



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA**

AGLAÍLSON JOSÉ SEBASTIÃO DA SILVA

**EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ESTUDO DE CIRCUITOS
ELÉTRICOS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CAMPO E
RESISTÊNCIA ELÉTRICA**

**CAMPINA GRANDE - PB
2024**

AGLAÍLSON JOSÉ SEBASTIÃO DA SILVA

**EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ESTUDO DE CIRCUITOS
ELÉTRICOS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CAMPO E
RESISTÊNCIA ELÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)
apresentado ao Departamento do Curso de
Licenciatura em Física da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. José Fernando de Melo

**CAMPINA GRANDE - PB
2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586e Silva, Aglailson Jose Sebastiao da.

Experimentos de baixo custo para o estudo de circuitos elétricos [manuscrito] : uma proposta didática para o estudo de campo e resistência elétrica / Aglailson Jose Sebastiao da Silva. - 2024.

55 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Me. José Fernando de Melo, Departamento de Física - CCT. "

1. Ensino de física. 2. Experimentação. 3. Três momentos pedagógicos. I. Título

21. ed. CDD 530

AGLAÍLSON JOSÉ SEBASTIÃO DA SILVA

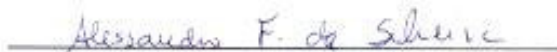
**EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ESTUDO DE CIRCUITOS
ELÉTRICOS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CAMPO E
RESISTÊNCIA ELÉTRICA**

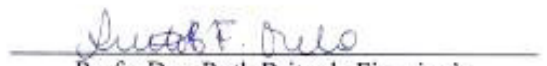
Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)
apresentado ao Departamento do Curso de
Licenciatura em Física da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovado em: 26/06/2024.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Me José Fernando de Melo (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Profa. Dra. Ruth Brito de Figueiredo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus pela sua eterna bondade e misericórdia por me conceder vencer mais essa etapa da minha vida, gostaria de expressar minha profunda gratidão a minha mãe (in memoriam) por me proporcionar a oportunidade de cruzar o caminho da escola e sempre me incentivar a estudar para ser alguém na vida, ao meu pai, pois mesmo com toda dificuldade enfrentada como agricultor nunca nos deixou faltar nada, agradeço a minha esposa Jeiza Raquel por todo apoio durante esses cinco longos anos de curso, por me incentivar a continuar todas as vezes que pensei em parar.

Agradeço sinceramente ao meu orientador José Fernando de Melo, pela orientação valiosa, paciência e apoio ao longo de todo o processo de elaboração deste trabalho. Suas sugestões e insights foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

A minha instituição de ensino, UEPB, pelo suporte oferecido, pelas oportunidades de aprendizado proporcionadas ao longo da minha jornada acadêmica. Aos professores e colaboradores do curso Física pelo conhecimento transmitido e pela dedicação em fornecer uma educação de qualidade, que foi essencial para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos meus colegas de classe que iniciaram junto comigo neste curso e se tornaram amigos (Raama Moraes, Carlos Eduardo, Pedro Henrique, Maria Aparecida, Maria Gertrudes e Eduarda), pela troca de experiências, pelo incentivo mútuo e pelo apoio durante os momentos desafiadores desta jornada acadêmica.

À minha família, pelo amor incondicional, compreensão e apoio constante ao longo de toda minha trajetória acadêmica. Vocês foram a minha base de inspiração para alcançar este objetivo. Por fim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

Ao longo de décadas, a experimentação no ensino de física tem gerado resultados importantes na aprendizagem de fenômenos e conceitos físicos, principalmente por promover a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, refletindo diretamente na compreensão da construção do conhecimento científico. Nessa perspectiva, o presente trabalho sugere a investigação dos conceitos de campo elétrico e resistência elétrica a partir da produção de duas sequências didáticas, fundamentadas na dinâmica didático-pedagógica dos três momentos pedagógicos, conforme literatura. A proposta também inclui o estudo de componentes básicos de circuitos elétricos utilizando materiais de baixo custo, aplicados diretamente em dispositivos tecnológicos, com potencial de aplicabilidade e adaptação a diferentes realidades enfrentadas pelo professor da escola pública, oferecendo um produto que pode contribuir significativamente para a experimentação no ensino de física.

Palavras-Chave: ensino de física; experimentação; três momentos pedagógicos

ABSTRACT

Over the decades, experimentation in physics education has generated significant results in the learning of physical phenomena and concepts, primarily by promoting the active participation of students in the teaching and learning process, directly impacting their understanding of the construction of scientific knowledge. In this perspective, the present work suggests the investigation of the concepts of electric field and electrical resistance through the production of two didactic sequences, based on the didactic-pedagogical dynamics of the three pedagogical moments, according to the literature. The proposal also includes the study of basic components of electrical circuits using low-cost materials, directly applied to technological devices, with the potential for applicability and adaptation to different realities faced by public school teachers, offering a product that can significantly contribute to experimentation in physics education.

Keywords: experimentation; physics teaching; three pedagogical moments.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	NECESSIDADE DE EXPERIMENTAÇÃO PRÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA	10
2.1	A importância da experimentação no Ensino de Física e os desafios na Implementação.....	11
2.2	O uso de materiais de baixo custo na experimentação.....	12
2.3	O caso dos circuitos elétricos na experimentação.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO: OS TRÊS MOMENTOS DE DELIZOICOV	16
3.1	Os três momentos pedagógicos.....	16
3.1.1	<i>A problematização inicial.....</i>	17
3.1.2	<i>A organização do Conhecimento</i>	17
3.1.3	<i>Aplicação do conhecimento.....</i>	18
4	DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA.....	20
4.1	As sequências didáticas	21
4.1.1	<i>Sequência didática I: o detector de campo</i>	21
4.1.2	<i>Sequência didática II: “o lápis resistor”</i>	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
	APÊNDICE A – A CONSTRUÇÃO DOS DISPOSITIVOS	28
	APÊNDICE B – SEQUÊNCIA DIDÁTICA I: DETECTOR DE CAMPO	40
	APÊNDICE C – QUESTÕES PARA A DISCUSSÃO DO EXPERIMENTO I....	45
	APÊNDICE D - ORIENTAÇÕES PARA O FÓRUM DE DISCUSSÃO	46
	APÊNDICE E – SEQUÊNCIA DIDÁTICA II.....	48

1 INTRODUÇÃO

Investigações realizadas no Ensino de Física nas últimas décadas apontam que ainda existem muitos desafios a serem enfrentados. Como por exemplo, problemas na infraestrutura de laboratórios, formação de professores, recursos didáticos pouco ou mal aproveitados e currículo cada vez mais resumidos pelas diretrizes do novo Ensino Médio. Essa situação resulta, segundo Santos *et al.* (2023), na criação de um currículo que se baseia em clichês, fórmulas e definições que não estão diretamente relacionados às necessidades de formação dos estudantes e aos conhecimentos científicos relevantes na compreensão da natureza e de situações de seu cotidiano.

Talvez um dos principais desafios, nesse contexto, seja estimular nos estudantes a capacidade de relacionar o conhecimento científico com os fenômenos naturais, e a partir disso, resolverem situações problematizadoras. Uma das opções que podemos utilizar é o ensino através da experimentação em sala de aula com materiais de baixo custo, que pode ser um dos caminhos viáveis, desde que seja aliado a bases teóricas bem fundamentadas. Esse caminho pode ser de grande valia, por exemplo, para escolas que não possuem as ferramentas ou materiais necessários para uma boa investigação laboratorial de física, além de algumas delas não possuem laboratório, situação que se agrava em escolas rurais.

Segundo Albuquerque, Santos e Ferreira (2014), apesar da situação ter melhorado nas últimas décadas, os laboratórios de ensino são caros para as escolas e, mesmo onde já existe espaço para esse tipo de laboratório, muitas vezes acabam sem materiais e os espaços convertidos em salas de aula devido a outros problemas enfrentados pelas escolas.

Nesse cenário, o uso de ferramentas práticas e materiais de baixo custo, que possam ser construídas pelos próprios estudantes, pode ser uma alternativa para o problema. Isso corrobora com o que afirma Pinho-Alves (2002, p.68), que “é preciso encontrarmos caminhos alternativos que utilizam metodologias viáveis para a realidade dos estudantes, afim de deixar a aula mais atraente e que prenda a atenção do aluno [...]”. Para isso, podemos desenvolver e implementar experimentos de baixo custo que sejam eficazes, a fim de melhorar a compreensão dos estudantes e facilitar o aprendizado prático. A esse respeito a BNCC enfatiza que,

Para o Ensino de Ciências da Natureza Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2018).

Nessa perspectiva, a implementação de experimentos didáticos de baixo custo pode proporcionar uma discussão mais aprofundada de conceitos científicos, e tornar a aula mais interessante. A exemplo do ensino de conceitos de física, que podem se tornarem excessivamente abstratos, como é o caso dos fenômenos relacionados ao conceito de campo, que acompanha o estudante ao longo de vários conteúdos. Um exemplo disso, é o conceito de campo elétrico, que requer um nível de abstração e cognição complexa para alguns estudantes, o que se tornará um empecilho para a aprendizagem de vários outros assuntos sobre eletricidade.

Nesse contexto, surge os seguintes questionamentos: "Como podemos desenvolver e implementar experimentos de baixo custo de forma investigativa para o ensino dos conceitos de física? Como podemos melhorar a compreensão dos estudantes de forma problematizada com seus contextos? Partindo dessa problemática o trabalho aqui apresentado traz uma proposta do ensino para dois conceitos em específico, o conceito de campo elétrico e o conceito de resistência elétrica, a partir de dois dispositivos elétricos que serão construídos com o uso de materiais de baixo custo, partindo da resolução de dois problemas práticos (a detecção de energia elétrica em dispositivos elétricos e a variação de resistência elétrica em diferentes tipos de materiais). O intuito principal é desenvolver e implementar experimentos de baixo custo como uma abordagem problematizada.

O primeiro experimento, intitulado de “detector de campo”, é um dispositivo com a função de identificar a presença do campo elétrico em várias situações do cotidiano dos estudantes, apenas com a aproximação de objetos, emitindo sinal sonoro e luminoso, que varia de intensidade com a distância.

O segundo experimento, intitulado de “lápiz resistor”, tem por finalidade a investigação do fenômeno de resistência elétrica a partir do contato de um dispositivo capaz de emitir diferentes faixas de frequências sonoras ao entrar em contato com outros materiais. Esse experimento em específico foi baseado em outros já existentes, como será descrito posteriormente.

Como auxílio didático pedagógico utilizaremos os momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990), investigados por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), alinhados com as competências 2 e 3 da BNCC para as Ciências da Natureza, com o intuito de auxiliar na produção de duas sequências didáticas sobre os dispositivos.

Tentaremos apresentar aqui uma proposta didática que seja acessível, prática e eficiente para professores e estudantes, promovendo a compreensão mais problematizada, contextualizada e efetiva dos conceitos de campo e resistência elétrica, temas que são a base

para a investigação de vários fenômenos de eletricidade. Além disso, pretendemos contribuir para a disseminação de estratégias que possam ser adaptadas em diversos contextos educacionais, superando as barreiras financeiras que muitas vezes limitam o acesso a materiais didáticos de alto custo. Desta forma, o presente trabalho também visa contribuir para a melhoria do ensino de eletricidade e, conseqüentemente, para a formação de estudantes mais capacitados e preparados para enfrentar os desafios de um mundo cada vez mais dependente da tecnologia.

Nas seções seguintes exploraremos as bases teóricas e conceituais necessárias para compreender a necessidade e a importância desses experimentos, a construção prática e os procedimentos didáticos para a utilização dos dispositivos em sala de aula. Iniciaremos com uma fundamentação no capítulo 2, sobre a Experimentação no Ensino de Física. No capítulo 3 trazemos uma pequena descrição sobre nosso referencial metodológico (os momentos pedagógicos de Delizoicov). Já no capítulo 4, uma descrição metodológica da pesquisa e por último algumas considerações finais e referências. Deixando claro que se trata de uma proposta, dessa forma está aberta para mudanças e sugestões de melhorias pedagógicas e técnicas.

2 NECESSIDADE DE EXPERIMENTAÇÃO PRÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA

A experimentação prática no ensino de física é um tema amplamente discutido por diversos pesquisadores, incluindo (Pinho-Alves, 2002; Gaspar, 2015). Eles destacam a importância desta abordagem para efetivação do aprendizado, promovendo um maior interesse e engajamento pela disciplina. Neste sentido, a experimentação permite que os estudantes estabeleçam conexões diretas entre a teoria e a prática, proporcionando uma compreensão mais profunda e concreta dos fenômenos físicos.

Atualmente, enfrentamos desafios no Ensino de Física que não são novos. Diversas pesquisas e estudos apontam os problemas encontrados por alunos e professores (Araújo e Abib, 2003). Observar-se que muitos professores de física, ainda utilizam uma abordagem conteudista, que não desperta a curiosidade dos estudantes, apresentando os conteúdos de forma mecânica, com fórmulas decoradas sem interpretação dos fenômenos físicos ou da razão dos cálculos, e sem levantar hipóteses sobre a origem das situações físicas.

Apesar disso, ao longo dos anos, houve uma evolução significativa na metodologia de Ensino de Física. Estudos como o de Batista (2009), e Carvalho (2018) têm mostrado que a experimentação prática não apenas facilita a assimilação dos conteúdos, mas também desenvolvem habilidades críticas e analíticas nos estudantes, essenciais para a formação científica. Gaspar (2014) destaca que a experimentação proporciona uma vivência única, onde os estudantes podem observar diretamente os resultados de suas hipóteses, reforçando assim o aprendizado.

A evolução da experimentação no Ensino de Física pode ser vista em diversos contextos educacionais. No Brasil, por exemplo, as diretrizes curriculares têm incentivado cada vez mais o uso de laboratórios e atividades experimentais como parte integrante do Ensino de Ciências. Pinho-Alves (2002) e vários outros educadores (Pereira e Moreira, 2017; Pietrocolla, 2001; Araújo e Abib, 2003) têm trabalhado na elaboração de novos métodos e práticas pedagógicas que integrem a experimentação de forma mais eficaz no currículo escolar.

Essas iniciativas visam tornar as aulas de física, mais interativas e dinâmicas, contribuindo assim para a formação de alunos mais bem preparados para desafios do mundo moderno. Gaspar (2014) reforça a importância da experimentação como uma prática que deve ser cuidadosamente planejada e executada. Ele argumenta que a simples realização de experimentos não é suficiente para garantir uma aprendizagem efetiva. É necessário que os professores tenham uma compreensão clara dos objetivos educacionais das atividades

experimentais e que estas estejam bem integradas ao conteúdo teórico. Isso requer compreensão conceitual, desenvolvimento de habilidades e formação adequada dos professores, o que muitas vezes é um desafio nas escolas. A falta de equipamentos e recursos também são obstáculos. No entanto, com criatividade e planejamento, é possível realizar experimentos significativos mesmo com recursos limitados.

Portanto, a integração prática no Ensino de Física, não é apenas uma necessidade educacional, mas é uma estratégia fundamental para a construção de um ensino de qualidade. Ao proporcionar experiências práticas, os professores podem ajudar os estudantes a desenvolverem uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos da física, preparando-os melhor para a vida cotidiana e para futuras carreiras científicas. A evolução desta prática e a busca contínua por métodos mais eficazes mostram que a experimentação é um componente essencial do ensino de ciências, capaz de transformar a forma como os estudantes percebem e interagem com o mundo que os rodeia.

2.1 A importância da experimentação no Ensino de Física e os desafios na Implementação

Sabe-se que a experimentação é fundamental para a compreensão dos conteúdos e para a efetivação da aprendizagem dos estudantes. Visto que ela tem a capacidade de despertar o interesse dos mesmos, e isto é algo que já vem sendo discutido há algum tempo por professores que se utilizaram desse método e tiveram um aumento significativo na capacidade de aprendizagem dos estudantes, a formação do pensamento crítico e do conhecimento científico (Guimarães, 2009). É preciso desmitificar a ideia de ciência como se ela fosse permanente e isolada dos outros conhecimentos. O ensino deve ser o mais interdisciplinar possível, conectando com os estudantes com os assuntos que muitas vezes eles têm contato diariamente, mas não entendem de maneira crítica. Nesse sentido, a experimentação tem potencial para conectar o que está sendo trabalhado com a própria realidade do estudante, desenvolvendo assim a capacidade de tomar decisões (Albuquerque, Santos e Ferreira, 2014).

Apesar de tais pontos positivos, existem alguns problemas que prejudicam os benefícios da experimentação. Segundo Pinho Alves (2002), os principais obstáculos são a falta de recursos, défices na formação profissional e infraestrutura inadequada. Muitas escolas não possuem laboratórios bem equipados ou materiais suficientes para a realização de experimentos, o que limita as oportunidades de aprendizado prático para os estudantes.

Segundo Gaspar (2014), a formação inadequada dos professores, por exemplo, é um dos principais desafios, observando que muitos deles não recebem treinamento suficiente em

metodologias experimentais durante sua formação inicial. Isso resulta em uma falta de confiança e habilidade para conduzir experimentos eficazmente em sala de aula. Além disso, a sobrecarga de trabalho e a falta de tempo para planejar e preparar atividades experimentais são barreiras importantes.

A resistência à mudança nas práticas de ensino também dificulta a implementação da experimentação. Pereira e Moreira (2017) destacam que muitos professores ainda adotam uma abordagem conteudista e tradicional, focada na memorização de fórmulas e na resolução de problemas de forma mecânica. Essa abordagem limita o potencial das aulas de Física e desmotiva os estudantes, que não veem relevância prática no que estão aprendendo.

Para solucionar as dificuldades existentes, uma proposta é o uso de materiais de baixo custo e a adaptação das práticas experimentais ao contexto das escolas. Isso pode incluir a utilização de materiais recicláveis ou facilmente acessíveis para construir aparatos experimentais simples, mas eficazes. Além disso, é importante investir na formação contínua dos professores, oferecendo cursos e workshops que os capacitem a integrar atividades experimentais em suas aulas de forma eficiente.

Outra solução é a criação de parcerias entre escolas e universidades, onde as instituições de Ensino Superior possam fornecer suporte técnico e recursos materiais para a realização de experimentos. Essas parcerias podem incluir a formação de redes de colaboração entre professores, onde eles possam compartilhar experiências e recursos, bem como desenvolver projetos conjuntos que promovam a experimentação no ensino de Física.

Nessa perspectiva, a experimentação não é apenas uma necessidade educacional, mas uma estratégia fundamental para a construção de um ensino de qualidade. Ao proporcionar experiências práticas, os professores podem ajudar os estudantes a desenvolverem uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos da Física, preparando-os melhor para a vida cotidiana e para futuras carreiras científicas. A evolução dessa prática e a busca contínua por métodos mais eficazes mostram que a experimentação é um componente essencial do ensino de ciências, capaz de transformar a forma como os alunos percebem e interagem com o mundo ao seu redor para (Queiroz *et al.* 2023).

2.2 O uso de materiais de baixo custo na experimentação

A utilização de experimentos com materiais de baixo custo em sala de aula não trará por si mesma mudanças na aprendizagem dos estudantes, se não houver um planejamento para se trabalhar tal atividade (Hodson, 1988; Laburú, 2011). Os erros mais frequentes dos

professores na aplicação de atividades experimentais, é a forma de como elas são executadas e a falta de oportunidades para o estudante fazer perguntas e assim poder tirar suas dúvidas.

Para alguns autores (Araújo; Abib, 2003; Benfica, 2020), uma estratégia eficaz para superar essa limitação é a adoção de materiais de baixo custo, que possam ser facilmente adquiridos ou mesmo construídos pelos próprios estudantes. Essa abordagem não apenas reduz os custos associados à experimentação, mas também promove um maior envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem, incentivando a criatividade e o pensamento crítico-reflexivo.

Autores como Errobidart *et al.* (2014), destacam a importância de buscar alternativas viáveis para a experimentação científica. Ao utilizar materiais de baixo custo, os educadores podem criar experiências práticas que abordam conceitos complexos de forma acessível. Isso não só torna a ciência mais acessível, mas também ajuda a construir uma base sólida de compreensão e interesse pela ciência.

A escolha cuidadosa dos materiais de baixo custo também pode abrir portas para a inovação e a descoberta. Por exemplo, ao utilizar materiais do cotidiano, como garrafas plásticas, papelão e outros materiais, os alunos podem explorar conceitos de eletricidade, magnetismo e física de forma prática e tangível. Além disso, a construção e manipulação desses materiais promovem habilidades práticas, como trabalho em equipe, resolução de problemas e habilidades manuais, que são valiosas tanto no contexto educacional quanto no futuro profissional dos estudantes (Carvalho, 2018).

É importante ressaltar que a eficácia do uso de materiais de baixo custo na experimentação não está apenas na economia financeira, mas também na democratização do acesso ao conhecimento científico. Ao tornar os recursos educacionais mais acessíveis, os educadores podem ampliar o alcance da educação científica e proporcionar oportunidades de aprendizado enriquecedoras para uma gama mais ampla de estudantes, independentemente de sua origem socioeconômica.

Em suma, o uso de materiais de baixo custo na experimentação científica representa uma abordagem promissora para enfrentar os desafios de recursos enfrentados na educação básica. Ao adotar essa estratégia, os educadores podem criar experiências de aprendizado mais acessíveis, envolventes e significativas, que capacitam os estudantes a explorarem e compreender os princípios científicos de maneira prática e investigativa.

2.3 O caso dos circuitos elétricos na experimentação

Quando falamos da Experimentação no Ensino de Física, especialmente no contexto dos circuitos elétricos, vemos que ela desempenha um papel crucial na compreensão dos conceitos de eletricidade. Esses experimentos permitem que os estudantes visualizem e manipulem os componentes dos circuitos elétricos, tornando os conceitos abstratos mais tangíveis e compreensíveis.

Um exemplo significativo de sucesso na implementação de experimentação com circuitos elétricos é o estudo de Giordan (1999), que demonstrou como a introdução de atividades experimentais no ensino de eletricidade pode melhorar a compreensão dos alunos sobre os princípios de corrente, tensão e resistência. Giordan, também destaca que a construção e teste de circuitos simples ajudam os estudantes a estabelecerem conexões entre a teoria e a prática, promovendo uma aprendizagem mais profunda e duradoura. Nesse sentido, a experimentação dos fenômenos elétricos permite a observação direta dos efeitos das variações na resistência e na tensão, o que facilita a internalização dos conceitos estudados.

Outro trabalho relevante é o de Smith e Hashemi (2013), que exploram a importância de um ensino interdisciplinar e contextualizado da física. Eles argumentam que, ao conectar os conceitos de eletricidade com experimentação e fenômenos do cotidiano, os professores podem proporcionar o aprendizado mais relevante e interessante para os estudantes. A experimentação em circuitos elétricos, nesse contexto, não só ensina os princípios básicos de eletricidade, mas também desenvolve habilidades críticas e analíticas, essenciais para a formação científica. Essa abordagem holística ajuda os estudantes a entenderem a aplicabilidade da ciência em suas vidas diárias e até mesmo na resolução de problemas.

Algumas pesquisas reforçam a ideia de que a experimentação prática em eletricidade é fundamental para a aprendizagem efetiva de física. Gaspar (2014), por exemplo, enfatiza que os experimentos com circuitos elétricos, especialmente aqueles que envolvem a construção de dispositivos simples e com materiais de baixo custo, são altamente eficazes para o ensino de conceitos complexos como campo elétrico e resistência. Ele sugere que essas atividades práticas não apenas aumentam a problematização do conhecimento, mas também promovem o engajamento dos estudantes e estimulam sua curiosidade científica. Isso pode gerar a “interação direta com os componentes elétricos permitindo que os estudantes vejam em primeira mão como os conceitos teóricos se aplicam no mundo real” (Gaspar, 2014, p. 7)

Por outro lado, estudos como de Santos *et al.* (2023) afirmaram que a atividade experimental em eletricidade pode auxiliar o desenvolvimento do pensamento crítico e da

habilidade de resolução de problemas. Quando os estudantes são incentivados a formular hipóteses e testar suas ideias, com materiais construídos por eles mesmos, os quais se tornam mais ativos e engajados no processo de aprendizagem. Esse ambiente investigativo é crucial para a compreensão de conceitos que podem ser abstratos e difíceis de entender sem uma abordagem prática.

Nesse sentido, o estudo da eletricidade com experimentação pode ser um grande aliado na superação das dificuldades de aprendizagem dos estudantes, principalmente quando se trata de temas como o conceito campo e as propriedades física da resistência elétrica. Os quais iremos tentar abordar em nossa proposta.

3 REFERENCIAL TEÓRICO: OS TRÊS MOMENTOS DE DELIZOICOV

Neste capítulo iremos apresentar uma pequena discussão acerca do nosso referencial teórico para elaboração das sequências didáticas que iremos sugerir na abordagem dos dois dispositivos que construímos (“detector de campo” e “lápiz resistor”).

Acreditamos que esses três momentos se encaixam bem para a abordagem experimental que iremos propor, visto que, nossa intenção é promover a aprendizagem tendo o estudante como protagonista e participante ativo do processo de ensino.

3.1 Os três momentos pedagógicos

As estratégias pedagógicas acompanham o Ensino de Ciências há várias décadas. Elas podem ser consideradas como as bases metodológicas do ensino, pois auxiliam no processo de aprendizagem dos estudantes, contribuem para a superação das maiores dificuldades enfrentadas na compreensão de conceitos.

Uma das metodologias que ganhou destaque no âmbito do Ensino de Física foram os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990), investigadas por vários pesquisadores ao longo de décadas, inclusive pelo próprio Delizoicov, juntamente com Angotti e Pernambuco (2002). Ao longo de vários anos foram publicados trabalhos explicando essa metodologia e aplicando em situações didáticas reais (Muenchen; Delizoicov, 2010; Albuquerque, Santos e Ferreira, 2014). Até hoje essa metodologia é muito utilizada em investigações para o ensino de ciências vários países. Vários autores (Giacomini, Muenchen, 2015; Bonfim, Costa e Nascimento, 2018) salientam a importância desses momentos na organização do processo de ensino e aprendizagem dos estudantes na área de física e incentivam sua utilização como uma estratégia viável, que pode render resultados positivos para o aprendizado de conceitos físicos. Podendo ser adaptadas para auxiliar diferentes enfoques como História da Ciência (HC), abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), Resolução de problemas, Tecnologias da Informação (TICS) e na abordagem Experimental.

De acordo com Bonfim, Costa e Nascimento (2018), esta metodologia possui raízes na pedagogia proposta por Freire (1987), pois parte do princípio de que o estudante tenha a possibilidade de construir sua aprendizagem agindo diretamente sobre o objeto de estudo, que deve estar ligado diretamente ao seu cotidiano.

Mas o que são esses momentos pedagógicos? De acordo com o próprio Delizoicov e Angotti (1994) os momentos pedagógicos “são uma metodologia de ensino que visa tornar o aprendizado mais significativo e contextualizado para os estudantes” (Delizoicov; Angotti,

1994, p.14). Essa abordagem pode ser dividida em três etapas: A problematização Inicial, a organização do conhecimento e a Aplicação do Conhecimento.

3.1.1 A problematização inicial

Nessa etapa inicial é realizada uma problematização para estimular os estudantes na investigação do tema que será trabalhado durante a aula. Ela visa, por meio de questionamentos e situações-problematizadoras, chamar a atenção dos estudantes acerca de fenômenos ou problemas de seu cotidiano, contextualizando o conhecimento e dando suporte ao professor para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e suas principais dificuldades.

Segundo Delizoicov e Pernambuco (2002), a problematização inicial, representa um momento crucial de apresentação do tema da aula. Nesse estágio da investigação, o professor oferece uma ponte entre o conhecimento e o estudante, que muitas vezes pode ser o primeiro contato deste com a ciência ou até mesmo com a própria investigação científica.

Em outras palavras, podemos caracterizar a problematização como o momento de explorar a compreensão e apreensão dos estudantes frente ao tema que será explorado. Já para o professor, será o momento de questionar e lançar dúvidas sobre os conteúdos, ao invés de responder e trazer explicações.

3.1.2 A organização do Conhecimento

Por outro lado, a segunda etapa, a Organização do Conhecimento, é o momento da investigação propriamente dita. Por meio dela, é feita a sistematização dos conhecimentos científicos necessários para a compreensão dos problemas que foram levantados no primeiro momento.

Segundo Delizoicov (1990a, p.29), esse momento é destinado para a abordagem das definições, conceitos, relações e leis, que são aceitos pela área de conhecimento estudada, ou seja, uma espécie de organização de como o conhecimento será desenvolvido ao longo da aula.

Esse é o momento em que os conhecimentos científicos passam a ser incorporados nas discussões. Os alunos começam a desenvolver uma compreensão a respeito da problematização ou situação inicial. Entretanto, para que isso ocorra, materiais devem ser consultados e atividades devem ser sugeridas para complementar as discussões, no sentido de incentivar e melhorar a sistematização dos conhecimentos (Albuquerque, Santos e Ferreira, 2014, p.467)

Dessa forma, a organização do conhecimento representa o alicerce para a apreensão dos conhecimentos científicos. Entretanto, isso requer criatividade e estudo didático do professor para tornar possível essa abordagem, através de múltiplas estratégias didáticas: mídias tecnológicas, vídeos, filmes, programas tecnológicos, aplicativos de celulares, simulações, entre outros, de modo a auxiliar no processo da sistematização do conhecimento.

3.1.3 Aplicação do conhecimento

Esse é o momento em que os estudantes são os protagonistas na utilização do conhecimento compreendido para resolver diferentes tipos de problemas, ligados ou não as situações inicialmente discutidas. É também nesse momento que os estudos sobre o tema são aprofundados, e o professor, atuando como intermediador fará questionamentos de diferentes níveis para estimular os estudantes na resolução de situações aplicando as teorias científicas e conceitos investigados (Muenchen; Delizoicov, 2010).

Nessa etapa final, a aula será direcionada a utilização do conhecimento científico para a resolução de situações-problematizadoras, que podem estar ligadas diretamente ao cotidiano dos estudantes. Como é salientado por Albuquerque, Santos e Ferreira (2014).

Este é o momento importante para que os alunos encontrem relações entre os temas abordados, não apenas através dos conceitos, mas também de fenômenos que possam ter alguma conexão com as informações apresentadas. No entanto, o professor mantém a postura problematizadora, podendo trazer questionamentos que não foram levantados pelos alunos, como informações e problemas que surgiram do decorrer dos momentos. Além disso, este é um bom momento para o professor formalizar alguns conceitos que não foram aprofundados pelos alunos (Albuquerque, Santos e Ferreira, 2014, p.467).

Se analisarmos o contexto da física experimental, por exemplo, os três momentos pedagógicos conseguem auxiliar o professor de física na reestruturação do conhecimento em comparação as aulas tradicionais, uma reestruturação da investigação experimental. A principal vantagem é a organização do processo de ensino e aprendizagem, que trazem benefícios para o professor e para os estudantes.

Nas aulas experimentais, os três momentos podem favorecer o caráter investigativo das aulas de física. O estudante pode se sentir no papel de cientista, pois será levado a um formato de aula diferente do habitual. Ele participa diretamente do processo de investigação do fenômeno, manipula, faz a análise do processo e pode elaborar suas próprias explicações, ou seja, autonomia. Por esses motivos, escolhemos essa abordagem como base de nossa

proposta didática, pois ela consegue auxiliar estudante e professor de forma organizada e dinâmica, potencializando a aprendizagem sob um olhar crítico e reflexivo, além de proporcionar a autonomia do indivíduo no processo de ensino e aprendizagem.

4 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

Nossa proposta se enquadra como pesquisa aplicada, pois envolve a aplicação prática de conhecimentos teóricos para a resolução de problemas específicos, no caso, a melhoria do Ensino de Eletricidade, por meio de uma proposta didática. Além disso, também contém elementos de uma pesquisa exploratória e qualitativa, que busca compreender melhor fenômenos físicos a partir de uma abordagem de ensino problematizada com a experimentação.

A fundamentação teórica foi baseada na metodologia dos três momentos pedagógicos de Delizoicov, em pesquisas sobre experimentação e na construção da proposta didática. Inicialmente, investigamos pesquisas que tratassem da experimentação no Ensino de Eletricidade, tanto de teóricos mais respeitados sobre o tema, como de intervenções didáticas e propostas de ensino com a abordagem experimental: Periódicos, revistas, dissertações e artigos.

Posteriormente, procuramos uma metodologia que auxiliassem pedagogicamente a execução da proposta em sala de aula. No caso, escolhemos como base os três momentos já citados. Feito isso, investigamos a fundo os dois temas que escolhemos, campo elétrico e resistência elétrica.

O tema campo elétrico foi escolhido devido as dificuldades que observamos por parte dos estudantes na compreensão do conceito de campo, tanto em sala de aula como em pesquisas sobre o tema, como já foi citado anteriormente. Por outro lado, a escolha do conceito de resistência elétrica ocorreu por causa do grande número de aplicações do fenômeno do cotidiano dos estudantes.

Após a investigação dos temas escolhemos dois dispositivos elétricos para a base das aulas experimentais; O primeiro intitulado “detector de campo” e o segundo “lápiz resistor”. Ambos os aparelhos já existem e podem ser encontrados na internet sem muita dificuldade. Porém, elaboramos nossa própria versão, com materiais de baixo custo e algumas adaptações que felicitassem a construção por parte no professor¹ e para ser trabalhado com os alunos.

Na última etapa, iniciamos a transposição didática para a execução dos experimentos em sala de aula. O resultado foi a construção de duas sequências didáticas, uma para cada dispositivos, que serão descritas no tópico seguinte.

¹ Um passo a passo da construção dos dois dispositivos encontram-se no Apêndice A.

4.1 As sequências didáticas

4.1.1 Sequência didática I: o detector de campo

A primeira sequência didática², intitulada “o detector de campo” foi elaborada para investigar o conceito de campo elétrico a partir do dispositivo experimental de mesmo nome, baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e no modelo de aula experimental investigativa por grupos de estudantes, proposto por Gaspar (2014). Ela foi construída para execução em quatro aulas, estruturadas nos três momentos pedagógicos.

No primeiro momento (problematização inicial), apresentamos uma proposta de problematização do tema, por meio de situações do cotidiano dos estudantes e trechos de um filme de ficção sobre Nicolas Tesla e Thomas Edson, intitulado “a batalha das correntes elétricas”, afim de chamar a atenção dos estudantes para fenômenos relacionados a eletricidade e os efeitos do campo elétrico.

No segundo momento (organização do conhecimento), propomos a construção e investigação do experimento por grupos de estudantes. Como suporte são apresentadas questões para orientar os estudantes durante a investigação dos fenômenos elétricos e levantamento de hipóteses.

No último momento (aplicação do conhecimento), propomos a discussão e apresentação dos conhecimentos físicos relacionados ao experimento. Nesse momento, sugerimos um fórum³ de discussão para os estudantes apresentarem suas hipóteses para explicar o fenômeno de campo elétrico, o funcionamento do dispositivo e as aplicações em situações de seu cotidiano.

Na tabela a seguir apresentamos uma síntese da estrutura da sequência I, os momentos pedagógicos, a quantidade de aulas para cada momento e as atividades propostas.

Tabela 1: Cronograma da sequência I – O detector de campo

ETAPAS	ATIVIDADES
ETAPA I (Aula 1): Problematização visual (problematização inicial)	- Discussão de uma situação problematizadora envolvendo o conceito de campo e situações do cotidiano dos estudantes. - Atividade: Entrega de cartões com imagens e

² A sequência didática “o detector de campo” encontra-se no Apêndice B.

³ As orientações para o fórum de discussão encontram-se no Apêndice D.

	cartões com
ETAPA I (Aula 2 e 3): Experimentação (organização do conhecimento) - apresentação do dispositivo e início da experimentação.	- Apresentação do dispositivo “detector de campo” e montagem do circuito elétrico com os estudantes. - Levantamento de dados pelos estudantes e formulação de hipóteses.
ETAPA III (Aula 4): Fórum de discussão	- Apresentação e discussão em sala de aula acerca das questões levantadas ao longo da investigação para socialização do conhecimento e hipóteses levantadas, por meio de uma dinâmica.
Total de aulas	4 aulas

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.1.2 sequência didática II: “o lápis resistor”

Nessa sequência didática II⁴, intitulada “lápiz resistor”, propomos uma série de atividades divididas nos três momentos pedagógicos para a abordagem do experimento de mesmo nome.

No primeiro momento (problematização inicial), propomos a realização de uma problematização visual, a partir das imagens de vários objetos do cotidiano dos estudantes e situações relacionadas diretamente ao tema da aula, com o intuito de investigar os conhecimentos prévios e chamar a atenção para as discussões sobre resistência elétrica.

No segundo momento (organização do conhecimento), é proposto a apresentação do dispositivo tecnológico chamado “lápiz resistor”, e a realização da atividade experimental orientada por questões que auxiliem o professor a estimular os estudantes na investigação dos fenômenos associados ao dispositivo.

No último momento (aplicação do conhecimento), propomos a socialização do conhecimento, com a apresentação das hipóteses levantadas pelos estudantes sobre o experimento e das questões feitas no início da investigação. Como estratégia metodológica, apresentamos algumas atividades (tabelas para levantamento de dados, imagens de situações problematizadas etc.), inclusive o fórum de discussão novamente.

Na tabela a seguir apresentamos um cronograma para explicar um passo a passo da sequência e as atividades propostas, que foram elaboradas para execução em quatro aulas.

⁴ A sequência didática II encontra-se no Apêndice E.

Tabela 2: Cronograma da sequência II – lápis resistor

ETAPAS	ATIVIDADES
1ª ETAPA: Problematização inicial	- Discussão de situações problematizadoras envolvendo o conceito de resistência elétrica em diferentes situações do cotidiano dos estudantes; - Investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes; - Momento pré-experimental.
2ª ETAPA: Construção do dispositivo “lápis medidor de resistência” (organização do conhecimento)	- Apresentação e construção do dispositivo experimental; - Coleta de dados e levantamento de hipóteses;
3ª ETAPA: Discussão das hipóteses elaboradas e avaliação final (aplicação do conhecimento).	- Apresentação das hipóteses levantadas ao longo da aula; - Socialização do conhecimento; - Conclusões e explicações para os fenômenos investigados no experimento.
Total de aulas	4 aulas

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, apresentamos uma proposta para o estudo de campo e resistência elétrica através da construção de dois dispositivos, com o objetivo de integrar a prática experimental com o ensino de conceitos físicos. Acreditamos que nossa sugestão não promove apenas um maior interesse e engajamento pela disciplina, mas também facilita a compreensão dos fenômenos físicos de maneira mais concreta e significativa.

Os dispositivos propostos neste estudo, representam ferramentas valiosas para a experimentação prática. Eles são projetados para serem acessíveis, o que pode auxiliar os professores na sua reprodução em suas salas de aula, mesmo com a ausência de laboratórios.

Além disso, a utilização dos três momentos pedagógicos de Delizoicov como referencial metodológico para a implementação dos dispositivos propostos, traz uma abordagem didática mais estruturada e eficiente. A problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento proporcionam uma sequência lógica e coerente para o desenvolvimento das atividades experimentais. Esta metodologia incentiva a participação ativa dos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa e contextualizada.

Acreditamos que os dispositivos propostos neste estudo, juntamente com uma abordagem metodológica bem estruturada, têm o potencial de transformar a forma como os estudantes percebem e interagem com os conceitos científicos. Ao proporcionar experiências práticas e contextualizadas, os professores podem ajudar os estudantes a desenvolverem uma compreensão mais profunda e significativa dos princípios da física de maneira mais concreta e problematizada. As aulas com experimentos podem melhorar a compreensão dos estudantes, motivando o interesse pela disciplina.

Em nossa concepção, os dispositivos que sugerimos podem oferecer a oportunidade de observar fenômenos diretamente, testar hipóteses e compreender a natureza das leis físicas de maneira prática e interativa. Essa metodologia, pode tornar as aulas mais dinâmicas, contribuindo para uma maior problematização do conhecimento e uma melhor aplicação dos conceitos aprendidos em situações cotidianas.

Acreditamos também que as sequências didáticas sugeridas podem auxiliar o professor na abordagem dos conteúdos, permitindo o acesso a um material investigativo. Destacamos também a importância da experimentação com diferentes tipos de dispositivos elétricos, que podem proporcionar aos estudantes, oportunidades para fazer perguntas e explorar suas curiosidades sobre resistores, capacitores, circuitos integrados etc.

No caso do detector de campo, por exemplo, o experimento pode trazer uma perspectiva diferente para a compreensão do conceito de campo, utilizando as características físicas como distância e intensidade de carga, através de um sensor sonoro e luminoso. Isso pode auxiliar também o professor para investigações mais avançadas e aplicações práticas futuras.

Por outro lado, o “lápiz resistor”, tem potencial para o professor atuar como intermediador no processo de investigação do fenômeno de resistência numa perspectiva diferente da que geralmente é explorada nos livros didáticos. A sugestão é aprender sobre resistência através da emissão sonora e a taxa de variação de frequência.

Dessa forma, acreditamos que nossa proposta pode trazer benefícios para o estudo de eletricidade, fornecendo uma opção viável e com potencial para mais pesquisas em ensino sobre os conceitos de campo elétrico e resistência elétrica, em meio a um currículo cada vez mais simplista e carga horária reduzida para o Ensino de Física. Deixamos claro que é uma proposta, por tanto, estamos abertos para sugestões e possíveis alterações que possam gerar futuras intervenções didáticas e melhorias pedagógicas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, K. B; SANTOS, P. J. S e FERREIRA, G. K. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 461-482, 2014.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- BATISTA, M. C. **A utilização da experimentação no ensino de física: modelando um ambiente de aprendizagem**. 84f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática), Universidade Estadual de Maringá, 2009.
- BENFICA, K. F. G.; PRATES, K. H. G. As contribuições do uso de experimentos no ensino–aprendizado da física. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 33686-33703, 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BONFIN, S. A; COSTA, P. C; NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos três Momento Pedagógicos no Estudo de velocidade escalar média. **Experiências em Ensino de Física**, v. 13, n. 01, 2018.
- CARVALHO, G. S. **A produção e experimentação de recursos didáticos contextualizado para as escolas do campo: o caso do álbum seriado das tecnologias sociais**. 133f. Monografia (Curso de Licenciatura em Educação do Campo), Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – Paraíba – Brasil, 2018.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990a.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990b. 208p.
- DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J.A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- ERROBIDART, H. A. *et al.* Ouvido mecânico: um dispositivo experimental para o estudo da propagação e transmissão de uma onda sonora. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, p. 1507-6, 2014.
- FREIRE, P. **A alfabetização como elemento de formação da cidadania**, São Paulo/Brasília, 1987. In: Política e Educação: ensaios. São Paulo: Cortez, 1993. 9p.
- GASPAR, A. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014. 252p.
- GASPAR, A. **Experiências de Ciências**. Editora Livraria da Física, 2ª edição. 2015. 327p.

GIACOMINI, A; MUENCHEN, C. Os três momentos Pedagógicos como organizadores de processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. .02, p. 339 – 355, 2015.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Experimentação e Ensino de Ciências**, n. 10, p. 43 – 49, 1999.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & sociedade**, v. 12, p. 307-323, 2009.

HODSON, D. *et al.* Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

LABURÚ, C. E.; MAMPRIN, M. I. L. L.; SALVADEGO, W. N. C. **Professor das ciências naturais e a prática de atividades experimentais no ensino médio: uma análise segundo Charlot**. Londrina: Eduel, 2011. 124p.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Pesquisas em educação em ciências na região de Santa Maria/RS: algumas características. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 2, p. 47 – 65, 2010.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017.

PIETROCOLA, M. **Construção e Realidade: modelizando o mundo através da Física**. In: Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. 235p.

PINHO-ALVES, J. **Atividade experimental: uma alternativa na concepção construtivista**. VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2002.

QUEIROZ, M. M.; MORAES, M. S.; SANTOS, T. G. A Física por meio de Experimentos em uma escola no município de Coari/AM. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 6, n. 1, p. 414-429, 2023.

SANTOS, E. A. *et al.* Atividades experimentais como estratégia didática para o ensino de física: um relato de experiência. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, v. 12, n. 1, p. 74-85, 2023.

SMITH, W. F.; HASHEMI, J. **Fundamentos de Engenharia e Ciência dos Materiais**. AMGH Editora, 2013. 734p.

APÊNDICE A – A CONSTRUÇÃO DOS DISPOSITIVOS

EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO

A proposta didática apresentada a seguir, consiste na construção de dois dispositivos experimentais para investigar os conceitos de campo elétrico e resistência elétrica. A ideia surgiu pela necessidade de materiais de baixo custo sobre os temas e que possibilitasse o estudo dos fenômenos de maneira investigativa.

Assim como foi discutido anteriormente, ainda existe um déficit de materiais que abarquem temas mais difíceis de serem compreendidos pelos estudantes. Isso nos fez procurar alternativas que viabilizassem experimentos mais acessíveis e que fosse possível o professor adaptar para diferentes realidades.

No item a seguir, apresentaremos a descrição dos dois dispositivos e um passo a passo para a construção de ambos. O primeiro foi intitulado de “detector de campo” e o segundo de “lápiz resistor”.

Por se tratar de uma proposta, o professor tem total liberdade para fazer as devidas alterações, para que os experimentos sejam construídos da melhor forma possível, evitando gastos desnecessários e dificuldades de compreensão por parte dos estudantes.

DETECTOR DE CAMPO

Montagem do experimento I: “O detector de campo”

Inicialmente trazemos os objetivos do dispositivo, os materiais necessários para a montagem e algumas de suas principais características. Em seguida, apresentamos os arranjos da montagem e a planta baixa do circuito. Optamos por construir a estrutura física utilizando apenas três transistores e materiais de baixo custo, mas fica a critério do professor optar por seguir nossas orientações, pois existem opções parecidas na internet. Contudo, a nossa versão foi testada e validada para o desenvolvimento de nossa proposta. Salientamos que o professor fique atento aos passos indicados e o momento de conectar cada dispositivo.

Objetivos do Experimento:**Objetivo geral**

Compreender as principais características físicas do campo elétrico a partir de um dispositivo experimental, utilizando os estudos de circuitos elétricos e componentes básicos de um circuito.

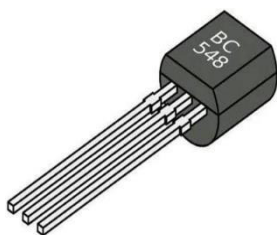
Objetivos específicos

- Entender a variação de intensidade do campo elétrico com a distância;
- Investigar a influência das cargas elétricas na geração e intensidade do campo elétrico;
- Compreender as características principais de dispositivos que podem compor um circuito elétrico;
- Desenvolver habilidades práticas em experimentação, por meio da manipulação de equipamentos elétricos.

Materiais Necessários

A seguir são apresentados os materiais necessários para a montagem do dispositivo. Reforçando que fica a critério do professor fazer as alterações que achar necessárias para aperfeiçoar ou viabilizar o experimento para sua realidade. Lembrando que todos os materiais são de baixo custo e podem ser encontrados em lojas de eletroeletrônicos sem muita dificuldade.

- 03 transistores Bc548 (fig.01)
- 01 Led (fig.02)
- 01 Buzzer (fig.03)
- 01 Capacitor de 22pf (fig.04)
- 50 cm de fio de cobre esmaltado (fig.05)
- 01 Ferro de solda e solda (fig.06)
- 01 Bateria de 9V (fig.07)
- 01 Rabicho (fig.08)
- 01 Alicates de corte (fig.09)
- 01 Resistor (fig.10)

Figura 1: transistor Bc548

Fonte: Google imagens

Figura 2: Led

Fonte: Google imagens

Figura 3: Buzzer

Fonte: Google imagens

Figura 4: Capacitor 22pf solda

Fonte: Google imagens

Figura 5: Fio de cobre esmaltado

Fonte: Google imagens

Figura 6: Ferro de solda e solda

Fonte: Google imagens

Figura 7: fonte de 9V

Fonte: Google imagens

Figura 8: Rabicho

Fonte: Google imagens

Figura 9: Alicate de corte

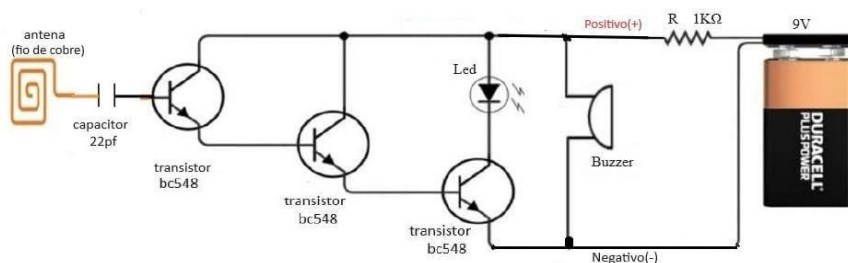
Fonte: Google imagens

Figura 10: resistor de 1k

Fonte: Google Imagens

Circuito base: planta base do circuito montado

Figura 11: Planta do detector de campo



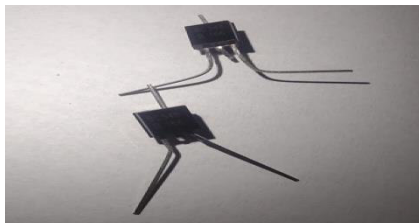
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

MONTAGEM DA ESTRUTURA

PASSO 01: Identificação dos terminais do transistor BC548:

Separe os dois transistores e identifique os terminais do transistor (emissor, base e coletor), o bc548 (figura 12) tem três terminais em cada transistor. Normalmente, olhando por cima do transistor com a parte plana voltada para você, os terminais, da esquerda para a direita, são emissores (E), base (B) e coletor (C).

Figura 12: Transistores



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

PASSO 02: Conexão do LED e buzzer:

Conecte o LED e o buzzer em série (figura 13). Certifique-se de que o LED esteja com a polaridade correta. O anodo do LED (o terminal mais longo) deve ser conectado ao positivo da bateria e o catodo (o terminal mais curto) ao buzzer.

Figura 13: Montagem do buzzer e do led



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

PASSO 03: Conexão do transistor ao LED, buzzer e resistor:

Conecte o emissor de um dos transistores ao negativo da bateria. Em seguida, conecte o coletor deste mesmo transistor ao LED e ao buzzer em série (Figura 14). Por último conecte a base deste transistor ao positivo da bateria através de um resistor de $1k\Omega$. A posição ficará conforme a montagem da figura 14.

Figura 14: Conectando o resistor ao circuito



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

PASSO 04: Conexão dos demais transistores:

Repita o passo 3 com os outros dois transistores, ou seja, conecte o emissor do segundo transistor ao negativo da bateria e o coletor ao emissor do primeiro transistor (figura 15). Faça o mesmo para o terceiro transistor.

Figura 15: Conectando os demais transistores



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

PASSO 05: Conexão do capacitor

Agora é feita a base para a antena do circuito, conectando um dos terminais do capacitor na base do transistor (Figura 16).

Figura 16: Conexão do capacitor



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

PASSO 06: Conexão da antena

Agora conecte a ponta do fio de cobre da antena ao outro terminal do capacitor cerâmico (Figura 17).

Figura 17: Conexão da antena



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

PASSO 07: Verificação e teste

Verifique se todas as conexões estão seguras e se não há curtos-circuitos. Em seguida, conecte a bateria e observe se o LED acende e o buzzer emite som (figura 18). Se necessário, ajuste a posição da antena ou a sensibilidade do circuito para obter o comportamento desejado. Pronto, agora você está com a estrutura montada e pronta para ser utilizada.

Figura 18: Circuito pronto

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

EXPERIMENTO II: O LÁPIS RESISTOR

Montagem do experimento II: “O medidor de resistência”

A partir de agora vamos trazer orientações para a construção de um circuito um pouco mais complexo que o anterior, pois necessita de mais componentes, sensibilidade e placa de circuito impresso. Recomendamos que o professor tenha cuidado no momento das soldagens e que tente praticar um pouco a soldagem em fios pequenos e só assim inicie a montagem do resistor. Na ordem, apresentamos os objetivos do experimento, materiais necessários e o passo a passo da montagem, semelhante ao experimento I. Deixamos claro que utilizamos como referência para a construção do experimento, um vídeo do canal do YouTube “manual do mundo⁵”.

Objetivos do Experimento:

Entender a relação entre resistência elétrica e diferentes tipos de matérias, por meio da emissão sonora de um circuito elétrico utilizando materiais de baixo custo.

Objetivos específicos

- Entender a função prática de componentes de circuitos elétricos simples;
- Desenvolver habilidades práticas para a montagem de aparatos experimentais;
- Compreender a resistência elétrica pela frequência sonora;

Materiais Necessários

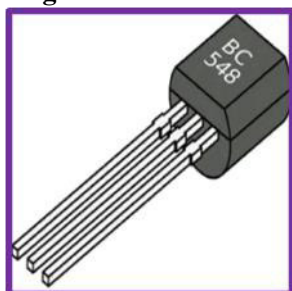
A seguir são apresentados os materiais necessários para a montagem do dispositivo. Reforçando que fica a critério do professor fazer as alterações que achar necessárias para aperfeiçoar ou viabilizar o experimento para sua realidade. Lembrando que todos os materiais

⁵ O vídeo pode ser acessado em: <https://www.youtube.com/watch?v=NgTfjDKiCf0>

são de baixo custo e podem ser encontrados em lojas de eletroeletrônicos sem muita dificuldade. Separe os seguintes materiais:

- 01 transistor BC 548 (Figura 19)
- 01 lápis grafite de carpinteiro (Figura 20)
- 01 alto falante (Figura 21)
- 02 pilhas de 1,5 V cada (Figura 22)
- 01 porta pilha para duas pilhas (Figura 23)
- 03 resistores – 1 (4,00), 2 (1,60), 3 ((Figura 24)
- 01 capacitor 22 pf (Figura 25)
- 01 placa de circuito (Figura 26)
- 01 ferro de solda (Figura 27)
- 01 alicate de corte (Figura 28)
- 01 capacitor eletrolítico (Figura 29)
- 12 jumpers (Figura 30)
- 01 circuito integrado (Figura 31)

Figura 19: Transistor



Fonte: Google imagens

Figura 20: Lápis de Carpinteiro



Fonte: Google imagens

Figura 21: Alto Falante



Fonte: Google imagens

Figura 22: Pilha AA



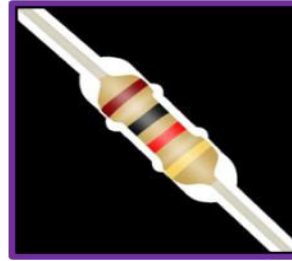
Fonte: Google imagens

Figura 23: Porta Pilha



Fonte: Google imagens

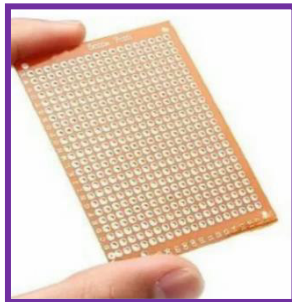
Figura 24: Resistor



Fonte: Google imagens

Figura 25: Capacitor 22pf

Fonte: Google imagens

Figura 26: Placa Circuito impresso

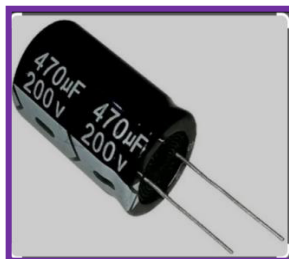
Fonte: Google imagens

Figura 27: Ferro de Solda

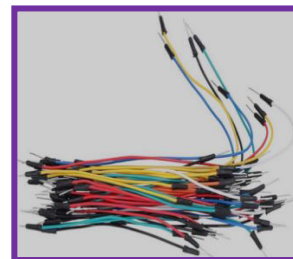
Fonte: Google imagens

Figura 28: Alicates de cor

Fonte: Google imagens

Figura 29: Capacitor Eletrolítico

Fonte: Google imagens

Figura 30: Jumpers

Fonte: Google imagens

Figura 31: Circuito Integrado

Fonte: Google imagens

Circuito base: a figura 32 ilustra o circuito base que utilizamos para a montagem do experimento.

Figura 32: planta do detector de campo

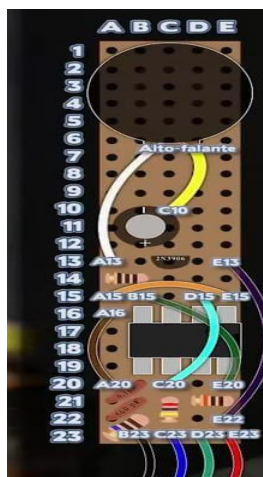
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

MONTAGEM DA ESTRUTURA

PASSO 01: Separação dos componentes

O primeiro passo é separar todos os componentes que serão utilizados figura 33.

Figura 33: Componentes para a montagem do dispositivo

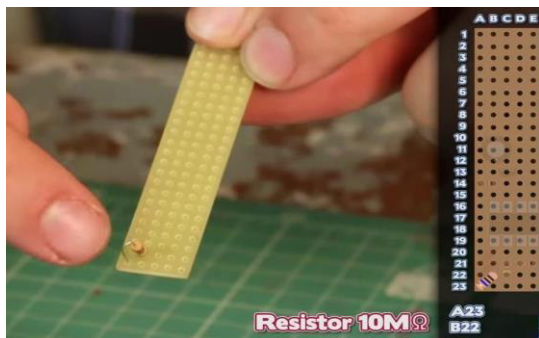


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

PASSO 02: soldagem dos resistores

Iniciando pelo resistor de $10\text{m } \Omega$ (marrom, preto e azul), que deve ser colocado na placa na posição A23x B22 (Figura 34). Em seguida, solde o componente com cuidado para não invadir a ilha. Depois instale o resistor de $270\text{ k } \Omega$ (vermelho, roxo e amarelo) na posição C22 a C21 da placa (Figura 35). Posteriormente coloque o resistor de $10\text{k } \Omega$ (marrom, preto e laranja) nas posições D21 a E21 (Figura 34).

Figura 34: placa para circuito impresso



Fonte: Canal manual do mundo

Figura 35: Inserindo o resistor de 270 k



Fonte: Canal manual do mundo

PASSO 03: soldagem dos capacitores e circuito integrado

Vamos instalar o capacitor cerâmico de 560 pf, nas posições A22 a B21 (Figura 36), e o capacitor cerâmico de 0,1 μ f nas posições A21 a B20 (Figura 37). O circuito integrado por sua vez, possui 4 pernas que devem ser conectadas nas posições B19 a E19 e B16 a E16 (Figura 38).

Figura 36: Inserindo o capacitor 560pF



Fonte: Canal manual do mundo

Figura 37: inserindo capacitor 0,1 μ F



Fonte: Canal manual do mundo

Figura 38: Inserindo o circuito integrado



Fonte: Canal manual do mundo

PASSO 04: Últimos componentes

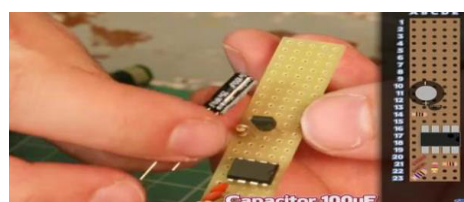
Vamos finalizar a montagem inserindo o resistor de 10 Ω (marrom, preto e preto) na posição A14 a B14 (Figura 39) e o transistor 2N3906 que ficará no B13 a D13 (Figura 39). Em seguida, o componente será o capacitor eletrolítico de 100 μ F, que ficará nas posições B12 a B11 (Figura 40). Fique atento na hora da solda, para não juntar as ilhas vizinhas, pois se houve algum contato seu experimento não vai funcionar. Se ocorrerem contatos entre as ilhas, alguns dos componentes podem ser danificados por curto-circuito.

Figura 39: Inserindo o transistor



Fonte: Canal manual do mundo

Figura 40: Inserindo o capacitor eletrolítico



Fonte: Canal manual do mundo

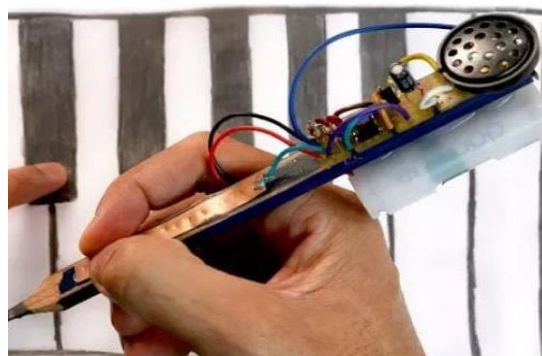
Os últimos componentes são os jumpers, que devem ser conectados exatamente como na figura 41. E por fim, instale os jumpers no auto falante, numa fita ou fio de cobre, outro fio no porta pilha, conforme a figura 42, e por tanto, seu lápis resistor estará pronto.

Figura 41: Inserindo os jumpers



Fonte: Canal manual do mundo

Figura 42: instalação da buzina e porta pilha



Fonte: Canal manual do mundo

APÊNDICE B – SEQUÊNCIA DIDÁTICA I: DETECTOR DE CAMPO

Neste apêndice vamos iniciar a apresentação das sequências didáticas para a utilização dos dois dispositivos da seção anterior. Um dos pré-requisitos para a execução das propostas é que os estudantes já tenham estudado eletrostática e os conteúdos referentes a eletrodinâmica, especialmente circuitos elétricos e seus componentes básicos. A ideia é que os dispositivos sejam uma espécie de finalização dos temas eletricidade e circuitos elétricos, por isso recomendamos que o público-alvo sejam estudantes do terceiro ano do ensino médio.

As sequências visam a produção de material didático possível de ser aplicado pelo professor de física em escolas de ensino público, com potencial para serem adaptadas a diferentes realidades.

No total, as sequências contam com oito aulas organizadas em seis etapas. Cada aula programada para 50 minutos cada, com orientações metodológicas elaboradas para auxiliar o professor no passo a passo durante os momentos pedagógicos, estimulando a participação, autonomia e criatividade dos estudantes. Nesse processo, o professor desempenhará um papel crucial de intermediador das investigações propostas e das atividades que deverão ser realizadas. Por isso tentamos detalhar o máximo possível cada etapa das sequências e das metodologias utilizadas. Outro ponto positivo é o caráter adaptável das metodologias, pois deixamos em aberto para possíveis modificações e adequação para diferentes tipos de público.

Como já citamos anteriormente, utilizaremos como referencial metodológico as orientações dos três momentos pedagógicos de Delizoicov, que serão detalhadas nas etapas das sequências.

Orientações metodológicas para o uso em sala de aula

Sequência didática I: “O detector de Campo elétrico”

Nesta sequência didática será apresentado uma proposta para a investigação do conceito de campo elétrico em uma perspectiva experimental investigativa, baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994). No primeiro momento é sugerida uma problematização sobre o tema eletricidade, com situações cotidianas envolvendo o fenômeno de campo elétrico. No segundo é feita uma atividade experimental em equipes utilizando materiais de baixo custo, orientada pelo professor, que será a aplicação do conhecimento. E no último momento, que será a organização dos conhecimentos investigados, deve ser feita uma dinâmica em grupo, com o objetivo de investigar os

resultados do experimento, gerando novos questionamentos e retomando a problematização inicial. Aconselhamos que esses três momentos sejam realizados em quatro aulas: três aulas para a problematização inicial e experimentação (organização do conhecimento) e uma aula para a aplicação do conhecimento. Sendo cada aula de 45 ou 50 minutos.

Enfatizamos que as aulas devem ser desenvolvidas após os estudos de eletrostática e circuitos elétricos, como forma de encerramento dos estudos sobre eletricidade, oferecendo a oportunidade de os estudantes entenderem mais profundamente as funções de vários dispositivos elétricos e o conceito físico de campo elétrico.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Investigar o conceito de campo elétrico através da abordagem experimental e problematizada, compreendendo de maneira prática as funções de componentes de um circuito elétrico.

Objetivos específicos

- Compreender a variação de intensidade de campo elétrico com a distância;
- Explorar o pensamento crítico e reflexivo com situações problematizadas, que relacionem os conhecimentos da física e o cotidiano dos estudantes;
- Investigar aplicações do conceito de campo elétrico em situações do cotidiano;
- Construir um experimento simples utilizando materiais de baixo custo;
- Investigar as funções de dispositivos eletrônicos num circuito elétrico;
- Estimular o desenvolvimento de habilidades práticas experimentais;
- Compreender as aplicações da física na construção e no uso de tecnologias.

METODOLOGIA: AS ETAPAS DA SEQUÊNCIA

1ª etapa- Problemática Visual (problematização inicial)

O objetivo principal desse encontro é problematizar o tema “campo elétrico” e entender os conhecimentos prévios que os estudantes desenvolveram ao longo dos estudos sobre eletricidade. A aula deve ser iniciada com uma problematização a partir de questionamentos feitos sobre a Fig. 43 (A), (B), (C), (D) e trechos do filme “a batalha das

correntes⁶”. As questões⁷ podem ser entregues escritas em cartões (Apêndice B), e devem ser respondidas em equipes. Aconselha-se que essa etapa seja realizada em uma aula completa. Acreditamos que seja possível o professor apresentar os vídeos, as questões, e permitir que os estudantes elaborem as respostas, e em seguida seja feita a apresentação das respostas e discussão.

Figura 43: (A) Tesla em seu laboratório



Fonte: <http://wikipédia.com.br>

(B) Pelos arrepiados em frente à TV



Fonte: <http://es-la.facebook.com>

(C) Turistas no alto de uma montanha



Fonte: <http://notícias.uol.com.br>

(D) Cena do filme “A batalha das correntes elétricas”



Fonte: <http://rostore.sales.com>

Sugestão de questões para serem trabalhadas

- (I) Ao analisar as imagens você consegue descrever o que está ocorrendo ao redor de Tesla, e identificar algum conceito físico que possa explicar a situação?
- (II) O que ocorre na região próxima as descargas elétricas nas imagens sobre Tesla? Justifique sua resposta
- (III) Porque as linhas de força elétrica, ou linhas de campo elétrico são representadas saindo da carga positiva e indo em direção à carga negativa?
- (IV) O que acontece quando temos duas cargas elétricas de sinais opostos próximas uma da outra?
- (V) Onde podemos observar esse fenômeno do campo elétrico nas imagens?
- (VI) Como as cargas interagem entre si?

⁶ Trechos do filme podem ser encontrados

em: https://www.youtube.com/results?search_query=filme+a+batalha+das+correntes+dublado

⁷ Alguns modelos de questões encontram-se no Apêndice C.

(VII) Por que na cena em que Tesla aproxima uma lâmpada das bobinas ela imediatamente acende e quando ele distânciava ela se apaga? Justifique sua resposta.

(VIII) Você já presenciou algum fenômeno parecido com os trechos dos vídeos apresentados? Em pequena ou grande escala?

(XIX) Você saberia explicar por que os pelos dos braços se arrepiam ao se aproximarem da tela de algumas TVs? Explique sua resposta.

(X) Que tipo de fenômeno está ocorrendo com as pessoas na figura 3? Justifique sua resposta.

(XI) Você consegue identificar algum dos dispositivos eletrônicos nas Fig. 05 e 06? Se sim, indique ao menos sua função no funcionamento de um circuito.

2ª etapa- A atividade experimental (organização do conhecimento)

Essa etapa deve ser destinada a atividade experimental em sala de aula ou no laboratório. Estimamos que duas aulas sejam o suficiente para a construção do dispositivo experimental, intitulado “detector de campo”. A atividade deve ser realizada em dois momentos, por equipes de até quatro estudantes. No primeiro momento deve ser feita a montagem do dispositivo com a orientação do professor. No segundo, será a fase de testes, levantamento de dados e elaboração de hipóteses. Esse momento deve ser norteado por questões⁷ para discussão do funcionamento e análise física do dispositivo. Além disso, o professor deve orientar os estudantes durante todo o processo, seguindo as orientações apresentadas na seção anterior.

Aconselhamos que o professor reserve um tempo de no mínimo duas aulas para esses momentos. O objetivo é oferecer a oportunidade dos estudantes se familiarizarem com os componentes elétricos, estudarem suas funções e elaborarem hipóteses para seu funcionamento. Dessa forma, eles poderão observar atentamente o experimento, registrar cada detalhe e interagir entre si para compreender os fenômenos relacionados ao campo elétrico.

3ª etapa - Fórum de discussão (Aplicação do conhecimento)

Essa etapa será crucial para abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelos estudantes, com o intuito de analisar e interpretar e socializar as respostas para os questionamentos feitos no experimento e situações iniciais levantadas durante a problematização inicial, quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao

⁷As questões completas encontram-se no Apêndice B.

momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Para isso, propomos uma dinâmica em forma de júri, onde os estudantes, nas mesmas equipes de construção do experimento, deverão responder algumas das questões entregues na aula inicial e as questões elaboradas especificamente sobre o experimento e o fenômeno de campo elétrico no dia a dia.

Para desenvolver a atividade será feito um sorteio com as questões. Cada equipe escolhe um membro para o sorteio, que terá um tempo estipulado pelo professor para responder as questões⁸ orientado pela sua equipe. As respostas serão lidas para toda a turma e julgadas pelo professor e os demais estudantes. A equipe que conseguir acertar o maior número de questões vencerá a disputa. Isso pode possibilitar a participação ativa dos estudantes na discussão teórica do conceito e feedbacks do professor para consolidar o aprendizado dos alunos.

Avaliação:

Da maneira que foi proposta a sequência, a avaliação será feita de forma contínua, analisando tanto o trabalho dos alunos em grupo, quanto à aptidão de cada um na aplicação do conteúdo na compreensão dos fenômenos analisados, nas respostas as questões apresentadas e na construção do experimento.

⁸ Uma descrição detalhada da atividade encontra-se no apêndice D.

APÊNDICE C – QUESTÕES PARA A DISCUSSÃO DO EXPERIMENTO I

Questão (I): Após a montagem do experimento, relate o que ocorre com o dispositivo ao ser aproximado dos celulares dos integrantes de sua equipe, das tomadas ou interruptores da sala de aula, ou de outros dispositivos elétricos. Realize essa etapa em três posições diferentes para cada objeto.

Questão (II): Agora atrite um canudo de refrigerante com papel higiênico e aproxime do dispositivo, e em seguida relate o que você consegue perceber.

Questão (III): Você conseguiu perceber diferenças entre os dois casos iniciais com o celular e as tomadas em relação ao canudo de refrigerante? Elabore uma explicação para o que você conseguiu perceber e justifique sua resposta.

Questão (IV): De acordo com sua concepção e os estudos que realizou nas aulas de física até o momento, tente explicar a variação da intensidade luminosa do dispositivo. Em seguida, tente criar ou lembrar-se de uma expressão algébrica que possa ajudar na compreensão da relação entre a distância e intensidade luminosa.

Questão (V): Tente identificar e explicar as funções do máximo de dispositivos que compõem o circuito que você construiu, relacionando com os conceitos físicos que já estudou em eletricidade.

Questão (VI): Você acredita que esse dispositivo possa ter algum tipo de aplicação prática? Dê exemplos de situações em seu dia a dia que ele poderia ser útil.

APÊNDICE D - ORIENTAÇÕES PARA O FÓRUM DE DISCUSSÃO

Título: “O júri das comunidades científicas”

OBJETIVOS

Objetivo geral:

Promover um debate acerca da atividade experimental “o detector de campo” e dos conceitos físicos envolvidos, por meio de uma dinâmica em grupo com a orientação do professor.

Objetivos específicos:

- Discutir as hipóteses levantadas durante o experimento;
- Compreender o fenômeno do campo elétrico a partir do debate das respostas apresentadas no experimento;
- Compreender as funções de componentes de um circuito elétrico;
- Investigar a aplicação dos conhecimentos da física num dispositivo tecnológico;
- Entender parte do processo de construção da atividade científica;

Etapas da atividade:

1ª etapa: agrupar os estudantes novamente nas equipes que realizaram o experimento e entregar.

2ª etapa: Sorteio das comunidades científicas

Nessa etapa, o professor pedirá para que um estudante de cada equipe pegue um pedaço de papel dentro de uma caixa com o nome da comunidade científica que eles irão representar ao defenderem suas hipóteses para as questões levantadas sobre o experimento. O professor pode escolher países como sendo as comunidades científicas. Por exemplo: “A comunidade científica do Brasil”, “A comunidade científica Inglesa”, “A comunidade científica dos Estados Unidos”, “A comunidade científica da Argentina” etc.

3ª etapa: Sorteio das questões e debate

Nesse momento, o professor irá utilizar outra caixa com algumas das questões que foram apresentadas durante o experimento e novas questões, com o objetivo de investigar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes. Cada equipe deve apresentar a resposta para as questões para toda a turma num tempo estipulado pelo professor.

O professor deve julgar as respostas para cada questão e apresentar as correções ou observações pertinentes e aceitas pela física.

As regras:

- A cada questão respondida corretamente a equipe ganha 5 pontos, parcialmente, 3 pontos e se não souber pode repassar para a equipe da vez. Caso a equipe não consiga responder repassa para a seguinte e assim sucessivamente;
- As equipes só podem interagir após a apresentação de cada resposta para o restante da sala. Isso possibilitará o debate entre as “comunidades científicas”;
- O professor pode interagir e intervir a qualquer momento da atividade para orientar e advertir os estudantes;
- A equipe com maior pontuação será a vencedora. O professor pode incentivar os estudantes atribuindo pontos na disciplina ou como uma parte da nota da unidade. Fica a seu critério.

APÊNDICE E – SEQUÊNCIA DIDÁTICA II

Sequência didática II: “o lápis resistor”

Esta sequência didática tem por objetivo apresentar uma proposta para o estudo do conceito de resistência elétrica, através de uma perspectiva experimental investigativa, que tem por base os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994) – problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento – que serão utilizados para guiar o processo de ensino-aprendizagem de forma dinâmica e interativa. Esta abordagem visa proporcionar um entendimento mais profundo dos conceitos de resistência elétrica, incentivando a curiosidade e o espírito investigativo dos estudantes, que, utilizando materiais de baixo custo, poderão ser orientados a construir um "medidor de resistência", um dispositivo que emite sons e muda de tom (frequência) de acordo com a variação da resistência elétrica dos materiais testados com ele.

Para organizar a sequência didática e os momentos pedagógicos, sugerimos três etapas organizadas em quatro aulas: Na primeira aula (momento de problematização), os alunos serão apresentados ao tema por uma problematização inicial, e posteriormente, será lançado um desafio de criar um dispositivo simples que possa converter variações de resistência elétrica em variações sonoras. Através de uma discussão inicial, os estudantes serão incentivados a refletirem sobre como a resistência elétrica está presente em nosso cotidiano e pode influenciar outros fenômenos físicos, como a temperatura, condutividade elétrica e o som. Na segunda etapa (momento de organização do conhecimento), os alunos serão guiados na construção do "lápis medidor de resistência". Nessa fase, serão investigados diferentes materiais, observando as alterações de resistência de acordo com o som produzido. Esse processo permitirá a assimilação de conceitos teóricos já estudados e uma nova perspectiva sobre a resistência elétrica, por meio de atividades práticas. Aconselhamos que essa segunda etapa seja realizada em no mínimo duas aulas, é claro, que tudo dependerá das características da turma, que deve ser investigada previamente pelo professor.

Finalmente, no terceiro momento, os alunos serão desafiados a aplicar o que aprenderam para resolver problemas mais complexos ou criar versões do dispositivo que possam incluir melhorias ou variações. Esta etapa, realizada em no mínimo uma aula completa, visa consolidar o conhecimento adquirido, demonstrando a aplicabilidade prática dos conceitos de resistência elétrica em diversas situações cotidianas. Espera-se que esse conjunto de atividades desenvolva nos estudantes uma compreensão sólida sobre resistência

elétrica e suas aplicações, ao mesmo tempo em que aprimoram suas habilidades investigativas e de resolução de problemas. Não podemos deixar de salientar que essa investigação deve ser realizada após os estudos teóricos básicos a respeito da resistência elétrica e de circuitos elétricos. A intenção é de que a sequência didática traga um estudo mais aprofundado do conceito de resistência elétrica, que relacione diferentes fenômenos e situações ligadas ao dia a dia dos estudantes.

OBJETIVOS

Objetivo geral:

Compreender o conceito de resistência elétrica sob uma nova perspectiva, relacionando esse fenômeno com as propriedades de materiais condutores e isolantes, *associando com o som e* aplicando o conhecimento teórico na realização de um experimento prático com materiais de baixo custo, a fim de desenvolver novas habilidades de investigação científica e trabalho em grupo.

Objetivos específicos

- Identificar os fatores que influenciam a resistência elétrica (*condutividade elétrica, temperatura, substância etc.*);
- Compreender a variação de resistência elétrica conforme o tipo de material;
- Compreender as funções de componentes básicos de circuitos elétricos;
- Investigar o fenômeno de resistência elétrica utilizando materiais do dia a dia;
- Analisar e interpretar dados experimentais.

CONTEÚDOS INVESTIGADOS

- Conceito de resistência elétrica;
- Efeito Joule;
- Fatores que influenciam a resistência (tipo de material, comprimento e área da seção transversal).

METODOLOGIA: AS ETAPAS DA SEQUÊNCIA

1ª ETAPA: Problematização inicial

Sugerimos que essa etapa seja desenvolvida em uma aula, iniciada com uma problematização inicial, que desperte a curiosidade dos estudantes motivando-os a investigarem a resistência elétrica em fenômenos físicos de seu cotidiano. Para isso, recomendamos que o professor apresente desafios de situações problematizadas, utilizando de questionamentos sobre imagens relacionadas ao tema e pequenos vídeos sobre o funcionamento de equipamentos elétricos e situações cotidianas.

Como sugestão para a problematização inicial, apresentamos algumas questões norteadoras, para incentivar os estudantes a compartilharem seus conhecimentos prévios sobre resistência elétrica e seus efeitos físicos. Essas questões podem ser trabalhadas em equipes ou individualmente, ficando a critério do professor. A seguir são apresentadas três questões para iniciar as discussões sobre o tema.

Questão I: Em nosso cotidiano nos deparamos com vários tipos de materiais que podem ser condutores ou resistentes a eletricidade, na rua, em casa, na escola, no supermercado entre outros. Sobre esses materiais observe a imagem a seguir (Figura 44) e tente classificar os objetos como condutores ou resistentes a eletricidade, preenchendo a tabela 01. Em seguida, tente explicar a sua escolha, baseada nos seus conhecimentos sobre o tema e nas suas experiências do dia a dia.

Figura 44: Diferentes tipos de objetos do dia a dia dos estudantes.



Fonte: <http://www.saudeevida.com.br>

Figura 45: Equipamentos de Proteção Individual (EPI)



Fonte: <http://brainly.com.br>

Tabela 01: Objetos condutores e isolantes

Material	Condutor	Isolante
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Questão II: Lucas está escolhendo um chuveiro elétrico para instalar na casa de sua mãe, mas não sabe qual deles seria o mais adequado. Ele procura um chuveiro com melhor custo-benefício e que tenha maior eficiência energética e que não pese muito no seu orçamento. Na dúvida, ele pesquisou vídeos sobre o assunto no YouTube e encontrou o vídeo intitulado “top 5 melhores chuveiros elétricos/ ducha elétrica (2024)”. Após assistir ao vídeo, escolha um chuveiro que seja mais adequado para as necessidades de Lucas e identifique os conceitos físicos sobre eletricidade que são essenciais para o funcionamento do chuveiro, destaque aquele que você acredita ser o mais importante e justifique sua resposta.

Questão III: Laura está usando o ferro de passar roupas nos uniformes escolares de suas filhas, quando após alguns minutos percebe que o aparelho não está mais aquecendo. No dia

seguinte ela leva o aparelho para uma assistência técnica, e um funcionário explica que o problema está na resistência, que rompeu devido ao desgaste natural durante o aquecimento. Curiosa sobre o problema, Laura encontra um vídeo na internet intitulado “Como funciona o ferro de passar roupas”. Após assistir ao vídeo, ajude ela a entender seu funcionamento respondendo aos seguintes questionamentos:

- (a) O que seria a resistência do ferro de passar? Descreva com detalhes o seu funcionamento.
- (b) Em sua opinião, por que a resistência possui o formato mostrado no vídeo? Ela influencia em alguma coisa?
- (c) Quais as partes principais do ferro de passar roupas?
- (d) Existe alguma influência do tipo de material usado na resistência para o funcionamento do aparelho? Justifique sua resposta.
- (e) Você saberia indicar outros aparelhos em sua residência que sofrem o mesmo efeito do ferro de passar? Como você poderia explicar tal fenômeno?

Questão IV: Carlos é estudante do ensino médio e seu pai é eletricitista, e está fazendo uma lista dos itens de segurança para trabalhar. A imagem da (Fig.08) ilustra alguns desses materiais que eles procuram.

Ao juntar todos os materiais conforme a imagem, Carlos lembrou que nas aulas de física havia estudado sobre a resistência de alguns materiais a passagem de eletricidade. No entanto, não soube explicar o que seria essa resistência e qual dos materiais poderia ser usado como proteção direta contra choques elétricos. Em meio a esse problema, separe os objetos que você acredita ser resistente a eletricidade e tente formular hipóteses para essa resistência.

Questão (V): Como podemos perceber a resistência elétrica em nosso cotidiano? Você consegue pensar em alguma outra forma da resistência elétrica se manifestar na natureza?

Essas e outras questões podem ser utilizadas como discussão pre-experimental, com a finalidade de investigar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, além de tentar associar os fenômenos que serão investigados ao cotidiano.

Sugerimos que o professor desenvolva algum tipo de dinâmica para os estudantes apresentarem as respostas das questões. Uma delas poderia ser feita através de uma atividade em equipe, na qual, os estudantes construiriam portfólios com as respostas que escolheram como sendo as mais adequadas entre os membros. Isso seria apresentado para o restante da

sala e geraria discussões com a turma e o professor sobre quais seriam aceitas ou não como explicação física.

2ª ETAPA: Construção do dispositivo “lápis medidor de resistência” (organização do conhecimento)

Essa etapa se caracteriza por uma abordagem prática e experimental, onde os alunos terão a oportunidade de aplicar os conceitos discutidos no primeiro momento. A atividade experimental será lançada como um desafio, “como podemos perceber a resistência elétrica com o som?”. Esta etapa será dividida em três momentos: **1º momento** – apresentação e construção do dispositivo, **2º momento** – investigação do dispositivo e **3º momento** - levantamento de hipóteses.

Estimamos duas aulas para a realização dos três momentos. Durante o processo, os estudantes terão a liberdade de investigar o fenômeno de resistência elétrica sobe uma perspectiva diferente da que já fora desenvolvida nas aulas do professor de física. Eles também irão estudar as funções de dispositivos eletrônicos, explorando as explicações físicas de seu funcionamento.

O primeiro momento se inicia com a apresentação dos materiais e do esquema básico de montagem do dispositivo. Os estudantes, organizados em pequenos grupos (no máximo quatro), serão responsáveis por montar o dispositivo, utilizando materiais de baixo custo previamente distribuídos e seguindo um roteiro experimental entregue pelo professor, que deve ser manter atento para as eventuais dúvidas e dificuldades, podendo selecionar um ou dois estudantes como monitor para lhe auxiliar no processo. Durante toda a atividade, o professor atuará como mediador, oferecendo suporte técnico e pedagógico, estimulando a reflexão crítica e ajudando os alunos a superarem desafios técnicos

No segundo momento serão feitos os testes com o “lápis resistor”, onde os estudantes poderão investigar a resistência de materiais através do som emitido pelo aparelho ao entrar em contato com cada um deles. Os estudantes devem observar as mudanças que afetam os sons emitidos durante o funcionamento do dispositivo. Esse momento é crucial para a exploração prática dos conceitos de resistência elétrica, permitindo que os alunos façam conexões entre a teoria e a prática. Além disso, os alunos serão encorajados a registrar suas observações utilizando o aplicativo chamado “Decibelímetro”, que simula o aparelho com o mesmo nome, que tem por finalidade medir a intensidade sonora em Decibéis e a frequência.

O professor pode encorajar os estudantes a testarem substâncias diferentes em vários objetos. Por exemplo, carteiras da sala de aula, folhas de papel, cerâmica, piso da sala,

madeira na porta da sala, metal de algum objeto da sala, o grafite presente nos lápis escolares etc. As possibilidades são inúmeras. Porém devem ser organizadas no caderno conforme as orientações do exemplo na tabela 02.

Tabela 02: Coleta de dados

Objeto	Material	Nível sonoro emitido (Decibéis)	Frequência (HZ)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Durante a coleta desses dados, o professor deve incentivar os estudantes a anotarem no caderno quaisquer outros efeitos identificados ao longo dos testes com o dispositivo. Sejam eles intensos ou simplesmente a não emissão sonora.

No momento final, os estudantes serão incentivados a elaborar as hipóteses e conclusões para os dados coletados. A interação entre os grupos será incentivada para promover a troca de idéias e soluções criativas.

Ao final desse momento, espera-se que os alunos tenham adquirido uma compreensão prática e concreta de como a resistência elétrica pode ser medida e convertida em variações audíveis, consolidando os conceitos teóricos abordados inicialmente.

3ª ETAPA: Discussão das hipóteses elaboradas e avaliação final (aplicação do conhecimento)

A intenção dessa etapa é a apresentação e validação das hipóteses iniciais levantadas pelos estudantes, para as questões apresentadas inicialmente, e principalmente as levantadas após a realização do experimento. Como estratégia didática, o professor pode utilizar a dinâmica que utilizamos para o desfecho do experimento do detector de campo, a dinâmica do júri, que se encontra no **Apêndice D**. Essa atividade pode ser dividida em três etapas: 1ª etapa: agrupar os estudantes novamente nas equipes que realizaram o experimento, 2ª etapa: Sorteio das comunidades científicas e na 3ª etapa o sorteio das questões e debate das hipóteses levantadas no experimento e das questões feitas na problematização inicial.

Para intensificar as discussões, propomos que o professor misture ao sorteio novas questões, que podem ajudar a identificar se os estudantes conseguem elaborar explicações

para as características do fenômeno da resistência elétrica e dos dispositivos usados no “lápiz resistor”. A seguir apresentamos algumas sugestões para a escolha do professor.

Questão (I): "Como vocês acham que a resistência pode influenciar o funcionamento de um circuito?" Ela é essencial ou dispensável?

Questão (II): Como podemos relacionar a resistência elétrica com o som reproduzido pelos objetos que foram testados?

Questão (III): Qual a função do grafite no lápis resistor? Explique sua resposta.

Questão (IV): Qual a real função da resistência elétrica em um circuito elétrico?

Questão (V): Em relação ao som emitido, qual foi o nível sonoro emitido pelos materiais mais e menos resistentes a eletricidade? Como você explicaria essa diferença ou semelhança?

Avaliação:

Nossa sugestão é de que a avaliação seja feita de forma contínua, com a observação da participação e envolvimento dos estudantes durante o experimento. Além é claro, das respostas apresentadas por eles para as questões apresentadas. É importante que o professor fique atento também as discussões geradas no debate final e observe as hipóteses levantadas e faça intervenções pontuais sobre os conceitos físicos aceitos pela comunidade científica.