usada foi os Três Momentos pedagógicos, visando em todos os momentos associar o conteúdo ensinado com situações do cotidiano dos alunos. Priorizou-se uma intervenção dialogada com o objetivo de que os alunos deixassem de ser espectadores do processo e passassem a participar ativamente do processo de aprendizagem. De acordo com Barreto (2019, p. 1) [6],

com esta proposta didático-metodológica busca-se fazer com que o aluno deixe de ser apenas um mero expectador no processo de ensino, deslocado do papel de receptor estático, passando a ser ativo e parte importante no processo de construção do conhecimento.

Todo o processo de planejamento levou cerca de dois meses – de setembro a novembro de 2021 – desde a escolha do tema de pesquisa, junto aos professores coordenadores e o professor supervisor, a construção dos experimentos, até a conclusão da análise dos resultados.

Durante a intervenção, buscamos apresentar vídeos de situações reais de acidentes envolvendo redes elétricas e também experimentos com circuitos elétricos. Como os alunos estavam retornando às atividades presenciais, ainda num esquema de rodízio, as atividades foram planejadas para motivar o melhor possível a participação deles.

A aplicação ocorreu na 6ª aula do dia 4/11/2021, com duração de 50 minutos e na sala de aula estavam presentes 17 alunos. O pequeno número de alunos presentes ocorreu pelo fato de ter sido aplicado na última aula e no final do ano, além da escola estar em esquema de rodízio em decorrência da pandemia de covid-19.

A seguir, apresentamos as três etapas da aplicação:

2.1) Primeiro momento pedagógico: Consiste em uma problematização inicial na qual

apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas" (MUENCHEN, DELIZOICOV, 2014, p. 620) [5].

De acordo com Abreu *et al.* (2017, p. 4) [7],

a apresentação das questões problemas podem ser mediatizada por diversos recursos didáticos, como a letra de uma música, produções fílmicas, documentários, notícias, fotografias.

Assim, foram selecionados e apresentados aos alunos três vídeos curtos para ilustrar curtos-circuitos na rede elétrica que provavelmente os alunos já

observaram no seu cotidiano. A Figura 1 mostra o momento da apresentação de um desses vídeos.

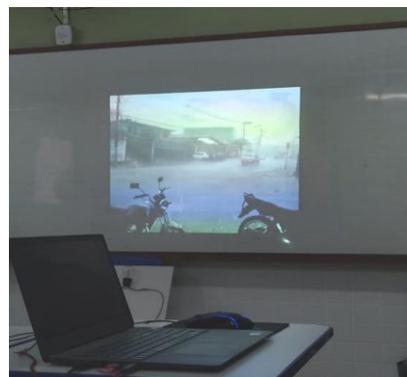


Figura 1: Apresentação do vídeo 2 aos alunos.
Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

A seguir descrevemos os vídeos:

- *Vídeo 1:* possui 40 segundos e mostra um caminhão derrubando um poste. Está disponível no link: https://www.youtube.com/watch?v=3dnbjD0jpD8&ab_channel=CANALDOTOMEletricidadeeSeguran%C3%A7a

- *Vídeo 2:* possui 1 minuto e 8 segundos e mostra uma tempestade causando um curto-circuito. Está disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=P8HG3X39mxQ>

- *Vídeo 3:* possui 1 minuto e 2 segundos e mostra um curto-circuito em um transformador elétrico. Está disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=4QXk3ko-K38>

A Figura 2 mostra o momento que o transformador em curto-circuito causa um incêndio no vídeo 3.



Figura 2: curto-circuito em um transformador de poste.
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=4QXk3ko-K38>

2.2) Segundo momento pedagógico: Consiste na organização do conhecimento onde

sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.” (MUENCHEN, DELIZOICOV, 2014, p. 620) [5].

Neste momento apresentamos e explicamos o funcionamento de um circuito elétrico e de seus componentes, utilizando o experimento 1 mostrado na Figura 3, com duas lâmpadas em série.



Figura 3: Experimento 1 de um circuito elétrico com duas lâmpadas em série.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Em seguida, explicamos o que seria um curto-circuito, como ocorrem, suas possíveis causas, quais são os dispositivos de segurança e também como evitá-los. Para simular um curto-circuito, foi colocado um pedaço de fio de um lado ao outro do circuito antes das lâmpadas (resistências), conforme mostrado na Figura 4, porém o fio não foi conectado, sendo apenas encaixado no isolante para não provocar acidentes.



Figura 4: Experimento 1 com uma simulação de um curto-circuito com um fio isolado.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Para demonstrar o aquecimento e possível incêndio causado por um curto-circuito fizemos o experimento 2 com a esponja de aço pegando fogo, conforme mostrado na Figura 5.

Nesse experimento 2 utilizamos um prato como base, um pedaço pequeno de esponja de aço, para que não tenha chamas altas, duas pilhas de 3v ligadas em série e dois pedaços de fio em suas extremidades, um em cada lado.



Figura 5: Experimento 2 ilustrando um curto-circuito na esponja de aço.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Ainda nessa etapa de organização do conhecimento fizemos uma discussão com os alunos sobre os dispositivos de segurança tais como disjuntores e fusíveis, utilizados para prevenir curtos-circuitos e incêndios, conforme mostrado na Figura 6.

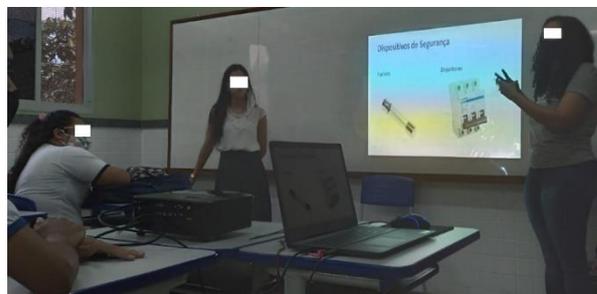


Figura 6: discussão sobre os dispositivos de segurança utilizados para prevenir curtos-circuitos

Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

2.3) Terceiro momento pedagógico: Consiste na aplicação do conhecimento e

se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras (MUENCHEN, DELIZOICOV, 2014, p. 620) [5].

Inicialmente a proposta da aplicação do conhecimento era de que os alunos construíssem um experimento de um circuito elétrico simples. Porém, devido ao alto custo de materiais para cada aluno, isso não foi possível de ser realizado. Experimentos em grupos também não poderiam ser realizados já que devido ao distanciamento social (medida protetiva da pandemia de covid-19), os alunos não poderiam se reunir em grupos.

Assim, a melhor forma que foi encontrada para este momento foi a aplicação de um questionário com quatro questões referente ao conteúdo apresentado, para que fosse possível que o aluno aplicasse esse conhecimento. Na próxima seção essas questões bem como as respostas dadas serão apresentadas e analisadas.

3. Análise dos resultados

3.1) Questionário da Aplicação do Conhecimento

Na etapa de aplicação do conhecimento os alunos responderam um questionário de 4 questões. A seguir apresentamos algumas respostas dadas pelos alunos.

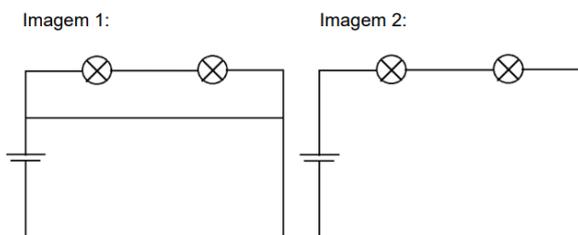
Questão 1: Escreva em poucas palavras o que é um curto-circuito.

Resposta do aluno 1: "sobrecarga dos elétrons".

Resposta do aluno 3: "curto-circuito é quando a corrente elétrica atravessa um condutor com má resistência, causando superaquecimento".

Resposta do aluno 4: "é uma passagem de corrente elétrica acima do normal".

Questão 2: Observe as imagens 1 e 2 da Figura 7 e responda: em qual das duas imagens o circuito está em curto? Explique brevemente.



Símbolos:

- Lâmpada
- Fonte
- Condutor (fio)

Figura 7: imagens 1 e 2 de dois circuitos da questão 2 do questionário da aplicação do conhecimento.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Resposta do aluno 2: "a primeira".

Resposta do aluno 5: "imagem 1, pois o condutor do meio não tem a resistência adequada para suportar a corrente".

Resposta do aluno 10: "creio que a imagem 2, pois está sem condutor (fio)".

Questão 3: Tem como prevenir um curto-circuito? Como?

Resposta do aluno 3: "sim, com uma boa resistência no circuito ou utilizar fusíveis".

Resposta do aluno 6: "sim, com fios com resistência adequada para suportar a corrente elétrica".

Resposta do aluno 11: "sim, com disjuntores e fusíveis".

Questão 4: Por que um circuito pode causar incêndio?

Resposta do aluno 6: "porque como ocorre um superaquecimento, acaba soltando faíscas e tendo algum material inflamável por perto acontece um incêndio".

Resposta do aluno 15: "porque os fios derretem, pegam fogo e esse fogo pode se propagar para outros objetos".

Resposta do aluno 16: "porque os fios entram em excesso de calor causando atrito".

Após a leitura de todas as respostas elas foram categorizadas de acordo com a classificação:

- **Resposta Correta (C):** é aquela que representa uma resposta que faz sentido
- **Resposta Parcialmente Correta (PC):** é aquela que apesar de não estar completamente correta possui elementos corretos.
- **Resposta Incorreta (I):** é aquela que não possui elementos corretos.
- **Não Fez (NF):** representa aquelas que não foram respondidas.

Na tabela 1 apresentamos a categorização das respostas das quatro questões para os 17 alunos.

Tabela 1: categorização das respostas do questionário

Questões	C	PC	I	NF
1	10	0	4	3
2	10	4	1	2
3	10	0	2	5
4	5	3	2	7

Fonte: Os autores.

Nas questões de 1 a 3 tivemos um resultado satisfatório dos alunos, visto que a maioria (10 de 17) respondeu corretamente. Já na questão de número 4 percebemos que os alunos tiveram dificuldade para responder, visto que a quantidade de acertos foi pequena (5 de 17).

Pelas respostas da questão 1, os alunos compreenderam que curtos-circuitos estão associados a excesso de corrente. Na questão 3 eles demonstraram compreender quais são os cuidados necessários para evitar curtos-circuitos. Já na questão 4, apesar de saberem que o curto-circuito pode causar um incêndio

eles tiveram dificuldade de explicar o motivo do aquecimento.

3.2) Questionário de Opinião

No final da aplicação os alunos responderam um questionário de opinião com 3 perguntas. Abaixo apresentamos alguns resultados e algumas respostas dadas pelos alunos.

Pergunta 1- Gostaria de mais atividades como esta?

As respostas dessa pergunta mostradas no Gráfico 1 demonstram que a maioria dos alunos (12 de 17) gostariam de ter mais atividades semelhantes.

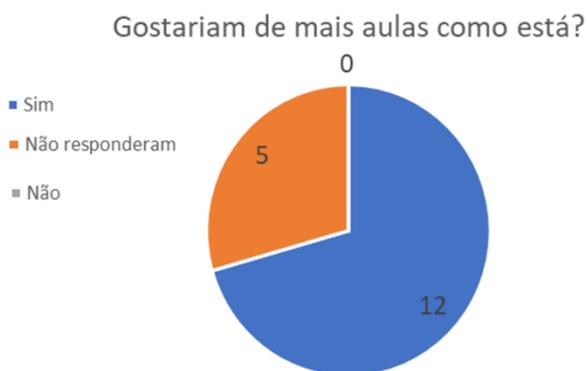


Gráfico1: Resultado da pergunta 1.
Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Pergunta 2 - Na sua opinião, como esta forma de mostrar o conteúdo pode ajudar na sua experiência?

Resposta do aluno 4: "tendo exemplos visíveis e com coisas que estão no nosso dia a dia".

Resposta do aluno 7: "Pode [pode ajudar]. Podendo também chegar num debate de perguntas e respostas".

Resposta do aluno 10: "Pode ajudar porque fica mais claro de entender".

Pergunta 3 - Escreva sua opinião sobre a aula. Fique livre para elogiar, criticar e sugerir.

Aluno 1- "uma boa aula, curti legal!"

Aluno 2- "Gostei da forma como foi explicado, como foi dado os exemplos e etc."

Aluno 3- "Gostei muito, gostaria que essa e outras disciplinas tivessem um pouco mais de aulas práticas"

Aluno 4- "foi muito explicativa gostei demais, mas os alunos não cooperaram para ajudar a entender, mas a aula foi boa".

Aluno 5- "a aula foi diferenciada, com entretenimento, é melhor para a turma que está cursando. Estão de parabéns pela aula, explicação e atenção".

Aluno 6- "as meninas só precisam falar mais alto e com segurança, mas a aula foi boa".

Pelas respostas de opinião podemos perceber que os estudantes gostaram da aula, em parte por ela ser fora do convencional do ensino de física, além de alguns estudantes pedirem para que tenham mais aulas como esta.

Pelo fato de a aplicação ter sido feita no final do ano, próximo ao Enem, os alunos estavam bem cansados e alguns não mostraram muito interesse. Mas apesar disso houve uma boa participação e interação deles nas atividades.

4. Conclusão

O presente trabalho relatou uma intervenção, relativamente bem sucedida, que buscou levar o conhecimento de eletrodinâmica e de circuitos elétricos ao aluno de uma maneira diferente da exposição tradicional do conteúdo. O trabalho envolveu a metodologia dos Três Momentos pedagógicos, associado ao cotidiano deles, enfatizando o tema do curto-circuito.

A intervenção foi realizada com alunos do terceiro ano do ensino médio. Os resultados obtidos neste trabalho apontam indícios de que houve aprendizado e motivação para participar das atividades.

Mesmo com as dificuldades de se realizar atividades experimentais, devido ao distanciamento social exigido pela pandemia de covid-19, consideramos que obtivemos um bom resultado, visto que cerca de 70% dos alunos gostariam de ter mais atividades como esta. Também houveram diversas respostas satisfatórias, com comentários positivos.

Assim, encontramos indícios de que atividades experimentais em sala de aula, junto com a metodologia dos Três momentos pedagógicos, possui um bom potencial para tornar as aulas de circuitos elétricos mais participativas.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pelo apoio financeiro através das bolsas de PIBID, ao Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica e à escola estadual Maria de Novaes Pinheiro do estado do Espírito Santo.

6. Referências

[1] BRASIL. **Medida Provisória nº 934, de 01 de abril de 2020. Lei nº13.979 de 06/02/2020**. Brasília, 2020. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 7 abril de 2023.

[2] FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, Ed. Afrontamento, Porto, 1987.

[3] BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

[4] PACCA, J.L.A.; FUKUI, A.; BUENO, M. C. F.; COSTA, R. H. P.; VALÉRIO, R.M.; MANCINI, S. Corrente elétrica e circuito elétrico: Algumas concepções do senso comum. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Vol. 20, Nº. 2, 2003, págs. 151-167.

[5] MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & educação**. Bauru. Jul - Set 2014.

[6] BARRETO, D. **Eletrodinâmica no ensino médio: uma construção de conhecimentos por meio de experimentos orientados**. UFV, Viçosa-MG. 2019

[7] ABREU, J. B.; FERREIRA, D. T.; FREITAS, N. M.S. Os Três Momentos Pedagógicos como possibilidade para inovação didática. **Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 3 a 6 de julho de 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2589-1.pdf>> acessado em: 7 de abril de 2023.