



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA**

Kethlyn Kamily Pereira Hausmann

**ELÉTRICA RESIDENCIAL: UMA PROPOSTA A PARTIR DE UMA
UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA**

**Campo Grande, MS
2024**

Kethlyn Kamily Pereira Hausmann

ELÉTRICA RESIDENCIAL: UMA PROPOSTA A PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito parcial para a obtenção do **grau Física Licenciada**.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Lisiane Barcellos Calheiro
Coorientador: Prof. Além-Mar Bernardes Gonçalves

Campo Grande, MS
2024

Kethlyn Kamily Pereira Hausmann

ELÉTRICA RESIDENCIAL: UMA PROPOSTA A PARTIR DE UMA UNIDADE DE
ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Física
Licenciatura da Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul
como requisito parcial para a
obtenção do grau Física Licenciada

Aprovado em 05 de dezembro de 2024

Profª Drª Lisiane Barcellos Calheiro
(Presidente/Orientadora)

Profª Drª Wélica Patrícia Souza de Freitas

Profª Msª. Karol Nunes de Oliveira

Prof. Vinícius Galvan Walter

Campo Grande, MS
2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



ATA DE SESSÃO DE AVALIAÇÃO

Aos cinco dias do mês de dezembro do ano de 2024 reuniu-se a Banca Avaliadora do Trabalho de Conclusão de Curso formada pelos membros Lisiane Barcellos Calheiro (orientador), Além-Mar Bernardes Gonçalves, Wélica Patrícia Souza de Freitas, Karol Nunes de Oliveira, Vinícius Galvan Walter para, sob a presidência do primeiro, avaliar o trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Física Licenciatura, da acadêmica Kethlyn Kamily Pereira Hausmann (RGA 2020.2403.004-9), intitulado "ELÉTRICA RESIDENCIAL: UMA PROPOSTA A PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA". Após a apresentação oral do trabalho pela acadêmica e a avaliação pelos membros da Banca Avaliadora, a mesma foi considerada:

- Aprovada.
 Reprovada, com nova defesa dentro de 30 dias.

Observações:

- Reprovada.

Campo Grande, 05 de dezembro de 2024.

Lisiane Barcellos Calheiro (Presidente)

Além-Mar Bernardes Gonçalves (Membro Titular)

Wélica Patrícia Souza de Freitas (Membro Titular)

Karol Nunes de Oliveira (Membro Titular)

Vinícius Galvan Walter (Membro Titular)

Kethlyn Kamily Pereira Hausmann (Acadêmica)

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por Lisiane Barcellos Calheiro, Professora do Magistério Superior, em 05/12/2024, às 15:35, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por Wélica Patrícia Souza de Freitas, Usuário Externo, em 05/12/2024, às 15:46, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por Kethlyn Kamilly Pereira Hausmann, Usuário Externo, em 05/12/2024, às 15:47, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por Karol Nunes de Oliveira, Usuário Externo, em 05/12/2024, às 16:07, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por Vinícius Galvan Walter, Usuário Externo, em 05/12/2024, às 16:22, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por Alem Mar Bernardes Goncalves, Professor do Magisterio Superior, em 09/12/2024, às 11:38, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 5288358 e o código CRC 248E911D.

INSTITUTO DE FÍSICA

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

AGRADECIMENTOS

A dedicatória do meu trabalho é, primeiramente, a Deus. Agradeço a Jesus por todo o fôlego, ânimo, persistência e misericórdia até aqui. Deus me sustentou e pude estudar e batalhar. Por todo o meu trajeto, agradeço também a mim: Kethlyn. Durante toda a minha vida duvidei de que pudesse fazer um bom trabalho como esse. É claro, há muitas coisas a melhorar ao longo da trajetória acadêmica, da qual ainda quero cursar, mas fico satisfeita em ter conseguido. Foram dias difíceis, trabalhosos, divertidos e recompensadores.

Agradeço a minha mãe, que sempre batalhou pela minha educação, por minha vida e meu bem estar. Sem você, acho que não conseguiria estar onde estou. Você é minha fonte de vida, não de maneira literal, mas subjetiva. O mesmo digo ao meu pai, que sempre cuidou de mim, me acolheu, e também lutou por minhas conquistas. Eu vos amo.

É claro, não posso deixar de agradecer outras pessoas que cruzaram o meu caminho. No geral, agradeço a todos os meus amigos. Agradeço, também, a Andressa, minha melhor amiga, que sempre me incentivou e ficou orgulhosa por todos os meus feitos. Te amo e amo sua amizade. Dedico também ao Lucas. Tenho um grande carinho por ti, e agradeço por dedicar parte da sua vida aos meus estudos.

Agradeço aos amigos de turma, e de vida: Carlos, Gabriel (em especial, que me ajudou a pensar e implementar boas partes das atividades propostas deste trabalho. Obrigada, meu amigo!), Giovanne, Joyce e Reginaldo. Amo muito vocês. Assim como dedico a cada professor do INFI.

Especialmente, dedico meu trabalho à minha orientadora: Lisiane. Professora, tenho tanto carinho por ti, e agradeço por toda e qualquer orientação e oportunidade durante este curso. A senhora enxergou em mim potencialidades que eu não sabia que existiam. Me ensinou e ensina muito. Você é muito importante para mim. Assim como o meu coorientador, Além-Mar. Obrigada, professor, por todo o ensinamento, horas de conversa sobre meu projeto em MDF que não saiu do papel, e toda a dedicação pelo meu trabalho.

RESUMO

ELÉTRICA RESIDENCIAL: UMA PROPOSTA A PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

AUTORA: Kethlyn Kamily Pereira Hausmann
ORIENTADORA: Lisiane Barcellos Calheiro
COORIENTADOR: Além-Mar Gonçalves Bernardes

O ensino de eletricidade, é explicado de maneira abstrata, e muitas vezes não explora associações práticas com o cotidiano, como as instalações elétricas residenciais. Isso limita a compreensão de conceitos importantes, como circuitos, potência, consumo e riscos associados à eletricidade. Em consonância com a Base Nacional Comum Curricular - BNCC, que aponta a importância da relação do ensino com o cotidiano do aluno, o Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul, propõe, a partir dos itinerários formativos, uma unidade curricular de Elétrica Residencial, cujos objetivos apontam para a compreensão e construção de circuitos elétricos, bem como conceitos associados a potência e consumo. Nesse contexto, este trabalho de conclusão de curso fundamenta-se na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na metodologia proposta por Marco Antonio Moreira para a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), é estruturada a partir dos elementos definidos na unidade curricular de Elétrica Residencial, com o objetivo de promover uma abordagem contextualizada e prática no ensino de conceitos relacionados à eletrodinâmica e instalações elétricas. Antes da montagem dessa UEPS, foi realizada uma revisão bibliográfica em dois eventos: EPEF e SNEF, que apontaram poucas quantidades de trabalho que relacionassem a teoria ao cotidiano, denotando uma dificuldade para a realização e propostas de algumas atividades. Por fim, analisamos as possibilidades e limitações dessa abordagem a partir de sua implementação em sala de aula a partir da entrevista com o professor regente da Educação Básica, que implementou a UEPS.

Palavras-chave: Eletricidade; Eletrodinâmica; UEPS; Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

RESIDENTIAL ELECTRICAL: A PROPOSAL FROM A POTENTIALLY SIGNIFICANT TEACHING UNIT

AUTHOR: Kethlyn Kamily Pereira Hausmann
ADVISOR: Lisiane Barcellos Calheiro
COADVISOR: Além-Mar Gonçalves Bernardes

The teaching of electricity is often explained in an abstract manner and frequently fails to explore practical associations with everyday life, such as residential electrical installations. This limits the understanding of important concepts, such as circuits, power, consumption and risks associated with electricity. In line with the National Common Curricular Base - BNCC, which highlights the importance of the relationship between teaching and the student's daily life, the Currículo de Referência Mato Grosso do Sul Curricular Reference proposes, based on the training itineraries, a Residential Electrical curricular unit, whose objectives point to the understanding and construction of electrical circuits, as well as concepts associated with power and consumption. In this context, this thesis is grounded in David Ausubel's Theory of Meaningful Learning and the methodology proposed by Marco Antonio Moreira for the development of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU). The unit is structured around the elements defined in the Residential Electricity curricular unit, aiming to promote a contextualized and practical approach to teaching concepts related to electrodynamics and electrical installations. Prior to the construction of the PMTU, a literature review was conducted across two events, EPEF and SNEF, which revealed a limited number of studies connecting theory to everyday life, highlighting challenges in designing and implementing such activities. Finally, we analyzed the possibilities and limitations of this approach by implementing the PMTU in the classroom and conducting an interview with a Basic Education teacher who facilitated the implementation.

Keywords: Electricity; Electrodynamics; UEPS; Meaningful Learning.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre a categoria de cada artigo e o quantitativo por categorização.	22
Quadro 2 – Categorias emergidas da leitura dos trabalhos do SNEF	27
Quadro 3 – Descrição dos passos da UEPS de acordo com Moreira(2011)	36
Quadro 4 – Síntese dos passos da UEPS	39
Quadro 5 – Atividade Experimental – Eletroscópio.....	44
Quadro 6 – situação problema introdutória sobre condutores e isolantes	45
Quadro 7 – Roteiro da Atividade experimental com condutores e isolantes	46
Quadro 8 – Situação-problema 1 – eficiencia energética	47
Quadro 9 – Situação-problema 2 - as bandeiras tarifárias	48
Quadro 11 - situação-problema e Roteiro para o experimento de Circuitos em série e paralelo.....	51
Quadro 12 - Situação-problema 2 e Atividade Experimental - resistividade.....	53
Quadro 13 - Situação-problema: A visualização do curto-circuito.....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantitativo de trabalhos do EPEF dos anos de 2004 a 2022.	22
Gráfico 2 – Trabalhos do SNEF representados por categorias.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Atividade desenvolvida no passo 7 como culminância da Unidade Curricular.....	41
Figura 2 – Imagem simulando um choque no chuveiro.	43
Figura 3 – Kit Experimental circuitos em série e paralelo.....	50

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
CRMS	Currículo de Referência do Estado de Mato Grosso do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo geral	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
2. REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 REVISÃO DOS TRABALHOS DO EPEF	18
2.2 REVISÃO DOS TRABALHOS DO SNEF.....	27
2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TRABALHOS ANALISADOS NO EPEF E SNEF	31
3 APORTE TEÓRICO	33
3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	33
3.1.1 Conhecimento Prévio	33
3.1.2 Diferenciação Progressiva	34
3.1.4 Organizadores Avançados.....	35
3.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA	35
3. METODOLOGIA.....	38
5.RESULTADOS	42
5.1 PROPOSTA DIDÁTICA - UEPS DE ELÉTRICA RESIDENCIAL.....	42
5.2 REFLEXÕES SOBRE AS ATIVIDADES IMPLEMENTADAS PELO PROFESSOR REGENTE.....	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

A história da ciência relacionada à eletricidade remonta ao século V a.C., embora tenha sido a partir do século XVIII d.C. que surgiram os primeiros estudos quantitativos e suas primeiras aplicações práticas. Segundo Cardoso e Peduzzi (2016), foi nesse período que as investigações científicas começaram a avançar de maneira significativa, estabelecendo as bases para o entendimento e a utilização da eletricidade na sociedade moderna.

Um dos primeiros registros sobre a percepção dos efeitos da eletricidade, foi feito por Tales Mileto, no século VI a.C., do qual teria conhecido fenômenos elétricos associados ao âmbar [...] (Tonidandel; Araújo; Boaventura, 2018). Além de Mileto, é importante ressaltar que, “o foco e estudo sistemático da eletricidade tem seu início no século XVII com os trabalhos de estudiosos da natureza como: [...] Stephen Gray (1666-1736), Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739) Benjamin Franklin (1706-1790), entre outros [...]” (Boss; Caluzzi, 2007, p. 635).

Charles Du Fay, a partir da carta enviada a Royal Society, apresentou estudos relativos a eletricidade, onde reportou a existência da eletricidade vítrea e resinosa, apontou materiais como eletrizáveis, ou não, e relatou um dos experimentos de Gray sobre a “eletrização da água” (Boss; Caluzzi, 2007, p. 637). Stephan Gray demonstrou interesse na eletricidade, conduzindo experimentos sobre condução elétrica, eletrização por indução e a classificação de materiais como condutores ou não-condutores (Boss; Caluzzi, 2010). Benjamin Franklin também realizou estudos relativos à eletricidade. Isso é, supôs as causas dos efeitos elétricos de corpos eletrizados, denominou corpos que perdiam “matéria elétrica” como negativos (e, aos que ganhavam “matéria”, positivos), e descreveu o conceito de atmosfera elétrica (Silva; Pimentel, 2008, p. 117 - 118).

É inevitável observar que, desde os seus primórdios, os estudos sobre a eletricidade já evidenciavam uma “ciência dinâmica, viva, que apresentava efeitos instigantes e enigmáticos” (Cardoso; Peduzzi, 2016, p. 110).

Ao longo dos anos, o estudo da eletricidade evoluiu significativamente, deixando de ser um tema isolado e passando a exercer um papel fundamental em várias áreas, como comunicações, metalurgia e iluminação (Simabukulo et al., 2006, p. 117). Esse avanço ressalta a importância crescente da eletricidade no

desenvolvimento de tecnologias e na integração com diversos campos de conhecimento.

Por ser um tema amplamente abordado no cotidiano, a investigação sobre eletricidade encontra respaldo em documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC é uma normativa que serve como referência para a elaboração de currículos em sistemas e redes de ensino, delineando os conhecimentos, competências e habilidades destinados aos estudantes da Educação Básica (Brasil, 2017). Com base nas competências específicas estabelecidas na BNCC para o Ensino Fundamental, na área de Ciências, a aprendizagem tem como objetivo capacitar os estudantes a compreenderem, explicarem e intervirem no mundo em que vivem.

Neste sentido, a eletricidade pode ser abordada de forma contextualizada por meio da unidade temática “matéria e energia”, cujos estudos são voltados ao “estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia” (Brasil, 2018, p. 327).

Abordar fenômenos presentes no cotidiano dos estudantes abre oportunidades para a construção de conceitos relacionados aos materiais e suas interações com a eletricidade, por exemplo. Entre as habilidades associadas à unidade temática "matéria e energia," destacam-se:

EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a **circuitos elétricos residenciais**.(EF08CI03) Classificar **equipamentos elétricos residenciais** (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo). (EF08CI04) **Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência** (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no **consumo doméstico** mensal (Brasil, 2017, p. 351, grifo nosso).

Da mesma forma, essa relação também se aplica à BNCC do Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), onde o ensino de Física deve ser orientado para processos e práticas de investigação e deve:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas 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/ou global (Brasil, 2017, p. 114).

Considerando a competência mencionada, a habilidade que envolve e mobiliza conhecimentos relacionados à eletricidade consiste em :

(EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/ benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais (Brasil, 2017, p. 115).

A habilidade destaca a importância de considerar a eficiência energética, os custos, o impacto ambiental e os aspectos socioeconômicos envolvidos no estudo da eletricidade. Esse processo visa capacitar os estudantes a tomar decisões informadas sobre o uso sustentável da energia elétrica, enfatizando o estudo de conceitos relacionados ao cotidiano.

No conjunto dos documentos oficiais, o Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul (CRMS) propõe abordagens e diretrizes para tratar tanto dos riscos associados a instalações elétricas (como acidentes e sobrecargas nos circuitos) quanto dos elementos teóricos (como potência, consumo e choque elétrico) que se aplicam à eletricidade residencial. Essas abordagens, focadas principalmente em circuitos e fiação elétrica residencial, são apoiadas pela habilidade definida na área de CNT no CRMS:

Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimento das Ciências da Natureza, para justificar **o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança**, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a **estruturação de simulações de tais riscos** (Mato Grosso do Sul, 2021, p. 326, grifo nosso).

Entretanto, mesmo que a relação cotidiano e teoria esteja presente nos documentos oficiais, o ensino acaba distanciando-se da realidade vivida pelo estudante, fazendo-o não ter conhecimento suficiente sobre as noções de eletricidade dentro de uma residência, por exemplo. Assim, ao abordar o contexto da eletricidade no Ensino Médio e ao incorporar enfoques que exploram os aspectos cotidianos dos estudantes, é essencial estabelecer uma conexão, enfatizando a relação entre teoria e fenômeno no cotidiano, entre a eletricidade vista em sala de aula com elementos presentes no dia a dia. Conforme indicado por Kneubil (2013), essa conexão muitas vezes não é efetivamente estabelecida

em sala de aula.

Segundo o Catálogo de Unidades Curriculares de Mato Grosso do Sul, abordar os conceitos relativos à eletricidade e suas aplicações em uma residência destacam: a administração de maneira segura de equipamentos elétricos, a escolha adequada de disjuntores, interruptores, tomadas e a distribuição dos circuitos elétricos numa residência e a garantia do funcionamento correto de equipamentos (Mato Grosso do Sul, 2022, p. 200).

Ao encontro da proposta de ensino na BNCC sobre a relação dos conteúdos ao cotidiano do estudante e a estruturação dos riscos da eletricidade presentes no RCMS, este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo apresentar uma proposta didática, a partir de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, para ser trabalhada em um itinerário formativo de Elétrica Residencial.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Elaborar uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa abordando conceitos relativos à elétrica residencial.

1.1.2 Objetivos específicos

Identificar a partir de uma revisão da literatura nos eventos de ensino de Física nacionais (EPEF e SNEF) como são abordados os conceitos referentes a elétrica residencial.

Elaborar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com o tema elétrica residencial.

Analisar as possibilidades e limitações da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com base nas percepções obtidas a partir da entrevista realizada com o professor da Educação Básica responsável por sua implementação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresentamos a revisão da literatura que foi estruturada em duas etapas. Na seção 2.1, realizamos uma revisão dos trabalhos apresentados no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), cujos resultados foram apresentados no formato de artigo e publicados na XX edição do EPEF, ocorrida em Recife, Pernambuco. A segunda etapa, foi elaborado uma revisão da literatura (seção 2.2) com base nos artigos do Simpósio Nacional do Ensino de Física (SNEF), cujos artigos encontrados puderam ser classificados de acordo com suas categorias.

Por fim, na seção 2.3, foram apresentadas as revisões bibliográficas analisadas dos artigos do SNEF e EPEF, com o objetivo de destacar aspectos importantes ou identificar possíveis lacunas nas duas revisões.

2.1 REVISÃO DOS TRABALHOS DO EPEF

Nesta seção, apresentamos o trabalho submetido ao EPEF, que foi exibido no formato de pôster e encontra-se publicado no site oficial do evento.

RELAÇÃO TEORIA E PRÁTICA DA ELETRICIDADE NO COTIDIANO: UMA REVISÃO DA LITERATURA DOS TRABALHOS DO EPEF¹

Resumo

O ensino de eletricidade pode se apresentar, algumas vezes, de forma abstrata e, portanto, ser de difícil compreensão para estudantes de vários níveis de Educação Básica. Uma das maneiras de mitigar essa abstração é relacionando-o ao cotidiano do estudante, entretanto, mesmo que a relação cotidiano e teoria esteja presente nos documentos oficiais, o ensino do tema geralmente distancia-se da realidade vivida pelo estudante, resultando na dificuldade da compreensão do conteúdo. A

¹ Trabalho apresentado XX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – 2024. <https://www1.fisica.org.br/~epef/xx/index.php/pt/>

partir dessa problemática buscamos realizar uma revisão da literatura dos trabalhos apresentados no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) no período de 2004 a 2022, com o objetivo de encontrar propostas que relacionassem o ensino de eletricidade à prática cotidiana do estudante, detalhando suas metodologias. Como resultado foram identificados 24 trabalhos distribuídos ao longo de nove edições. Destes 24 trabalhos, apenas três apresentaram metodologias em sala de aula relacionando o ensino da eletricidade a elementos do dia a dia, como os riscos elétricos, consumo residencial e outros. Essa premissa destaca a importância de implementar propostas de ensino contextualizadas para fortalecer a conexão entre a teoria e a prática da eletricidade no contexto educacional.

Palavras-chave: Eletricidade; Ensino de Física; Cotidiano; Revisão da literatura.

Abstract

Teaching electricity can sometimes appear abstract and therefore be difficult for students at various levels of basic education to grasp. One way to mitigate this abstraction is by relating it to students' everyday lives. However, even though the connection between daily life and theory is present in official documents, teaching on the subject often diverges from students' lived reality, resulting in difficulty comprehending the content. Based on this problem, we sought to carry out a literature review of the works presented at the Research Meeting on Research Teaching (EPEF) in the period from 2004 to 2022, with the aim of finding proposals that relate the teaching of electricity to the student's daily practice, detailing their methodologies. As a result, 24 works were identified distributed over nine editions, from which four categories emerged. Of these 24 works, only three presented classroom methodologies relating the teaching of electricity to everyday elements, such as electrical risks, residential consumption and others. This premise highlights the importance of implementing contextualized teaching proposals to strengthen the connection between the theory and practice of electricity in the educational context.

Keywords: Electricity; Physics Teaching; Daily Life; Literature Review.

Introdução

Com o passar do tempo, impulsionada por vários fatores sociais e econômicos, a eletricidade transcende estudos isolados e passa a desempenhar um papel importante em diversas áreas, incluindo comunicações, metalurgia e,

finalmente, na iluminação (Simabukulo et al, 2006). Esses avanços levaram, em seguida, aos investimentos e à necessidade de consumo, alcançando, por fim, as residências. Quanto ao avanço da eletricidade em setores industriais e residenciais, e por ser uma grandeza física presente no cotidiano, a investigação sobre eletricidade encontra respaldo em documentos oficiais, como a BNCC. Com base nas competências específicas identificadas na BNCC, na área Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), o ensino de Física deve estar direcionado para os processos e práticas de investigação e deve: “Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo [...]”, (Brasil, 2017, p. 544).

Já o Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul (CRMS) apresenta abordagens e possibilidades para lidar com os perigos associados a uma instalação elétrica (acidentes e sobrecargas nos circuitos) e os elementos teóricos (como potência, consumo, choque elétrico, etc.) que são pertinentes à eletricidade residencial. Essas duas abordagens, centradas principalmente em um circuito e fiação elétrica residenciais, são respaldadas pela habilidade relacionada à área de CNT no RCMS que propõe “Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimento das Ciências da Natureza [...]” (Mato Grosso do Sul, 2021, p. 326).

Entretanto, mesmo que a relação cotidiano e teoria esteja presente nos documentos oficiais, o ensino acaba distanciando-se da realidade vivida pelo estudante, fazendo-o não ter conhecimento suficiente sobre as noções de eletricidade dentro de uma residência, por exemplo. Assim, ao abordar o contexto da eletricidade no Ensino Médio e ao incorporar enfoques que exploram os aspectos cotidianos dos estudantes, é essencial estabelecer uma conexão clara entre a eletricidade presente no dia a dia e a relação entre teoria e fenômeno. Conforme indicado por Kneubil (2013), essa conexão muitas vezes não é efetivamente estabelecida em sala de aula.

Reconhecemos que a falta de compreensão sobre os aspectos da eletricidade, juntamente com a ausência de uma conexão com situações do cotidiano, como no ambiente residencial, pode resultar em desconhecimento por parte dos estudantes sobre alguns riscos e precauções importantes. Portanto, é importante aprimorar as abordagens educacionais para garantir uma compreensão

mais abrangente e aplicada dos conceitos de eletricidade, promovendo a segurança e a conscientização dos estudantes em relação ao tema.

A partir dessas problemáticas, este trabalho tem como objetivos investigar as metodologias utilizadas com o tema eletricidade e verificar se estas metodologias relacionam o ensino da eletricidade ao dia a dia dos estudantes. Neste contexto, buscando responder o seguinte problema de pesquisa: Quais são as metodologias utilizadas nos trabalhos apresentados no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física que estabelecem uma conexão entre a teoria e a prática da eletricidade no dia a dia?

Metodologia

Este artigo consiste em uma pesquisa documental de natureza qualitativa, baseada em uma revisão bibliográfica dos trabalhos apresentados nos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) realizados entre os anos de 2004 e 2022.²

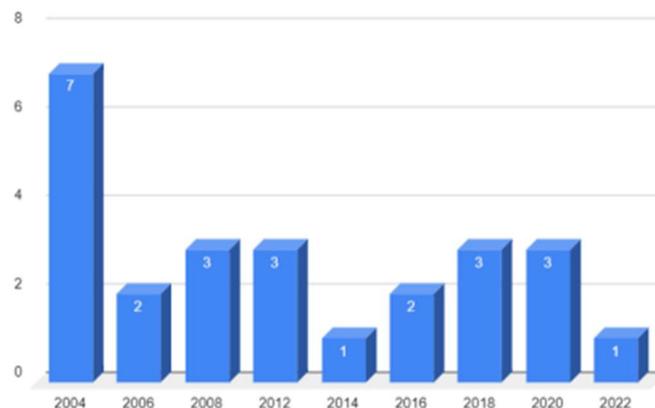
Inicialmente, buscamos os trabalhos com as palavras-chave “eletricidade”, “energia elétrica” e “eletrodinâmica” nos textos disponibilizados pelas atas das referidas edições do EPEF. Após, realizamos a leitura na íntegra dos trabalhos e iniciamos o processo de análise de dados. Esta etapa da pesquisa foi realizada a partir dos procedimentos da análise de conteúdo, de acordo com Bardin (2016), a qual constitui em três fases: pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados. Ainda na etapa de exploração de material, os artigos foram submetidos à classificação em quatro categorias distintas escolhidas *a priori* após leitura flutuante: Revisão da literatura: trabalhos que apresentam pesquisas documentais; Montagem experimental, trabalhos que mostram montagens de experimentos; Propostas didáticas implementadas: publicações que apresentam e avaliam resultados alcançados, através da implementação de propostas e Proposta didática não implementada: publicações que apresentam apenas propostas para trabalhar eletricidade. Após a leitura dos materiais, classificamos todos os 24 artigos em uma das categorias.

Resultados

² Para o corpus da pesquisa não foram considerados os trabalhos do XII EPEF, realizado na edição 2010, pois a ata não se encontra disponível online.

Conforme, já mencionado, foram identificados 24 trabalhos distribuídos ao longo de nove edições. No gráfico 1, de forma abrangente, é ilustrado a quantidade de trabalhos em cada edição com base nas palavras-chave empregadas.

Gráfico 1 – Quantitativo de trabalhos do EPEF dos anos de 2004 a 2022.



Fonte: Autora.

Abordagens das produções por categorias

Na segunda fase da pesquisa, após a leitura completa dos trabalhos e a análise, procedeu-se à classificação e quantificação em quatro categorias, conforme delineado no quadro 1:

Quadro 1 – Relação entre a categoria de cada artigo e o quantitativo por categorização.

Categorias	Código	Nº de artigos
Revisão da Literatura	C1	3
Montagem Experimental	C2	2
Proposta didática não implementada	C3	4
Proposta Didática Implementada	C4	15

Fonte: Autora.

Na categoria C1, os trabalhos de revisão proporcionaram uma análise aprofundada do conteúdo presente nos livros didáticos. Essas revisões bibliográficas exploraram atividades práticas relacionadas ao ensino de eletricidade

e magnetismo no ensino médio, observadas por Filho e Grandini (2004) até contribuições históricas relevantes, como as de Benjamin Franklin, descrita por Silva e Pimentel (2006), e André-Marie Ampère, nos âmbitos da eletricidade, por Chaib e Assis (2006).

Na categoria C2, os trabalhos selecionados foram caracterizados como “montagem experimental” por se tratarem de artigos que demonstram e relatam quais e que tipo de experimentos foram realizados durante suas propostas. Salami e Filho (2004) apresentaram montagens experimentais apresentando gráficos de validação voltados ao ensino, entretanto. Já Torres et al. (2020) apresentaram montagens experimentais, que foram colocadas em exposição em um museu aberto para interação do público.

Na categoria C3, alguns dos artigos apresentam propostas para o ensino da eletricidade por meio de montagem experimentais, como Olegário et al (2020), sobre o uso de arduino na medição da temperatura da corrente elétrica, e Nakamoto et al (2004), que utilizou experimentações virtuais para análises de circuitos elétricos. O autor, também se utiliza de mapas conceituais para sintetização dos conceitos físicos aprendidos, tal como Borragini (2004), que aborda conceitos como circuitos elétricos (e terminologia) e faz uso dos mapas para organização dos objetos de estudo destinados à aplicação em sala de aula.

Por fim, a categoria C4 abrange artigos cujas pesquisas se concentraram na implementação de uma atividade, sequência didática ou metodologias específicas destinadas a um grupo de estudantes. Dos 15 trabalhos selecionados, seis artigos apresentaram propostas voltadas aos estudantes do ensino superior, um trabalho relatou a reflexão de professores já formados sobre a relação da Física com problemáticas locais, sete artigos implementados na Educação Básica (fundamental, médio e EJA) e um ao ensino médio e superior.

Dos seis estudos destinados ao ensino superior, quatro deles delinearam propostas didáticas direcionadas à disciplina de laboratório de Física. Nogueira e Hernandes (2022) propuseram adaptações da disciplina para o ensino remoto durante o período da Covid-19, fazendo uso de simulações e experimentos de custo acessível aos estudantes. Por outro lado, os artigos de Santos, Costa e Catunda (2012; 2014) e Sanches et al (2016) abordaram a implementação dos métodos PODS (predizer-observar-discutir-sintetizar) ou POE (predizer-observar-explicar)

na disciplina de laboratório de eletricidade e magnetismo, oferecendo uma análise dos resultados e conclusões obtidas com a aplicação dessas abordagens.

Entre os trabalhos desenvolvidos na Educação Básica, os temas estão vinculados à eletrodinâmica, assim como a questões pertinentes à geração de energia elétrica. Zamorano, Gibbs, Viau (2004) apresentam as dificuldades de aprendizagem dos estudantes em questões de campo elétrico, corrente e circuitos elétricos, e propõem uso de modelos didáticos para diminuir as abstrações no conteúdo. Os conceitos físicos abordados por Vinha, Nunes e Pietrocolla (2004) são equivalentes. Já Teixeira e Sutil (2016) e Almeida, Silva, Neves (2018) tratam como situação para abordagem da eletricidade questões relativas à geração de energia elétrica, como fontes renováveis a partir de abordagens Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e atividades experimentais, respectivamente.

Metodologias relativas ao ensino da eletricidade relacionadas ao cotidiano

Na abordagem do ensino da eletricidade relacionada ao cotidiano, identificamos três trabalhos que exploram elementos do dia a dia, como riscos elétricos, consumo residencial, entre outros. Prestes e Silva (2008), utilizaram a metodologia de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. Os autores investigaram as características e o consumo de eletrodomésticos em uma residência, envolvendo os estudantes em um problema concreto, seguido por discussões e apresentação de projetos. Costa e Hosoume (2008), voltados ao ensino para jovens e adultos (EJA), propuseram atividades investigativas, numéricas e interpretativas para relacionar os conceitos de eletricidade à rotina dos estudantes. Foram abordados conceitos relativos a energia elétrica e consumo, por exemplo, associados ao funcionamento de um chuveiro elétrico, instalações elétricas e riscos de choque elétrico.

Em um contexto diferente, Bernardo (2012) abordou as ligações elétricas irregulares não como um tema específico da Educação Básica, mas como uma reflexão dos professores sobre essa abordagem, considerando a possibilidade de incorporá-la ao ensino. A metodologia utilizada foi o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em um curso de formação de professores. A contextualização e os aspectos sociocientíficos dos temas discutidos revelaram as dificuldades e

inseguranças dos professores em relação à utilização desse tema gerador, embora reconhecessem sua importância como "catalisador de debates" e nas discussões em sala de aula.

Considerações finais

Em síntese, os trabalhos analisados revelam poucos artigos que abordam estratégias para conectar a teoria da eletricidade aos aspectos cotidianos dos estudantes. Tais abordagens contextualizadas, como a utilização da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade por Prestes e Silva (2008) e as atividades investigativas propostas por Costa e Hosoume (2008), demonstram a importância de estabelecer essa relação para tornar o ensino mais contextualizado e significativo. Ademais, tratar a relação teoria e prática como uma maneira de ensinar, como Bernardo (2012), também atua na construção e contextualização de temas relativos ao meio do estudante, tendo em vista a utilização da abordagem CTS, fundamentada em temas geradores (que devem fazer parte do cotidiano do estudante). Dessa forma, metodologias que integrem conceitos científicos ao cotidiano do estudante contribuem para uma aprendizagem com significados.

Por fim, destacamos, a importância de utilizar metodologias que busquem vincular os fenômenos elétricos à realidade do estudante. Isso não apenas facilita a compreensão do conteúdo, mas também estimula a observação da presença da eletricidade no cotidiano, seja nas características dos dispositivos eletrônicos ou nos possíveis riscos associados à energia elétrica.

Referências

ALMEIDA, M. V.; SILVA, J. R. N.; NEVES, J. A. Análise da construção de conceitos sobre energia a partir de uma atividade experimental sobre fontes renováveis. **EPEF**, 17, 2018, Anais [...] Campos do Jordão: SBF, 2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BERNARDO, J. R. R. A educação em ciências e a abordagem baseada em questões sociocientíficas: as ligações elétricas irregulares como tema. **EPEF**, 13, 2012, Anais [...] Maresias: SBF, 2012.

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

COSTA, F. V. e HOSOUME, Y. O ensino de eletricidade na EJA: uma proposta. 2008, Anais. São Paulo: SBF, *In*: **EPEF**, 2008.

FILHO, M. P. S.; GRANDINI, C. R. Livros didáticos de física para o ensino médio: uma análise de conteúdo dos níveis operacional e conceitual das práticas de eletricidade e magnetismo. *In: EPEF*, 9, 2004, Anais [...] Jaboticatubas: SBF, 2004.

LAMEU, L. P e ASSIS, A. O uso de telefones celulares sob a ótica da temática Energia e suas implicações sociais. *EPEF*, 17, 2018, Anais [...] Campos do Jordão: SBF, 2018.

MATO GROSSO DO SUL, Secretaria de Educação. Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul: MS, 2021.

NAKAMOTO, P. T *et al.* O Uso de Mapas Conceituais e Realidade Virtual para o Ensino. *In: EPEF*, 9, 2004, Anais [...] Jaboticatubas: SBF, 2004.

NOGUEIRA, G. T; HERNANDES, J, A. Adaptação da disciplina de laboratório de eletricidade e eletrônica para o ensino remoto devido à pandemia de covid-19. 2022, Anais. SBF, 2022.

OLEGARIO, M. V. T *et al.* Eletricidade em exposição: elementos para a abordagem da eletricidade no cotidiano, em um museu de ciências. 2020, Anais *EPEF*. Campos do Jordão: SBF, 2020.

PRESTES, R. F; SILVA, A. M. M. O ciclo dialético questionamento-argumentação-comunicação em uma proposta de estudo das questões energéticas na sala de aula de física. *EPEF*, 11, 2008, Anais [...] Curitiba: SBF, 2008.

SALAMI, M. A e FILHO, J. B. R. Resistores e capacitores utilizando lápis, papel e plástico; *In: EPEF*, 9, 2004, Anais [...] Jaboticatubas: SBF, 2004.

SANCHES, V.T *et al.* Laboratório investigativo de eletricidade: principais dificuldades dos estudantes. *EPEF*, 16, 2016, Anais [...] Natal: SBF, 2016.

SANTOS, J. F. M; COSTA, G. G; CATUNDA, T. Análise da aprendizagem de circuitos elétricos em cursos de laboratório de física experimental baseados em investigação. *EPEF*, 15, 2014, Anais [...] Maresias: SBF, 2014

SILVA, C. C e PIMENTEL, A. C. Benjamin Franklin e a história da eletricidade em livros didáticos. *EPEF*, 10, 2006, Anais [...] Água de Lindóia: SBF, 2006.

TEIXEIRA, A. M e SUTIL, N. Energia e o caso da usina hidrelétrica de Belo Monte: relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no ensino fundamental. *EPEF*, 16, 2016, Anais [...] Natal: SBF, 2016.

TONIDANDEL, D. A. V.; ARAÚJO, A. E. A. de; BOAVENTURA, W. do C. História da Eletricidade e do Magnetismo: da Antiguidade à Idade Média. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], ano 2018, v. 40, ed. 4, 2018.

VINHA, M. L; NUNES, C; PIETROCOLLA, M. Criatividade no processo de elaborar simulações virtuais de física. *EPEF*, 9, 2004, Anais [...] Jaboticatubas: SBF, 2004.

ZAMORANO, R; GIBBS, H; VIAU, J. Modelaje analógico en la enseñanza de circuitos de corriente contínua. *In: EPEF*, 9, 2004, Anais [...] Jaboticatubas: SBF, 2004.

2.2 REVISÃO DOS TRABALHOS DO SNEF

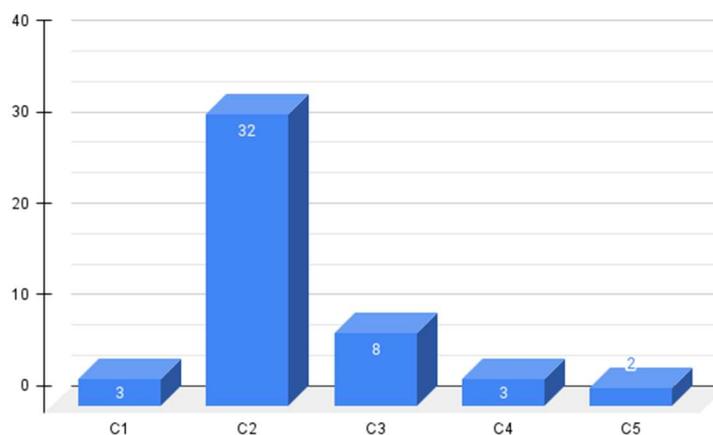
Nesta seção apresentamos a revisão dos trabalhos presentes no SNEF. A seleção dos trabalhos foi realizada com base nas palavras-chave: “eletricidade, eletrodinâmica e energia elétrica”. A busca foi conduzida a partir das edições SNEF dos últimos 9 anos, entre 2015 e 2023. Com base na leitura e análise dos artigos, foi possível classificá-los em cinco categorias distintas, apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 – Categorias emergidas da leitura dos trabalhos do SNEF

Categorias	Código
Montagens experimentais	C1
Propostas didáticas implementadas	C2
Propostas didáticas não implementadas	C3
Revisão da literatura	C4
Relato de experiência	C5

Fonte: Autora.

As categorias identificadas foram: C1, sobre montagens experimentais (artigos que descrevem a elaboração e apresentação de experimentos); C2, propostas didáticas implementadas (artigos que abordam sequências didáticas ou atividades aplicadas em sala de aula); C3, propostas didáticas não implementadas (trabalhos que apresentam apenas sugestões para o ensino de conteúdos de eletricidade, sem aplicação prática); C4, revisão da literatura (publicações que apresentam análises bibliográficas sobre o tema); e C5, relato de experiência (artigos que compartilham experiências vivenciadas em sala de aula, não se limitando à descrição de atividades, mas também apresentando reflexões e observações durante a implementação). A partir dessa categorização, foi possível determinar a quantidade de artigos para cada categoria, conforme apresentado no gráfico 2.

Gráfico 2 – Quantificação dos trabalhos do SNEF representados por categorias

Fonte: Autora.

Na categoria C1, os artigos selecionados voltaram-se às montagens experimentais, ou seja, trabalhos que apresentassem apenas demonstrações ou aparatos para experimentação. Bezerra, Rocha e Artiman (2015), abordaram a perspectiva das montagens experimentais (em oficinas), utilizando a Fonte de Heron e um suporte de madeira com fios e lâmpada acoplados para visualização de materiais condutores e isolantes, em um circuito, para o ensino médio. Já Gonçalves e Oliveira (2017) propuseram uma Montagem experimental com materiais de custo acessível para estudantes do ensino fundamental, para demonstrar, por analogia, o movimento ordenado dos elétrons (corrente elétrica).

Para as propostas didáticas, de categoria C2, muitos dos autores utilizaram de experimentos no ensino da eletricidade e eletrodinâmica. Como exemplo, JR Fernandes e Arcanjo-Filho (2015), a partir de aparatos experimentais de custo acessível como gerador de diferença de potencial e circuitos com pilhas, fios e leds, demonstraram o ensino da eletrodinâmica e do eletromagnetismo no ensino médio, assim como, Marcelino e Camargo (2017), abordaram o uso da experimentação no ensino de Física.

Bexiga et al. (2017) desenvolveram uma sequência didática com base nos princípios do construtivismo, para abordar circuitos elétricos e supercondutividade, utilizando experimentos práticos. De forma semelhante, Prestes et al. (2017) exemplificaram circuitos elétricos e seus efeitos por meio de equipamentos do cotidiano, como o chuveiro elétrico. Por fim, Silva et al. (2017) trabalharam com

experimentação envolvendo observação e desenvolvimento de hipóteses, enfatizando a investigação científica.

Outras metodologias observadas na categoria C2 são relativas ao uso das Tecnologias da informação e comunicação, simuladores, arduino e robótica. Alves, Galindo e Barros (2015), utilizando as TICs e abordando o crescente uso da internet por crianças e adolescentes, propuseram simulações no ensino de eletrodinâmica.. (circuitos em série e paralelo). Maciel et al. (2017), em uma sequência didática baseada nos Três Momentos Pedagógicos (cujas etapas são: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento), utilizaram simuladores e questões que fizessem analogia do conteúdo ao cotidiano do estudante.

Bertasi (2019) utilizou-se do Arduino e do programa Scratch em aulas de eletricidade cujo tema era: resistência equivalente e circuito misto para o segundo ano do ensino médio, assim como Baião, Amaral e Veraszto (2017), que fizeram o uso do *Scratch for Arduino* para o ensino de corrente elétrica, a partir de uma abordagem construtivista. Souza et al. (2023) abordam a eletrodinâmica a partir de discussões sobre questões sociais relacionadas à física, e a prototipagem com Arduino. O projeto desenvolvido, chamado "TechPark", promoveu aulas expositivas dialogadas, oficinas práticas e a construção de um folder informativo, onde os estudantes apresentaram suas prototipagens integrando teoria e prática para abordar a Doença de Parkinson.

Baseado em um ensino que visa apresentar questões a serem discutidas, e que não utilizam tecnologias, Gonçalves et al. (2017) e Maciel et al. (2017), a partir dos Três momentos pedagógicos, realizaram uma série de problematizações relativos a conceitos de potência elétrica, e consumo e gasto de energia. Além disso, Souza et. al (2023), a partir do enfoque CTS, incitaram discussões e contextualizações com base no filme "O menino que descobriu o vento". Já Amaral, Mazzarella e Guerra (2023), debateram sobre os efeitos da eletricidade no corpo humano considerando perguntas relacionadas ao cotidiano. Posteriormente, discussões coletivas a partir de ilustrações a respeito de assuntos como: Garrafa de Leyden, eletricidade animal e o papel das mulheres na produção do conhecimento científico no século XVIII.

Há também metodologias baseadas no ensino por investigação e metodologias ativas. Silva et al. (2023) buscaram investigar e comparar a resistência elétrica de lâmpadas incandescentes, lâmpadas fluorescentes e lâmpadas de LED para compreender a importância da escolha consciente dos dispositivos de iluminação. Souza e Silva (2019), com o objetivo de investigar as implicações da utilização da robótica no ensino da eletrodinâmica, desenvolveram atividades de prototipagem relacionadas aos temas de geração de energia elétrica, consumo de energia elétrica e associação de resistores. Junior; Prado; Brozeguini (2019), utilizaram a metodologia ativa e atividades investigativas, aparatos experimentais como um kit eletrônico de circuito elétrico, para, ao fim das atividades, avaliar o domínio dos alunos no conteúdo de circuitos de corrente contínua.

Outras metodologias da categoria C2 voltaram-se à aplicação de conceitos relativos à Teoria da Aprendizagem Significativa, como os questionários de conhecimento prévio. Hurko et al (2015), em uma sequência de aulas baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolveu conceitos sobre o átomo para estudo dos fenômenos elétricos a partir de leituras de textos, discussões e intervenções de estudantes do PIBID Física UFPR. Já Raminelli, Filho e Raminelli (2017) tiveram como objetivo a aplicação de um questionário para mapear o conhecimento prévio dos estudantes sobre alguns aspectos da eletrodinâmica.

A categoria C3 volta-se aos artigos cujas propostas didáticas não foram implementadas. Em primeiro lugar, com o uso de simuladores, Mineiro e Dias propuseram a utilização de simuladores (por meio da plataforma de experimentos virtuais *Phet*), por acreditar que essa metodologia confronta algumas concepções alternativas que os estudantes possam ter sobre algum assunto de eletricidade. Ruz et al (2017) propuseram aulas teóricas ligadas à prática laboratorial e simuladores no ensino da eletrodinâmica no Ensino Médio. Já Evald e Buss (2021) propuseram experimentações utilizando componentes eletroeletrônicos de aparelhos fora de uso ou no fim da vida útil, aplicados ao ensino de circuitos elétricos

Por meio de uma sequência didática, Lourenço e Oliveira (2021) propuseram a construção de um aplicativo com aulas, explicações e atividades interativas, com conceitos de eletricidade apresentado em libras para estudantes surdos. Já Araújo,

Gonçalves e Menezes (2017) propõem uma UEPS e de Arduinos, para demonstrar os diferentes circuitos de uma residência e os conceitos físicos como potência elétrica e a energia consumida por aparelhos eletroeletrônicos. Além disso, Bonfim e Moura (2021), abordam, por meio de uma sequência didática com ênfase em história e investigação, para tratar de conceitos como a eletricidade, passando pelas garrafas de Leiden, Benjamin Franklin, Francis Hauksbee, Stephen Gray, entre outros.

Na categoria C4, de revisão da literatura, Raffa, Oliveira e Costa (2015), Porto et. al (2015), realizaram um estudo em livros didáticos de Física volume 3, aprovados no PNLD/2012, a fim de analisar e caracterizar (se são descritivos ou práticos, investigativos e apresentam uma contextualização sociocultural) os experimentos propostos sobre eletricidade e investigar as diferentes situações didáticas presentes nos livros, como exercícios, problemas e testes, respectivamente. Já Moraes e Silva (2017) pesquisaram, em periódicos, artigos que abordassem as noções de produção e consumo de energia elétrica no ensino médio, sinalizando, ao fim da pesquisa, a necessidade de publicações de estudos dedicados ao assunto.

A categoria C5 contempla os artigos caracterizados como: “relatos de experiência”. Esses artigos, mesmo que implementados em sala de aula, apresentam como objetivo uma reflexão sobre o trabalho feito. Como exemplo, Mahfoud et al (2017) utilizaram-se dos Três Momentos Pedagógicos para a aplicação do conteúdo de Leis de Ohm e associação de resistores, assim como abordam as experiências contidas nesse processo, como as visões entre estudante e conhecimento, as atividades propostas e planejamentos das aulas. Já Alves, Santos e Sales (2017) realizaram discussões sobre os pressupostos teóricos do Ensino por Investigação, ou seja, análise e/ou elaboração de roteiros de atividades investigativas em uma turma de professores.

2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TRABALHOS ANALISADOS NO EPEF E SNEF

Apresentamos uma revisão realizada a partir de trabalhos apresentados em dois importantes eventos do ensino de Física: o Simpósio Nacional do Ensino de Física (SNEF) e o Evento de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). Os eventos

oferecem uma base de publicações científicas relacionadas ao ensino de Física, permitindo uma análise aprofundada das práticas pedagógicas, propostas didáticas e experiências no campo do ensino de Física voltadas para Educação Básica. A análise das publicações permitiu identificar categorias distintas, que refletem as diferentes maneiras de abordar o tema no contexto educacional, desde a elaboração de experimentos até a reflexão sobre a prática em sala de aula.

Tanto nos artigos do EPEF quanto do SNEF, boa parte dos trabalhos classificados como “proposta didática implementada” não se destinaram a aplicação do contexto teórico da eletricidade a assuntos cotidianos, como o cálculo de uma conta de luz residencial, por exemplo. Por esse motivo, as propostas deste TCC, portanto, não se basearam nas atividades propostas nos artigos lidos dos dois eventos.

Em relação aos trabalhos encontrados em ambos os eventos, foi possível perceber a discrepância entre a quantidade de artigos publicados nos dois periódicos. Sendo, em números, 24 trabalhos do EPEF e 48 do SNEF. Já em comparação com as categorias, é possível perceber a mesma quantidade de artigos na categoria de revisão da literatura, para os dois periódicos.

Com relação às propostas didáticas implementadas para cada evento, é possível estabelecer uma porcentagem desses trabalhos para cada um dos periódicos. Para o EPEF, a porcentagem de artigos com propostas didáticas aplicadas em sala de aula é de 62,5% dos trabalhos totais; no SNEF, a porcentagem é de 66,7%. O mesmo pode ser aplicado às propostas didáticas não implementadas, em que, dos trabalhos totais de cada evento, a categoria ocupa 16,6% para ambos os periódicos. Por fim, para a categoria de montagem experimental, nos dois eventos, a categoria ocupa 12,5% para o EPEF e 6,25% do SNEF.

Esses resultados destacam a importância de se explorar metodologias diversificadas, como as sequências didáticas, a experimentação prática e os relatos de experiência, para promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Além disso, ficou evidente a necessidade de mais investigações e implementações de propostas didáticas inovadora.

3 APORTE TEÓRICO

Neste capítulo, apresentamos o referencial teórico, fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa (desenvolvida por David Ausubel) e o referencial metodológico, baseado na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, (proposta por Marco Antônio Moreira), utilizados neste trabalho de conclusão de curso. Ambos os referenciais foram utilizados para contextualizar a relação teórica da eletricidade a elétrica residencial.

3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Ausubel, explica o processo de aprendizagem cognitiva com base no raciocínio dedutivo do indivíduo, que se apoia em seu conhecimento prévio. Em outras palavras, ela explica como o aprendiz adquire novos conhecimentos ao integrá-los em suas estruturas cognitivas, associando-os ao que o estudante já sabe. Esse processo permite que as novas informações sejam assimiladas e significativas para o sujeito, facilitando a construção de conhecimento (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980; Masini, 2011). Nessa direção, Ausubel, et al. (1980, p. 4) salientam: “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo”.

Nesta seção, apresentamos de forma sucinta alguns dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, com foco nos conceitos propostos por David Ausubel. Serão abordados, de maneira breve, os principais aspectos dessa teoria, como a importância do conhecimento prévio na construção do aprendizado, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa e o papel do organizador avançado.

3.1.1 Conhecimento Prévio

O conhecimento prévio trata-se daquilo que o estudante já sabe, sendo “os conhecimentos que os estudantes trazem consigo” (Naujorks, 2022, p. 21). De

acordo com Moreira (2012), se o conhecimento for relevante e relativo a novos aprendizados, são chamados de subsunçores. Ausubel (2003) estabelece que, os subsunçores, ou aprendizagem por subsunção, acontecem quando há relação, de forma significativa, de uma proposição com “proposições subordinantes específicas na estrutura cognitiva do aluno” (Ausubel, 2003, p. 3). Isso é, os subsunçores diferenciam-se dos conhecimentos prévios pois atuam como “proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, idéias [...]” (Moreira, 2012, p. 10), na estrutura cognitiva do indivíduo. Dessa maneira, a aprendizagem é dita significativa quando o aprendiz relaciona os conhecimentos pré-existentes com os novos conhecimentos, adquirindo, assim, maior significado para o sujeito.

Para Ausubel (2003), é a partir dos subsunçores que há ancoragem necessária à aprendizagem significativa de novas informações, devendo, portanto, haver relação entre os novos materiais apresentados com as ideias necessárias para ancorá-lo a estrutura cognitiva do aprendiz. É importante ressaltar que, os subsunçores tem aspectos relativos a “clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a diferenciação” (Moreira, 2012, p. 2), e variam com o tempo, não sendo estáticos, mas podem evoluir ou involuir na estrutura cognitiva (Moreira, 2012). Quando há um conjunto ou estruturas de subsunçores na estrutura cognitiva do indivíduo que são organizados e inter-relacionados, tem-se uma estrutura dinâmica denominada de: diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

3.1.2 Diferenciação Progressiva

A diferenciação progressiva procede “de cima para baixo em termos de abstracção, generalidade e inclusão” (Ausubel, 2003, p. 6), ou seja, segundo o autor, é um modelo baseado na organização cognitiva para aprendizagem e a retenção significativa organizada hierarquicamente. Uma vez que, a aprendizagem significativa ocorre da relação entre o conhecimento não-arbitrário e substantivo, a diferenciação progressiva atua na atribuição de novos significados a um subsunçor. Dessa forma, quando há sucessivas relações entre o subsunçor e a assimilação de novos significados, o conhecimento tende a ficar “mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas” (Moreira, 2012, p. 6).

3.1.3 Reconciliação integrativa

De acordo com Ausubel (2003) quando os novos conhecimentos e ideias relevantes existentes já estão estabelecidas na estrutura cognitiva do estudante, deve-se desenvolver “significados novos e diferenciados [...] e que se possam resolver os significados conflituosos” (Ausubel, 2003, p. 106) devem ser feitos a partir da reconciliação integradora. Moreira, 2011, estabelece que, além da diferenciação progressiva do conhecimento, necessária para diferenciar e associar os novos significados aos subsunçores, haja a reconciliação integrativa, a fim de integrar os significados de forma definida. Isso é, apenas diferenciar o conhecimento pode resultar na não associação do elemento a estrutura; a reconciliação atua no processo da eliminação de diferença do novo conhecimento, eliminando diferenças aparentes, integrando significados e fazendo superordenação.

3.1.4 Organizadores Avançados

Ausubel (2003), estabelece que um organizador avançado é uma ferramenta que conecta o conhecimento prévio do aprendiz ao novo conteúdo que precisa ser assimilado, promovendo uma aprendizagem mais ativa e eficiente, atuando como um mediador. Dessa maneira, o organizador avançado estabelece conexões mais significativas e específicas tanto com o conteúdo particular da tarefa de aprendizagem quanto com as ideias mais gerais que podem servir como base. Além disso, direciona para o conteúdo específico da matéria a ser estudada, especialmente porque o aprendiz tem contato com o organizador antes de se aprofundar no conteúdo principal.

3.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Com o objetivo de desenvolver uma metodologia que vá além da aprendizagem mecânica. Essa aprendizagem, segundo Moreira (2011, p. 5), “é aquela em que a nova informação é internalizada de maneira literal, sem interação cognitiva com conhecimentos prévios, sem incorporação à estrutura cognitiva”. Portanto, é proposto, neste TCC, a construção de sequência didática a partir do

referencial metodológico da UEPS, proposta por Moreira (2011), a qual se fundamenta na TAS. Para elaborar a UEPS, o autor apresenta alguns princípios que devem ser considerados para sua construção. Entre eles, destacamos alguns dos princípios que foram trabalhados na elaboração da UEPS, de acordo com Moreira, (2011, p. 3).

1. O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
2. organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
3. Uma aprendizagem significativa é progressiva e sua avaliação deve se fundamentar em evidências;
4. As situações-problema, empregadas cuidadosamente pelo professor aos estudantes, atuam como organizadores prévios, dando sentido aos novos conhecimentos e podendo torná-los significativos;
5. Na aplicação da UEPS, há uma relação triádica entre o professor, estudante e material educativo, podendo ser quadrática caso outro elemento de ensino não seja utilizado como material;
6. Para a organização da UEPS, deve-se considerar elementos da TAS como: diferenciação progressiva, reconciliação integradora e consolidação;
7. A aprendizagem deve ser significativa, sendo de caráter crítico (Aprendizagem Significativa Crítica), no qual “há um abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no estudante” (Moreira, 2005, p. 3).

Esses princípios buscam garantir que os conceitos apresentados sejam integrados de maneira significativa às estruturas cognitivas dos aprendizes, promovendo um aprendizado mais profundo e duradouro (Moreira, 2011).

Para a elaboração de uma Unidade de Ensino, Moreira (2011) propõe oito passos, os quais são caracterizados conforme descrito no Quadro 3.

Quadro 3 – Descrição dos passos da UEPS de acordo com Moreira(2011)

PASSOS PARA A ELABORAÇÃO DA UEPS	
Passos	Definição
1.Definição de conceitos	Descrição dos conteúdos, baseados na matéria de ensino, a serem trabalhados, bem como seus tópicos e procedimentos.

2. Investigação do conhecimento prévio	Elabora�o de situa�es (atividades), com o objetivo da externaliza�o do conhecimento prévio (relevante para a aprendizagem significativa do t�pico definido anteriormente) do estudante.
3. Situa�es problemas introdutórias	Proposi�o de situa�es problemas a níveis introdutórios, que atuem como organizadores prévios e dêem sentido aos novos conhecimentos a partir de atividades, como: simula�es, demonstra�es, vídeos, etc.
4. Diferencia�o progressiva	O conhecimento a ser ensinado parte de aspectos gerais do conteúdo, como uma visão geral dos t�picos a serem trabalhados, para elementos mais inclusivos.
5. Complexidade	Apresenta�o do conteúdo e proposi�o de situa�es problemas em níveis mais altos de complexidade, promovendo reconcilia�o integradora aos conteúdos já trabalhados.
6. Reconcilia�o integrativa	Conclusão da unidade, feita a partir de uma diferencia�o progressiva, atribuindo novos significados aos conhecimentos
7. Avalia�o	� fundamentada na avalia�o de toda a implementa�o da UEPS (seja processual ou somativa e individual, aos estudantes), denotando as evidências de aprendizagem significativa ao longo desse processo.
8. Efetividade	A partir da ideia de que a aprendizagem significativa � progressiva e não baseada em comportamentos finais, a efetividade da UEPS tem êxito se a avalia�o do desempenho dos estudantes apresenta evidências de aprendizagem significativa.

Fonte: Autora, 2024.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste Trabalho de Conclusão de Curso baseou-se na elaboração de uma Unidade de UEPS), fundamentada nas competências estabelecidas pela BNCC) e nos documentos oficiais de Mato Grosso do Sul. Essa sequência foi elaborada como uma proposta didática voltada para um itinerário formativo específico, cujo tema central foi “elétrica residencial”. As Unidades Curriculares Eletivas fazem parte da composição dos Percursos Formativos Propedêuticos – Itinerários Formativos, são ofertadas semestralmente.

De acordo com o catálogo da Unidade Curricular apresentada aos professores das escolas públicas de MS no ano de 2023, a Unidade Curricular “Elétrica Residencial” tinha como proposta:

Unidade Curricular tem como proposta aprofundar a compreensão sobre o funcionamento do circuito elétrico e diferenciar cada componente e/ou eletrônico presente no dia a dia, refletindo sobre a utilização de energia sustentável e os diversos tipos de energia renováveis com argumentação sobre as vantagens e desvantagens no processo. Outrossim, entender os conceitos básicos de eletricidade como tensão, geradores, potência, corrente, cálculo do consumo de energia, capacitores, resistores, disjuntores, lâmpadas, quadro de distribuição, dentre outros (Mato Grosso do Sul, 2023, p. 200).

Nesse contexto, o conteúdo de eletrodinâmica foi abordado de maneira contextualizada, buscando estabelecer conexões diretas entre a teoria e o cotidiano dos estudantes. Para isso, foram utilizadas estratégias como montagens experimentais, que permitiram a observação prática de conceitos; situações-problema, que estimularam o raciocínio crítico e a resolução de desafios reais; questionários, que promoveram a reflexão; e projetos, que incentivaram a aplicação criativa e colaborativa dos conhecimentos adquiridos. Essa abordagem teve como objetivo tornar o aprendizado mais significativo e alinhado às experiências do estudante.

No Quadro 4, apresentamos os objetivos de cada passo, alinhados aos documentos oficiais que serviram como base para a elaboração da UEPS.

Quadro 4 – Síntese dos passos da UEPS

PASSOS DA UEPS	ATIVIDADE DESENVOLVIDA	OBJETIVOS DA UNIDADE CURRICULAR
1. Definição dos conceitos a serem abordados	Foram definidos os conceitos de acordo com os objetos de conhecimento da Unidade Curricular.	Circuitos elétricos; Resistência e resistividade; Associação de resistores; Leis de Ohm; Curto-circuito; Dispositivos elétricos; Gerador elétrico; Receptor elétrico; Potência elétrica; Cálculo do consumo de energia elétrica; Instrumentos de medidas;
2. Investigação do conhecimento prévio	Aplicação de uma situação-problema a fim de investigar o conhecimento prévio do estudante sobre: cargas elétricas, eletrização, força e campo elétricos.	Construir circuitos elétricos simples utilizando materiais acessíveis ou por meio de laboratórios virtuais
3. Situação-problema introdutória	Implementação de duas situações-problemas introdutórias, para duas atividades diferentes: a observação e explicação do comportamento de um eletroscópio (com o objetivo de entender o comportamento de um corpo eletrizado, os processos de eletrização e conceitos físicos envolvidos) e de um kit de circuitos elétricos, com pilha, lâmpadas de led e fios jacaré (a fim de demonstrar o comportamento do elétron em materiais condutores e não condutores).	Compreender o funcionamento do circuito elétrico de uma residência e identificar cada elemento do circuito
4. Diferenciação progressiva	Leitura de três textos ao longo do passo, atuantes como situação-problema e base para as atividades e discussões, com foco em explicar conceitos relativos a bandeiras tarifárias, selo de eficiência energética e noções de potência, consumo e uso eficiente de energia elétrica.	Calcular o consumo de energia elétrica mensal de uma residência e elaborar estratégias para torná-lo consciente, visando o desenvolvimento sustentável.
5. Complexidade	Utilização de situações-problema, juntamente com um kit de montagem de circuito elétrico, para observar e descrever o comportamento da associação de resistores em um sistema. Além disso, a partir de um texto norteador, será feito a montagem de um experimento com suporte de pilha tipo D, para testar e verificar a importância da resistividade de um fio em um circuito.	Compreender o funcionamento do circuito elétrico de uma residência e identificar cada elemento do circuito.
6. Reconciliação integrativa	Na reconciliação integrativa, as duas atividades propostas serão baseadas em textos norteadores que servirão como situação-problema, por abordarem notícias que envolvem os temas a serem trabalhados: os riscos	Compreender o funcionamento do circuito elétrico de uma residência e identificar cada elemento do circuito.

	<p>associados ao mau funcionamento de circuito elétrico, assim como seus componentes e medidas de segurança para manuseio. Na primeira atividade, além do texto, será utilizado o simulador Phet; Na segunda atividade, os estudantes deverão identificar quais são os componentes de um circuito elétrico, como disjuntor e fusível. Já na última atividade, é proposto uma discussão baseada no texto base, entregue pela professora.</p>	<p>Construir circuitos elétricos simples utilizando materiais acessíveis ou por meio de laboratórios virtuais.</p> <p>Analisar as normas de segurança que regulamentam o trabalho em instalações elétricas e desenvolver dicas práticas de segurança para atividades como trocar lâmpadas, chuveiros, tomadas e interruptores.</p>
7.Avaliação	<p>Neste passo da UEPS, propõe-se uma atividade avaliativa na qual os estudantes terão a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula.</p> <p>Receberão peças de MDF (ou outro material que o professor achar válido) para a montagem de peças semelhantes aos cômodos da escola. Além disso, deverão fazer ligações de circuitos elétricos nas maquetes, a partir de fios de cobre encapados, com pilhas e lâmpadas de led para iluminar os cômodos. Por fim, receberão um questionário para responder perguntas teóricas e com cálculos matemáticos acerca dos cômodos construídos</p>	<p>Compreender o funcionamento do circuito elétrico de uma residência e identificar cada elemento do circuito.</p> <p>Construir circuitos elétricos simples utilizando materiais acessíveis ou por meio de laboratórios virtuais.</p> <p>Calcular o consumo de energia elétrica mensal de uma residência e elaborar estratégias para torná-lo consciente, visando o desenvolvimento sustentável.</p> <p>Analisar as normas de segurança que regulamentam o trabalho em instalações elétricas e desenvolver dicas práticas de segurança para atividades como trocar lâmpadas, chuveiros, tomadas e interruptores.</p>

Fonte: Autora.

Algumas das atividades e situações-problema da UEPS foram aplicadas como estudo piloto em um escola estadual de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, em 2023. As atividades foram desenvolvidas na Unidade Curricular “Elétrica Residencial” e foram conduzidas pelo professor regente da turma. A implementação foi autorizada pela direção da escola, integrando-se ao projeto desenvolvido em cooperação.

Um dos passos implementados que evidencia a potencial efetividade desta UEPS é o passo 7. Nesse estágio, os estudantes do itinerário formativo, além de montarem os protótipos em MDFs e pintarem os cômodos correspondentes à construção da escola, também responderam a um questionário similar ao proposto na sequência. As imagens do projeto concluído, apresentadas na feira de ciências da escola, estão ilustradas na Figura 1.

Figura 1 – Atividade desenvolvida no passo 7 como culminância da Unidade Curricular.



Fonte: Autora.

Nos resultados, apresentamos a UEPS com todas as atividades detalhadamente descritas, incluindo os objetivos e a metodologia de cada passo. Também incluímos um relato da implementação realizada na Unidade Curricular, destacando as potencialidades e dificuldades observadas pelo professor regente durante a aplicação. Esse relato fornece análise relevante sobre o efetividade da sequência no engajamento dos estudantes e na assimilação dos conceitos propostos.

5.RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados do estudo, organizados como uma proposta de sequência didática embasada em uma UEPS. O tema principal da proposta é fundamentado e justificado com base no Catálogo de Unidades Curriculares do Referencial de Mato Grosso do Sul, abrangendo tópicos de eletrostática e eletrodinâmica. A abordagem está direcionada à aplicação prática dos conceitos de elétrica residencial e inclui uma análise reflexiva das percepções do professor regente obtidas por meio de uma entrevista conduzida após a implementação da UEPS em sala de aula

5.1 PROPOSTA DIDÁTICA - UEPS DE ELÉTRICA RESIDENCIAL

Esta proposta didática, alinhada ao objetivo fundamental da unidade curricular, aborda conceitos físicos relacionados à eletricidade. Serão explorados tópicos como circuitos elétricos e seus componentes (bateria, resistores), integrados ao contexto do espaço residencial. Além disso, serão trabalhados temas como noções de potência e consumo, riscos elétricos, curtos-circuitos, e as características de circuitos em série e paralelo, proporcionando uma compreensão aplicada e prática desses conceitos.

Título da UEPS: Elétrica residencial a partir de uma unidade de ensino potencialmente significativa

Público-Alvo: Estudantes do Ensino Médio.

Aspectos Sequenciais

Passo 1 – Definição dos conceitos a serem abordados

Conceitos:

- **Corrente elétrica:** Definição e relação com cargas elétricas, eletrização, campo elétrico e potencial elétrico.
- **Resistência elétrica:** 2ª Lei de Ohm, relação com materiais condutores e isolantes, e associação de resistores.

- **Tensão elétrica:** Diferença de potencial como força motriz da corrente em circuitos.
- **Circuitos elétricos:** Componentes (geradores, resistores, capacitores), análise de associações, e relação entre corrente, tensão e resistência.

Passo 2 – Investigação do conhecimento prévio

Para a investigação do conhecimento prévio dos estudantes, propomos uma situação-problema inicial sobre os conceitos de eletrostática, a situação será acompanhada da Figura 2.

Situação inicial: Imagine que você, durante um dia com clima seco, ao encostar no registro do chuveiro para tomar banho recebe uma pequena descarga elétrica. Ao contar para os seus amigos, um deles culpa a fiação do chuveiro elétrico. Como você explicaria para seus amigos o motivo de você ter levado um leve choque?

Figura 2 – Imagem simulando um choque no chuveiro.



Fonte: SABER ELÉTRICA. *Choque elétrico em chuveiro: explicação e cuidados*. Disponível em: <https://www.sabereletrica.com.br/choque-eletrico-chuveiro/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

Os estudantes deverão, individualmente e por escrito, estabelecer relações entre os conceitos de eletrostática, previamente estudados nas aulas de Física na escola e as situações presentes em seu cotidiano.

Passo 3 – Situações-problema introdutórias

Neste passo, serão trabalhadas duas situações-problema introdutórias. A primeira abordará os processos de eletrização, com ênfase na utilização de um eletroscópio, enquanto a segunda tratará das diferenças entre condutores e isolantes. Ambas as situações serão exploradas de forma a permitir que os estudantes compreendam e apliquem os conceitos de eletrostática em contextos práticos.

Para relacionar a situação-problema inicial da primeira aula a uma atividade experimental, os estudantes irão realizar um experimento com roteiro fechado sobre os conceitos iniciais de eletrostática. A atividade envolverá a construção de eletroscópios em laboratório, utilizando materiais de custo acessível, e será precedida de uma revisão teórica dos conceitos envolvidos.

Inicialmente os estudantes responderão a situação-problema e após realizarão uma atividade experimental (quadro 5):

Quadro 5 – Atividade Experimental – Eletroscópio

Situação-problema introdutória: Um grupo de estudantes recebeu a missão de investigar o comportamento de um eletroscópio de folhas ao ser aproximado de diferentes materiais carregados eletricamente. Durante o experimento, o grupo observou que, ao aproximar uma régua de plástico esfregada em um tecido de lã, as folhas do eletroscópio se afastavam. Por que as folhas do eletroscópio se afastam ao aproximar certos materiais?



Fonte: CULTURA SECULAR. Efeito fotoelétrico. Cultura Secular, 2005.
Disponível em: <https://cultura.secular.com.br/06-nov2005/fotoeletrico.html>.

Atividade Experimental - Eletroscópio

Materiais:

Eletroscópio;
Balão de festa;

Para auxílio do experimento, observe a série triboelétrica:

Investigação do experimento:

1. Encha o balão de festa. Agora, aproxime do eletroscópio sem encostar. Qual o comportamento do eletroscópio?
2. Agora, atrite o balão nos cabelos secos ou o tecido de lã. Aproxime o balão do eletroscópio sem encostá-lo no eletroscópio. Qual o comportamento das hastes observado no eletroscópio? Por que isso acontece?
3. Quais os processos de eletrização envolvidos no experimento entre o balão e eletroscópio? Observando a série triboelétrica, denote:
4. Qual material ficou eletrizado positivamente e negativamente nos pares: Balão + cabelos humanos

Série triboelétrica
+
Pele humana seca
Pele de coelho
Vidro
Cabelo humano
Papel
Borracha
Polietileno
-
PVC

5. Como é possível associar força elétrica quando o balão é aproximado do eletroscópio? Quais os elementos observados que mostram a existência dessa força?

Fonte: Autora.

Este experimento, acompanhado das questões propostas, busca integrar os processos de eletrização com outros conceitos fundamentais, como a força elétrica. As atividades deverão ser realizadas em duplas, promovendo a troca de ideias e a construção conjunta do conhecimento.

Na segunda situação-problema introdutória (Quadro 6), os estudantes serão orientados a explorar conceitos relacionados a materiais condutores e isolantes, analisando sua influência em circuitos elétricos. Para isso, serão utilizados objetos como prego, canudo, lápis, grafite, palito de churrasco, recipiente com água e solução de água com sal de cozinha. Com base nos experimentos realizados, os alunos deverão debater em grupo para avaliar e classificar, a partir das suas concepções, quais são os materiais condutores ou isolantes, de acordo com a atividade do Quadro 6:

Quadro 6 – situação problema introdutória sobre condutores e isolantes

Questão – Materiais condutores e isolantes: Observe os materiais e agrupe-os em condutores e isolantes:

Materiais	Condutores	Isolantes
Cabo elétrico		
Clips		
jacaré		
Madeira		
Vidro		
Papel		
Plástico		
Grafite		
Parafuso		
Água com sal		
Água		

Fonte: Autora.

Após a resolução da situação-problema, será realizada uma atividade experimental (Quadro 7) com um circuito composto por lâmpada, fios condutores e

uma bateria. O objetivo é verificar se os materiais identificados anteriormente como isolantes ou condutores permitem o acendimento da lâmpada. Além disso, serão abordadas questões relacionadas à energia elétrica que circula pelo sistema, explorando o comportamento dos materiais no circuito.

Quadro 7 – Roteiro da Atividade experimental com condutores e isolantes

Roteiro da Atividade Experimental – Condutores e Isolantes			
MATERIAIS CONDUTORES E ISOLANTES			
Objetivo	Classificar os diferentes materiais em condutores e isolantes.		
Materiais	Suporte; Suporte com lâmpada; Cabo elétrico; Clips ou jacaré; Madeira; Vidro; Papel; Plástico; Grafite; Parafuso; Água com sal; Água.		
Procedimento	Monte um circuito simples com duas pilhas, uma lâmpada e os jacarés. Após coloque os diferentes materiais entre os circuitos e anote as observações conforme a tabela.		
Atividade	Materiais	Acende/não acende a lâmpada	Luminosidade Alta ou Baixa
	Madeira		
	Vidro		
	Plástico		
	Água com sal		
	Água		
	Parafuso		
	Grafite		
	Papel		
De acordo com o experimento responda as questões:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quais materiais são bons condutores? 2. Como os materiais condutores influenciam na luminosidade da lâmpada? 3. A água é boa condutora? E a água com sal? Justifique. 4. Qual é o tipo de energia envolvida no processo? 5. Por que a lâmpada acende quando o circuito tem pilhas e condutores conectados a ela? 6. O que os materiais condutores conduzem para que a lâmpada acenda? 7. Como a pilha influenciou o circuito elétrico? Anote o número da tensão da pilha e discuta qual a importância disso para a luminosidade da lâmpada. 		

Fonte: Autora.

Passo 4 – Diferenciação Progressiva

Na diferenciação progressiva serão abordados conceitos relacionados ao consumo de energia elétrica e a potência elétrica. A situação-problema 1 será

voltada a eficiência energética do Selo Procel. Já na situação-problema 2, o foco estará na discussão e a elaboração de previsões matemáticas sobre o consumo elétrico mensal, com base na observação de aparelhos elétricos e na análise da conta de luz. Em ambas as atividades (quadro 8 e 9), as discussões deverão ser realizadas em duplas.

Quadro 8 – Situação-problema 1 – eficiência energética

Atividade 1 – selo de eficiência

Discutindo o selo de eficiência energética

O selo de eficiência energética é uma etiqueta que informa o nível de eficiência energética de um produto, indicando o seu consumo energético. “O Selo Procel indica ao consumidor os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro da sua categoria (ventiladores de teto, lavadoras automáticas, geladeiras). Assim, se você for a uma loja para comprar um eletrodoméstico e escolher aquele com o selo Procel, saberá que este produto consome menos energia que outro equivalente sem o selo, proporcionando economia na conta de eletricidade e acarretando menos impactos no meio ambiente.” (Empresa de Pesquisa Energética, 2024). Os aparelhos eletrodomésticos, como geladeiras e máquinas de lavar, em categorias que vão de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Energia (Elétrica)		CONDICIONADOR DE AR
Fabricante		Electrolux
Marca		EE07F/220V
Modelo/tensão (V)		
Mais eficiente	A	A
	B	
	C	
	D	
Menos eficiente	E	
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês) <small>(Com base nos resultados do ciclo normalizado pelo INMETRO, de 1 hora por dia por mês)</small>		15,8
Modo Espera - Standby (W)		0,24
Capacidade total de refrigeração (kW) <small>(BTUH)</small>		2,20 (7500)
Eficiência energética <small>A Plena Carga (quanto maior, melhor)</small>		2,92
Tipo Refrigeração		
Refrigeração + Aquecimento		
<small>Requisito de Avaliação de Conformidade para Condicionadores de Ar Instruções de instalação e recomendações de uso, veja o Manual do aparelho</small>		
PROCEL	PR.O.D.P.A.M.A. PROGRAMA NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	INMETRO
68001256 REV.00	Registro Inmetro nº 000421/2012	



Fonte: <https://meioinfo.eco.br/selo-procel-importante-para-seu-bolso-e-meio-ambiente/>

Com base no texto, responda:

1. Como o selo de eficiência energética pode influenciar a decisão de compra dos consumidores ao comparar dois aparelhos com a mesma funcionalidade, mas com classificações energéticas diferentes?
2. Quais os impactos ambientais e econômicos que podem ser gerados pelo uso de aparelhos com baixa eficiência energética?

Fonte: Autora.

A atividade 1 (quadro 8) tem como objetivo explicar o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, ou “selo Procel”, que indica a eficiência energética de alguns eletrodomésticos. Com isso, os estudantes terão a oportunidade de organizar seus conhecimentos e estabelecer relações conceituais sobre o que é a eficiência energética dos aparelhos eletroeletrônicos.

No quadro 9, por meio de um texto-problema sobre as bandeiras tarifárias, será aplicada uma atividade que deverá nortear o conhecimento dos alunos a noções de consumo elétrico, associados a uma conta de luz. Com o texto norteador, os alunos deverão entender também os diferentes cálculos e valores da energia elétrica de suas casas nas bandeiras verde, amarela ou vermelha.

Quadro 9 – Situação-problema 2 - as bandeiras tarifárias

As bandeiras tarifárias, o consumo mensal e a conta de energia elétrica

As bandeiras tarifárias são um sistema adotado no Brasil para sinalizar aos consumidores os custos de geração de energia elétrica e, conseqüentemente, ajustar o valor da conta de luz de acordo com a situação de oferta de energia no país. Essas bandeiras funcionam como um sistema de alerta e de ajuste automático para cobrir os custos de geração de energia em momentos em que as fontes de energia mais baratas (como as hidrelétricas) não conseguem atender à demanda, e é necessário recorrer a fontes mais caras, como as termelétricas. Elas foram implementadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 2015 como uma forma de repassar o custo da produção de energia. Existem três cores de bandeiras tarifárias, que indicam diferentes cenários para o custo da produção de eletricidade:

1. **Bandeira Verde:** Condições favoráveis de geração de energia. Não há cobrança adicional na conta de luz.
2. **Bandeira Amarela:** Sinaliza um custo um pouco maior para a geração de energia, devido a condições menos favoráveis, como um nível de reservatórios de hidrelétricas mais baixo. Nesse caso, há um pequeno acréscimo na tarifa.
3. **Bandeira Vermelha:** Indica condições críticas de geração de energia, seja pela baixa capacidade dos reservatórios ou pela necessidade de acionar termelétricas, que têm custos mais elevados.



Fonte: SUNERGIA. O que significa cada bandeira de energia? 2024. Disponível em: <https://sunergia.com.br/blog/o-que-significa-cada-bandeira-de-energia/>.

A partir dessas problemática, resolva a atividade Relações de consumo e custo utilizando a tabela abaixo que apresenta os aparelhos e suas potências.

Aparelhos	Potência (Watts)
Ar condicionado	2640
Câmera de segurança	26
Computador	350
Freezer	350
Forno microondas	1000
Geladeira comum	250
Geladeira duplex	300
Impressora comum	90
Impressora a laser	400
Lâmpada de led amarela	4
Lâmpada de holofote	100
Lâmpada	20
Ventilador de teto	75

Atividade - Relações de consumo e custo

Roteiro

Consumo: (Potência (Watts) x horas por dia (h) x 30 dias) / 1000

Custo: Consumo x Valor kWh (R\$ 0,89)

Escolha um cômodo da escola (os cômodos não poderão ser repetidos, discuta e escolha com seus colegas!), escolha um dos eletrodomésticos (ou, todas as lâmpadas do cômodo) e anote. Selecione, a partir do quadro, seus valores de potência elétrica. Com base nesses aparelhos, responda: Observando a tabela de potência/hora, qual o consumo mensal? Quanto é gasto devido ao consumo calculado no final do mês? Qual a eficiência energética desses aparelhos segundo o “selo Procel”?

Anote o aparelho eletrônico na tabela abaixo, colocando as quantidades, potência por hora, consumo mensal e custos mensal para cada cômodo.

Nome do cômodo:

Aparelho	Quantidade	Potência	Consumo mensal	Custo

Após a relação de consumo mensal de cada aparelho do cômodo, anote a relação do consumo em kWh dos eletrodomésticos e o valor total gasto em um mês:

NOTA FISCAL / CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Escola _____
 Rua _____ nº _____,
 Bairro _____



Conta referente a	Apresentação	Data prevista da próxima leitura
Nov/2023	10/11/2023	10/12/2023

Valor KWh: R\$ 0,89.

Consumo:	Vencimento: _ / _ / _	Valor total a pagar para o cômodo:
<input style="width: 80%;" type="text"/> KW/h		<input style="width: 80%;" type="text"/> R\$

Qual o valor dessa conta de luz se estivesse na bandeira verde? E na bandeira amarela e vermelha?

A atividade **relações de consumo e custo**, aborda as noções de consumo a partir da potência elétrica, e propõe exemplos práticos e cotidianos para ilustrar esses conceitos, como o cálculo da conta de luz e as bandeiras tarifárias.

Passo 5 – Complexidade

Para esse passo, serão abordados conceitos fundamentais sobre circuitos elétricos, com ênfase na associação de resistores, corrente elétrica e tensão. Após a conclusão da situação-problema 1, espera-se que o estudante observe o comportamento dos circuitos em série e paralelo, associando-os às instalações elétricas de uma residência. O objetivo é que o estudante seja capaz de deduzir e explicar qual tipo de circuito seria mais adequado para a fiação elétrica de uma casa. As imagens do circuito foram feitas com o auxílio do simulador *Ophysics*. Para a montagem dos experimentos, serão utilizados materiais confeccionados em laboratório, que utilizam placas em MDF, cortadas a laser, pilhas 3V, suporte de pilhas, fios de jacaré, e lâmpadas de LED (Figura 3).

Figura 3 – Kit Experimental circuitos em série e paralelo



Fonte: Autora.

No quadro 11, apresentamos a situação-problema 1 e o roteiro para os experimentos de circuitos em série e paralelo. Inicialmente, os estudantes devem responder individualmente à situação-problema 1. Em seguida, eles serão organizados em duplas para realizar a atividade experimental, colocando em prática os conceitos abordados.

Quadro 10 - situação-problema e Roteiro para o experimento de Circuitos em série e paralelo

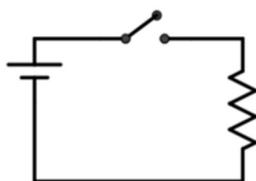
Situação-problema 1– Circuitos em série e paralelo

Na época do Natal, é comum vermos árvores enfeitadas com pisca-piscas. Antônio, filho de um electricista, estava ajudando sua mãe quando percebeu que o pisca-pisca 1 não funcionava quando uma de suas lâmpadas queimava, enquanto o pisca-pisca 2 funcionava, mas apenas parcialmente. Curioso, ele contou essa observação ao seu pai, que ficou pensativo antes de responder, perguntou ao filho: “observando os pisca-piscas 1 e 2, como podemos perceber qual desses é ligado em série? E em paralelo?”

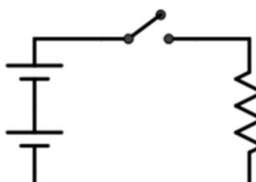
Atividade Experimental Circuito em Série e Paralelo

Procedimento experimental:

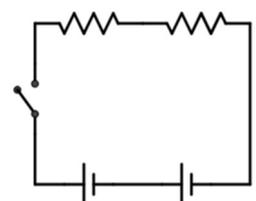
1. Monte o circuito abaixo. O que ocorre quando você liga a chave (interruptor)? Meça, com o uso do multímetro, a tensão do circuito e, a partir da resistência elétrica da lâmpada, determine a corrente elétrica.



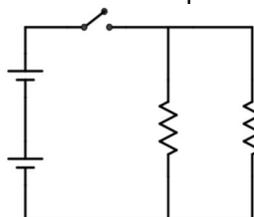
2. Adicione mais uma pilha em série. Ligue a chave e descreva o que ocorre com a intensidade da luz. Qual a explicação Física para esse comportamento? Meça a tensão do circuito e, a partir da resistência elétrica da lâmpada, determine a corrente elétrica.



3. Monte um circuito com duas lâmpadas em série. Ligue-o, observe e descreva o que acontece. A intensidade diminui? Qual a resistência equivalente desse circuito? E a tensão total?

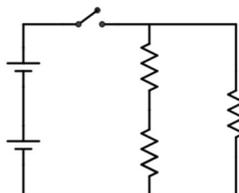


4. Monte um circuito com duas lâmpadas em paralelo. Ligue-o e observe. Existe diferença na intensidade das lâmpadas entre os circuitos desta etapa com a anterior? Descreva o porquê da diferença. Anote, também, o valor da resistência equivalente.



5. Monte um circuito com duas lâmpadas em série, em paralelo com uma terceira. Qual o comportamento observado nas lâmpadas? Descreva e explique o ocorrido. Qual a resistência equivalente do circuito? E a corrente elétrica que passa no primeiro e segundo nó?

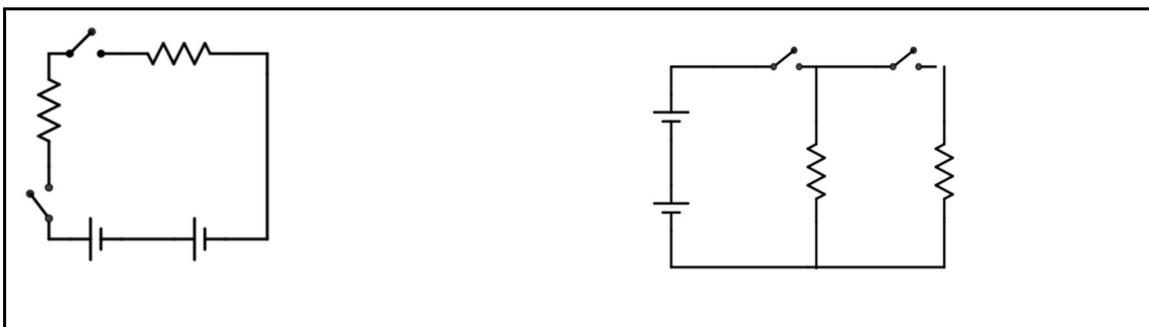
6. Agora vamos pensar num circuito de uma casa. Imagine que queiramos ligar duas lâmpadas



com seus respectivos interruptores. Qual circuito você escolheria e seria mais eficaz caso uma lâmpada do circuito queimasse? Explique o porquê da sua escolha.

A. Circuito 1

B. Circuito 2



Para a situação-problema 2, os estudantes receberão um texto orientador sobre a resistividade de fios elétricos. Após a leitura, a atividade consistirá em testar a resistividade de diferentes fios elétricos, observando seus comportamentos em diferentes condições. Isso permitirá que os estudantes compreendam melhor como a resistência dos materiais pode afetar o fluxo de corrente elétrica e como essa propriedade é relevante em circuitos elétricos.

Quadro 11 - Situação-problema 2 e Atividade Experimental - resistividade

Situação-problema 2 - Resistividade

“O uso de fiação de má qualidade e instalações elétricas inadequadas estão entre as principais causas de curtos-circuitos e incêndios em edifícios residenciais e comerciais no país. Fios e cabos elétricos, por normas técnicas, devem ter condutor em cobre com 99,99% de pureza, garantindo assim a condução de energia com as menores perdas possíveis e máxima segurança. Se o material não tiver essa composição pode chegar a níveis indesejados de perdas elétricas, levando ao sobreaquecimento do fio ou cabo, que podem resultar, além de aumento no gasto de energia elétrica, em perda de vida útil, curtos-circuitos, choques e até incêndios. Um levantamento feito pela Associação Brasileira pela Qualidade dos Fios e Cabos Elétricos (Qualifio) aponta que a maior parte do material disponível no mercado está fora das especificações necessárias. Das 320 amostras testadas de janeiro a setembro deste ano, 59% estão inadequadas. Do total, 23% dos materiais coletados não são certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e tem baixa qualidade, 36% têm certificação, mas apresentam problemas.[...]”

Fonte: Jornal da instalação, Alerta para os riscos dos produtos fora das especificações.

Imagine que você foi contratado por uma empresa para realizar o ajuste da fiação da sala de uma casa, porém, você é novo no ramo e precisa investigar o sistema. Assim, durante a manutenção você nota que a fiação, que deve acender a luz e ligar os eletrodomésticos do cômodo da casa, está com os fios rompidos. Caso os fios fossem trocados por outro material diferente do cobre, como o níquel, a fiação poderia apresentar riscos à sua casa? Por quê?

Atividade Experimental - Testando a resistividade

Materiais

Suporte de pilha D;
2 pilhas D;
Fios de níquel e cobre;

Procedimento Experimental

Testando a resistividade do fio:

1. Conecte o fio fino de cobre no suporte de pilha. Qual o comportamento apresentado?
2. Conecte o fio de níquel no suporte de pilha. Qual o comportamento apresentado?

3. Conecte o fio de cobre de maior espessura no suporte de pilha. Qual o comportamento apresentado?

4. Observando a relação $\rho = \frac{r \cdot a}{L}$, como a resistividade e a espessura dos fios de cobre e níquel influenciou o teste dos fios? Qual o melhor fio para ser usado nos circuitos e fiações elétricas de uma casa, relacionando a resistividade elétrica ao custo benefício?

	Resistividade elétrica ($10^{-8} \Omega m$)
Prata	1,6
Cobre	1,7
Ouro	2,2
Alumínio	2,5
Tungstênio	5,5
Níquel	6,8

Fonte: Autora.

Passo 6 - Reconciliação integrativa

Na reconciliação integrativa, serão abordados conceitos relativos aos componentes de circuitos elétricos: disjuntores e fusíveis em uma caixa de luz. Além disso, serão trabalhados os riscos que uma fiação elétrica pode trazer, sejam diretos (em contato com o ser humano) ou indiretos (a partir de problemas relacionados a curto-circuitos, por exemplo), e quais os riscos e medidas que devem ser tomadas. As atividades podem ser entregues de forma individual ou em grupo, e lidas com o aluno antes de iniciar o experimento virtual.

No quadro 13, a atividade a ser entregue, trata-se de um texto manchete que pode ser lido com os alunos, a fim de mostrar o risco de uma ligação clandestina ou ilegal na rede elétrica (gato elétrico), com algumas questões com situação-problema para abordar o tema. O mesmo gato elétrico pode ser associado a outro sistema em curto circuito, de uma fiação residencial não irregular, do qual dispõe de uma sobrecarga por muitos aparelhos elétricos ligados simultaneamente, e que já possua uma fiação debilitada.

Quadro 12 - Situação-problema: A visualização do curto-circuito

28/12/2014 18h33 - Atualizado em 29/12/2014 10h17

'Gato' de energia elétrica provoca incêndio e destrói 2 casas no ES

Bombeiro disse que energia estava ligada quando equipe chegou. 'Foi ligada direito, sem a proteção do disjuntor', disse técnico da Escelsa.

Do G1 ES, com informações da TV Gazeta *

FACEBOOK TWITTER G+ PINTEREST




Uma ligação clandestina de energia elétrica, conhecida como 'gato', provocou um incêndio que destruiu duas casas e danificou uma terceira, na tarde de domingo (28), no bairro Nova Esperança, em **Linhares**, na região Norte do estado, segundo o Corpo de Bombeiros. Ninguém ficou ferido.

O sargento Paulo Roberto do Corpo de Bombeiros disse que ao chegar no local viu a ligação clandestina. "Eu solicitei o serviço do pessoal que trabalha com energia. E foi confirmado um desvio de energia. Pegaram uma energia clandestina e fizeram para residência que ainda estava ligada quando nós chegamos aqui. Poderia trazer risco para a nossa equipe de receber uma descarga elétrica", relatou o sargento.

saiba mais

Posto de combustível é interditado por 'gato' de energia no ES

Empresário é preso por fazer ligação clandestina de energia, no ES

As casas que ficavam no mesmo lote foram destruídas pelas chamas. "Quando nós chegamos não dava para fazer muita coisa. As duas casas da frente já estavam perdidas, só salvou a terceira casa que ficava nos fundos", explicou Paulo Roberto.

Fonte: <https://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2014/12/gato-de-energia-eletrica-provoca-incendio-e-destroi-2-casas-no-es.html>

Os curtos circuitos - como ocorrem e consequências:

Curto-circuito ocorre quando há um caminho de baixa resistência entre dois pontos de um circuito elétrico, permitindo que a corrente atravesse o fio de forma descontrolada. Isso pode acontecer por isolamento danificado, fios desencapados ou conexões malfeitas. Quando a corrente elétrica flui além do limite suportado, gera um superaquecimento, que pode derreter fios, causar faíscas e até incêndios e danificar equipamentos elétricos conectados ao circuito. No caso do gato elétrico, as conexões são improvisadas e feitas de forma inadequada, com fios mal dimensionados ou mal isolados, além de falta de proteção, como fusíveis e disjuntores. As principais razões pelas quais um gato elétrico pode provocar curto-circuito são: fiação inadequada (cabos de baixa qualidade ou não apropriados para a carga elétrica pode superaquecer e derreter o isolamento, criando contato entre os fios) e sobrecarga (a ligação clandestina sobrecarrega a capacidade do sistema elétrico, causando sobrecarga de corrente, o que gera aquecimento excessivo).

No texto, foi citado que nos gatos pode haver falta de proteção, ou seja, ausência de disjuntores ou fusíveis em um circuito elétrico residencial. É necessário levar em consideração que, mesmo com o uso desses equipamentos, os gatos elétricos também causam riscos físicos e materiais. Em uma casa, entretanto, sem fiações elétricas com gato, imagine que há

sobrecarga ou aquecimento do circuito. Quais as atuações físicas do disjuntor ou fusível para evitar esses tipos de acidentes? Qual a diferença, ou limitação, entre disjuntores e fusíveis? Situação-problema: João acabou de comprar uma nova máquina de lavar roupas para sua casa. Após algumas semanas de uso, ele notou que toda vez que ligava a máquina junto com outros eletrodomésticos, como o micro-ondas e chuveiro, o disjuntor da casa desarmava, cortando a energia da cozinha e da área de serviço. Ele não entende por que isso acontece e pensa em substituir o disjuntor por um de maior capacidade. É correto João trocar o disjuntor por um de maior capacidade? Isso traria riscos à fiação elétrica?

Por fim, como última atividade relacionada aos riscos elétricos, um dos tópicos de discussão será o uso apropriado de materiais e os cuidados em um circuito elétrico exposto (quadro 15). É importante ressaltar que, em nenhuma circunstância a fiação elétrica deve ser manuseada sem ser por um profissional qualificado.

Quadro 14 - Texto de instrução: manuseio de fiação e cuidados com choque elétrico

Manusear fiação elétrica requer cuidados específicos para garantir a segurança e evitar acidentes graves, como choques elétricos, queimaduras ou incêndios:

1. **Use equipamentos de proteção:** Utilize luvas de borracha isolante e calçados com solado de borracha para se proteger contra choques elétricos.
2. **Ferramentas adequadas:** Use ferramentas isoladas específicas para trabalhos elétricos, como alicates, chaves de fenda e decapadores de fios. Essas ferramentas possuem isolamento que protege contra choque elétrico.
3. **Nunca toque em fios expostos:** Mesmo que o disjuntor esteja desligado, evite o contato direto com fios expostos. Verifique sempre se estão devidamente isolados.
4. **Evite áreas molhadas:** Nunca manuseie fiação elétrica em locais úmidos ou com as mãos molhadas. A água é um excelente condutor de eletricidade e aumenta o risco de choque.
5. Em caso de choque elétrico:

- **Jamais tocar na vítima:** Essa é a primeira e maior dica de segurança em caso de choques elétricos. Há condução de corrente de uma pessoa para outra, então qualquer contato pode causar uma tragédia ainda maior. Mesmo que a fonte do choque elétrico já tenha sido desligada (o que sempre é o primeiro passo), jamais toque na vítima sem o auxílio de materiais não condutores, como borracha, plástico e madeira seca.

- **Em caso de queimadura, não passe qualquer substância:** Gelo, manteiga, bandagem... Não use qualquer substância sobre a pele queimada ou bolhas e não abafe o local da queimadura. É importante que a pele possa respirar e que sejam usadas as substâncias corretas de alívio, que devem ser manuseadas por profissionais capacitados em procedimentos adequados. É importante também lembrar que não se deve furar bolhas ou remover pele queimada, mesmo que essa esteja descascando.

- **Não mantenha a pessoa perto da fonte causadora do choque** Lembrando, mais uma vez, de não tocar na pessoa sem o auxílio de materiais não condutores, afaste-a da fonte causadora com a ajuda de alguns desses materiais. Vale puxar e arrastar, se for preciso, para que o dano não seja ainda maior." (Ampher, 2022).

Passo 7 - Avaliação

No passo 7 será proposta uma avaliação final, de caráter somativo e

baseado em um projeto, a fim de aplicar os conceitos e atividades vistos durante toda a sequência didática. Para isso, os estudantes receberão fichas de instrução destinadas a construção de maquetes, com dois cômodos da escola, por grupo, e em MDF (material que será disponibilizado pela professora).

Os MDFs, correspondentes ao cômodo de cada aluno, poderão ser manuseados e cortados à laser (como sugere o projeto Maker da qual a estudante, e autora, deste TCC participa), e posteriormente pintados com tinta guache. Haverão, também, móveis impressos em MDF e em 3D, confeccionados, também, dentro de um laboratório Maker ou por conta do professor e escola. Outra alternativa é fazer a montagem dos cômodos e móveis com papelão ou outro material de custo acessível ao professor e estudantes. As instruções de manuseio são descritas conforme o Quadro 15.

Quadro 15 - Montagem dos cômodos da escola - organização, instrução e questionário

Os conceitos aprendidos previamente serão aplicados de forma prática no cotidiano dos alunos, trazendo a teoria da eletricidade para a realidade. A fiação elétrica residencial, que normalmente é instalada por um eletricista, consiste em diversos circuitos em paralelo, conectando interruptores, tomadas e lâmpadas.

Nesta atividade, os alunos terão um papel ativo, sendo responsáveis pela montagem do projeto de dois ou mais cômodos da escola. Para isso, deverão pintar os módulos de MDFs, posicionar e colar móveis, além de, com o uso de placas de resina, fios de cobre, lâmpadas de LED, interruptores e pilhas, montar o sistema de iluminação dos cômodos. Será fornecido um conjunto de peças de MDF que, ao serem montadas, formarão os cômodos de uma escola. O objetivo é proporcionar aos estudantes a experiência prática de aplicar seus conhecimentos sobre circuitos elétricos na criação de um projeto que simula o funcionamento real de instalações elétricas em um ambiente escolar.

Montando a maquete da escola

Atividade:

1. Qual o nome dos estudantes que estão presentes neste grupo?
2. Quais os cômodos escolhidos?
3. Quais os eletrodomésticos que serão colocados em cada cômodo? Quantos haverão?
Preencha na tabela abaixo, junto com a quantidade de lâmpadas por cômodo.

Cômodo A	
Eletrodoméstico/Lâmpada	Quantidade

Cômodo B	
Eletrodoméstico/Lâmpada	Quantidade

Questionário:

1. Associando o experimento à nossa casa, por que é necessário que haja um interruptor no sistema? Qual a relação entre fechar o circuito e abrir o circuito no comportamento da lâmpada?
2. Você utilizaria a configuração desse circuito em sua casa? Justifique.
3. Tanto os fios da casa que você montou, quanto de uma residência comum, é necessário adicionar um elemento isolante à fiação? Se sim, qual a importância desse elemento?
4. Qual seria a justificativa caso ocorresse um curto circuito, todas as vezes que você ligasse todos os eletrodomésticos desse cômodo? Como isso poderia ser resolvido?
5. Qual o nome da partícula que percorre o caminho de um fio condutor?
6. Qual problema, ou acidente, poderia acontecer caso utilizássemos um fio condutor com menor resistividade que o fio de cobre?
7. Calcule, a partir da tabela abaixo, o valor da conta de luz para esse cômodo:

Aparelhos	Potência (Watts)
Ar condicionado	2640
Câmera de segurança	26
Computador	350
Freezer	350
Forno microondas	1000
Geladeira comum	250
Geladeira duplex	300
Impressora comum	90
Impressora a laser	400
Lâmpada de led amarela	4
Lâmpada de holofote	100
Lâmpada	20
Ventilador de teto	75

5.2 REFLEXÕES SOBRE AS ATIVIDADES IMPLEMENTADAS PELO PROFESSOR REGENTE

No segundo semestre de 2023, UEPS foi implementada pelo professor regente como metodologia do itinerário formativo de “Elétrica Residencial” numa Escola Pública Estadual, como mencionado na metodologia. Essa aplicação teve como objetivo validar a proposta didática desenvolvida neste trabalho. Após as intervenções, o professor regente foi convidado para compartilhar suas percepções e experiências em relação à implementação da UEPS, e suas respostas foram organizadas a partir de três temas principais.

O primeiro tema abordou o engajamento e a motivação dos estudantes durante a implementação. No segundo tema, referente às dificuldades encontradas

na aplicação da UEPS e o terceiro tema discutiu como a disponibilidade de materiais e tecnologias da escola impactou as atividades planejadas.

Engajamento e Motivação dos Estudantes - Quando questionado sobre o engajamento e a motivação dos estudantes durante a implementação da UEPS, o professor destacou que as *“atividades promoveram maior participação ativa dos estudantes”*. Ele atribuiu isso às situações-problema, que instigaram os estudantes a prestar mais atenção e se envolver nas aulas. Além disso, *“as experimentações foram elementos motivadores, já que o aluno se torna ativo no processo de ensino-aprendizagem”*. Essa resposta indica que a UEPS propiciou uma mudança na dinâmica tradicional de ensino, assim exposto por Moreira (2011) sobre a superação da aprendizagem mecânica para a significativa, reforçando a característica da TAS dentro dessa proposta. Além disso, essa UEPS contribuiu despertando o interesse dos estudantes ao conectá-los de maneira prática e contextualizada com os conceitos abordados.

Dificuldades Relacionadas à Estrutura Curricular e Tempo - Em relação às dificuldades enfrentadas durante a implementação da UEPS, o professor destacou o tempo limitado de 50 minutos semanais como um grande obstáculo. Essa restrição foi ainda mais desafiadora devido ao número elevado de estudantes, com mais de 30 alunos na turma. Isso dificultou a execução das atividades experimentais, que exigem mais tempo e organização. Além disso, a diversidade dos estudantes, que incluíam alunos de diferentes anos do ensino médio, exigiu adaptações constantes no planejamento. O conhecimento prévio variado entre os alunos exigiu a revisão de conteúdos fundamentais para garantir que todos estivessem preparados para acompanhar os temas abordados. Essa situação exigiu um planejamento mais flexível e a necessidade de sensibilizar gestores e formuladores de currículo para a importância de dedicar mais tempo a atividades práticas e experimentais, que são essenciais na abordagem da UEPS. Essa diversidade de níveis de conhecimento, embora enriquecedora, demandou adaptações contínuas para atender às necessidades de todos os estudantes de forma equitativa.

Impacto da Disponibilidade de Materiais e Tecnologias - Sobre os recursos disponíveis na escola, o professor observou que a limitação de *“materiais dificulta a realização de atividades fora do modelo tradicional de ensino”*. E

ressaltou que na implementação da UEPS a presença de recursos adequados contribuiu significativamente para a qualidade do ensino, mas que a ausência deles exigiu adaptações criativas ou até mesmo o adiamento de algumas atividades. Essa resposta reforça a importância de investir em infraestrutura e em materiais didáticos, principalmente para propostas que buscam inovar na prática pedagógica e envolver os estudantes de maneira mais prática e participativa.

A disponibilidade de materiais para a realização das atividades práticas foi uma das principais dificuldades enfrentadas na implementação da UEPS. Muitos recursos estavam voltados para atividades experimentais de caráter demonstrativo, o que limitava a participação ativa dos estudantes e restringia a experiência a simples observação durante aulas expositivas. Além disso, a sala de informática apresentava diversas limitações, dificultando seu uso para o planejamento e execução das atividades propostas. O professor ressaltou que na implementação da UEPS a presença de recursos adequados contribuiu significativamente para a qualidade do ensino, mas que a ausência deles exigiu adaptações criativas ou até mesmo o adiamento de algumas atividades. Essa resposta reforça a importância de investir em infraestrutura e em materiais potencialmente significativos, principalmente para propostas que buscam inovar na prática pedagógica e envolver os estudantes de maneira mais prática e participativa.

Considerações sobre o relato do professor regente - As reflexões do professor regente evidenciam tanto as potencialidades quanto os desafios na implementação da UEPS. O relato aponta que a proposta foi bem-sucedida em promover o engajamento e a motivação dos estudantes, mostrando a possibilidade de uma aprendizagem com significados. No entanto, também expõe a necessidade de ajustes no planejamento e na disponibilidade de recursos para ampliar a aplicabilidade da metodologia. Tais elementos reforçam a importância de desenvolver propostas que não apenas inovem pedagogicamente, mas que também considerem as limitações estruturais e contextuais da escola em que a UEPS será implementada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino da eletricidade, incluindo a eletrodinâmica, acaba sendo mediado de maneira teórica, focando na abstração (campo elétrico ou Lei de Coulomb) e pouco na aplicação e visualização desses fenômenos. Uma das abordagens para tornar o ensino da eletricidade mais significativo é apresentar os conceitos de forma representativa aos alunos, relacionando a teoria com situações do cotidiano. Para isso, em primeiro lugar, as atividades que foram apresentadas nesse trabalho foram pensadas e pesquisadas para esse fim. É importante ressaltar que, na revisão da literatura, a maioria dos artigos apontaram propostas didáticas que sequer promoviam a associação da eletricidade a outros elementos do dia a dia. Isso reforçou algumas dificuldades para a proposição de atividades e discussões, e de que maneira a teoria poderia ser denotada ao aluno de modo a ancorar sua relação a outros aspectos.

Dessa maneira, o presente TCC abordou a temática da “Elétrica Residencial”, propondo uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) fundamentada nas competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e nos documentos oficiais de Mato Grosso do Sul, visando facilitar a compreensão de conceitos muitas vezes considerados abstratos e aplicando-os aos saberes cotidianos do aluno, como nos circuitos residenciais e conhecimentos relativos ao ambiente (consumo e potência elétricos, curto-circuito, etc.). Em ressalva, a aplicação dessa UEPS, para confirmação da efetividade dos passos, foi aplicada em um itinerário formativo, de elétrica residencial, de uma Escola Estadual de Mato Grosso do Sul, pelo professor regente de turma.

Entretanto, em busca de melhorar e aprimorar essa sequência, foi então elaborada a proposta didática final desse TCC, que integrou atividades da UEPS implementada e adicionou textos, experimentos e discussões, promovendo a investigação e a contextualização do ensino de eletricidade aos estudantes. As atividades foram modificadas a fim de apresentar outros conceitos atrelados ao cotidiano para o estudante. Um exemplo é a modificação do passo. Foram adicionadas noções do selo Procel e de bandeiras tarifárias para que houvesse a

contextualização desses elementos que afetam, por exemplo, a conta de luz residencial.

Ao longo desta proposta, as atividades foram selecionadas para conectar os estudantes a situações do cotidiano, como contas de luz, o uso de aparelhos eletrodomésticos e as fiações elétricas de uma residência. Com base, na implementação das atividades da antiga UEPS na escola, pode-se observar a interação e interesse dos estudantes pelo projeto, mostrando desempenho e discorrendo dos assuntos teóricos e apontando-os no cotidiano, como nos riscos elétricos, consumo e associação de resistores em uma fiação. As atividades da nova versão da proposta didática, não puderam ser aplicadas. Mas, como estão em consonância com a primeira versão dessa UEPS, podem ser também de grande contribuição para o ensino de eletricidade e eletrodinâmica, sejam em itinerários formativos ou na matéria relativa ao tema na componente curricular Física.

Acreditamos, por fim, que propostas didáticas conectadas ao cotidiano dos estudantes facilitam a compreensão e a assimilação dos conteúdos teóricos de Física. Ao integrar os conceitos a situações do dia a dia, essas abordagens tornam o aprendizado mais acessível e significativo, promovendo uma conexão mais prática e relevante para os alunos.

REFERÊNCIAS

ALVES, G. P.; GALINDO, M. A.; BARROS, G. C. Roteiros e simuladores no ensino de eletricidade, uma ação possível?. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 21, 2015. Minas Gerais. Anais [...] Uberlândia: SBF, 2015.

ALVES, S. E.; SANTOS, S. M.; SALES, N. L. L. Relato de experiência na formação de professores: a eletricidade a partir do ensino por investigação. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

AMARAL, P.; MAZZARELLA, A.; GUERRA, A. Corpos elétricos: discussão da eletricidade medicinal no ensino fundamental. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 24, 2023. Anais [...] SBF, 2023.

AMPHER. **O que fazer e não fazer em caso de choque elétrico**. Disponível em: <https://ampher.com.br/o-que-fazer-e-nao-fazer-em-caso-de-choque-eletrico/>. Acesso em: 7 out. 2024.

ARAÚJO, S. C.; GONÇALVES, B.; MENEZES, P. -H. D. Desenvolvimento de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de eletrodinâmica orientada por um protótipo interativo que utiliza a plataforma arduino para controle de dispositivos e medidas elétricas. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana; 1980.

BAIÃO, E. R.; AMARAL, S. F.; VERASZTO, E. V. Scratch for arduino e o ensino de corrente elétrica: uma proposta para o ensino médio. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

BERTASI, R. F. Uso das ferramentas scratch e arduino no ensino de eletricidade com aplicação tecnológica em telas touch screen resistivas. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 22, 2019. Salvador. Anais [...] Bahia: SBF, 2019.

BEZERRA, D. C. F.; ROCHA, V. S. B.; ARTIMAN, W. M. Experimentos de Física com materiais de baixo custo: a fonte de Heron, condutores e isolantes. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 21, 2015. Minas Gerais. Anais [...] Uberlândia: SBF, 2015.

BEXIGA, V. S. *et al.* Supercondutividade no ensino médio— possível sequência didática. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

BONFIM, T.; MOURA, B. A. A descoberta da natureza elétrica dos raios: uma abordagem histórico-investigativa. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 23, 2021. Anais [...] SBF, 2021.

BOSS, S. L. B; CALUZZI, J. J. A eletricidade vítrea e resinosa de Du Fay: uma análise histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 635-644, 2007.

BOSS, S. L. B; CALUZZI, J. J.. Uma breve biografia de Stephen Gray (1666-1736). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 32, n. 1, ed. 1602 (2010).

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

CARDOSO, A. R; PEDUZZI, L. O. Q. Um Resgate Histórico e Filosófico dos Estudos de Stephen Gray. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, p. 108-124, 2016.

EVALD, T. C.; BUSS, C. S. O ensino de circuitos elétricos a partir de equipamentos descartados. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 23, 2021. Anais [...] SBF, 2021.

FERNANDES JR, A. S.; ARCANJO-FILHO, M. Experimentos de baixo custo em eletricidade. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 21, 2015. Minas Gerais. Anais [...] Uberlândia: SBF, 2015.

G1 Espírito Santo. Gato de energia elétrica provoca incêndio e destrói 2 casas no ES. *G1*, 10 dez. 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2014/12/gato-de-energia-eletrica-provoca-incendio-e-destroi-2-casas-no-es.html>.

GONÇALVES, T. B. *et al.* Potência elétrica e consumo de energia: análise reflexiva de uma proposta didática. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

GONÇALVES, P.; OLIVEIRA, A. L. Uma proposta de experimento: visualização e cálculo da corrente elétrica para alunos do 9º ano. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

HURKO, L. M. *et al.* Uma proposta metodológica para o desenvolvimento de conceitos sobre o átomo na aprendizagem da elétrica. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 21, 2015. Minas Gerais. Anais [...] Uberlândia: SBF, 2015.

JUNIOR, T. P. B.; PRADO, R. T.; BROZEGUINI, J. C. Uma prática investigativa de eletricidade para alunos de ensino médio. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 22, 2019. Salvador. Anais [...] Bahia: SBF, 2019.

KNEUBIL, F. B. O uso de modelos no ensino: um caso de eletricidade. *In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física***, 20, 2013., São Paulo. Anais [...] São Paulo: SBF, 2013.

LOURENÇO, R.; OLIVEIRA, J. S. O ensino da eletricidade através da dinâmica dos três momentos pedagógicos: uma proposta para inclusão de alunos surdos. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 23, 2021. Anais [...] SBF, 2021.

MACIEL, A. M. M. *et al.* Problematizando o estudo da eletricidade: o estudo da eletrodinâmica estruturado nos três momentos pedagógicos. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

MAHFOUD, N. *et al.* Análise reflexiva de uma experiência didática sobre resistência elétrica e leis de ohm. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

MARCELINO, Á. C.P.; Marcelino.; CAMARGO, L. A compreensão dos alunos sobre eletrização por indução após uma atividade experimental. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

MATO GROSSO DO SUL, **Secretaria de Educação. Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul**: MS, 2021.

MEGACOBRE. **Fios irregulares: o perigo de cabos de baixa qualidade**. 2024. Disponível em: <https://megacobre.com.br/fios-irregulares-o-perigo-de-cabos-de-baixa-qualidade/fios-e-cabos-eletricos/>. Acesso em: 02 out. 2024.

MEIO INFO. **Selo procel – importante para seu bolso e para o meio ambiente**. Disponível em: <https://meioinfo.eco.br/selo-procel-importante-para-seu-bolso-e-meio-ambiente/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**. São Paulo, V1(3), pp. 25-46, 2011.

MINEIRO, L. A.; DIAS, M. A. Utilizando um simulador de circuitos elétricos para animar questões de livros didáticos: o exemplo da ponte de wheatstone. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

MORAIS, B. R. F.; SILVA, A. C. Produção e consumo racional de energia elétrica no ensino médio: revisão de literatura. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**. São Paulo, V1(3), pp. 25-46, 2011.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente, v. 4, n. 1, p. 2-17, abr. 2011. ISSN 1983-7011.

NAUJORKS, A. A física das radiações aplicada à medicina: uma proposta didática para inserção de física moderna e contemporânea na educação básica. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Curso de Física-licenciatura, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2022.

PORTO, D. A. *et al.* A teoria dos campos conceituais de vergnaud e o campo conceitual da eletrodinâmica: as diferentes situações presentes nas atividades dos livros didáticos de física. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 21, 2015. Minas Gerais. Anais [...] Uberlândia: SBF, 2015.

RAFFA, R. F.; OLIVEIRA, A. B.; COSTA, M. M. Análise das atividades experimentais de eletrodinâmica propostos nos livros do pnd adotados pelas escolas credenciadas no pibid/itapetininga. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 21, 2015. Minas Gerais. Anais [...] Uberlândia: SBF, 2015.

RAMINELLI, J. U.; FILHO, M. P. S.; RAMINELLI, C. -M. Levantamento de subsunçores sobre eletrodinâmica em alunos de uma escola pública estadual para intervenção no mestrado profissional. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

RUZ, G. M. *et al.* Relato de experiência: ensino da lei de ohm e medidas elétricas. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

SABER ELÉTRICA. **Choque elétrico no chuveiro: o que fazer e como evitar?** Disponível em: <https://www.sabereletrica.com.br/choque-eletrico-chuveiro/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SÃO PAULO (Cidade). **Jornal da Instalação: alerta para produtos fora das especificações.** 2013. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/2013_11_18_jornaldainstalacao_alerta_para_produtos_fora_das_especificacoes_1384782887.pdf. Acesso em: 02 out. 2024.

SECULAR. **Fotoelétrico: como funciona e vantagens.** 2005. Disponível em: <https://cultura.secular.com.br/06-nov2005/fotoeletrico.html>. Acesso em: 02 out. 2024.

SILVA, C. C.; PIMENTEL, A. C. As atmosferas elétricas de Benjamin Franklin e as interações elétricas século XVIII. *In: MARTINS, R. A. et al. Filosofia e História da Ciência no Cone Sul: 5º Encontro.* Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul - AFHIC.

SIMABUKULO, L. A. N., DA SILVA CORREA, L. F., DOS SANTOS, M. M. O., & MARTINS, M. **Energia, industrialização e modernidade: história social. Energia e Saneamento.** 2006. Disponível em: <<http://www.museudaenergia.org.br/media/63129/03.pdf>>

SOUZA, M. L.; SILVA, M. T. O. O uso da robótica educacional no estudo de conceitos de eletricidade. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 22, 2019. Salvador. Anais [...] Bahia: SBF, 2019.

SOUZA, R. A. *et. al.* Geradores elétricos (dínamos) em uma aula de eletrodinâmica para o 3º ano. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 24, 2023. Anais [...] SBF, 2023.

SOUZA, R. S. *et. al.* Desvendando a eletrodinâmica na tecnologia assistiva para o parkinson. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 24, 2023. Anais [...] SBF, 2023.

SILVA, F. S. *et. al.* Prática experimental para o ensino de eletrodinâmica no programa de residência pedagógica. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 24, 2023. Anais [...] SBF, 2023.

SILVA, J. C. *et al.*; Atividades investigativas em uma sequência de ensino sobre eletricidade. *In: Simpósio Nacional do Ensino de Física*, 22, 2017. São Paulo. Anais [...] São Carlos: SBF, 2017.

SUNERGIA. **O que significa cada bandeira de energia?** 2024. Disponível em: <https://sunergia.com.br/blog/o-que-significa-cada-bandeira-de-energia/>. Acesso em: 02 out. 2024.

TONIDANDEL, D. A. V.; ARAÚJO, A. E. A. de; BOAVENTURA, W. do C. História da Eletricidade e do Magnetismo: da Antiguidade à Idade Média. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], ano 2018, v. 40, ed. 4, 2018.