



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

LICENCIATURA EM FÍSICA EDUCACIONAL

**Desafios e Estratégias Alternativas para o Ensino dos Conceitos de
Electricidade em Escolas sem Laboratórios**

Autora:

Artélia Luís Matsinhe

Maputo, Dezembro de 2025



Desafios e Estratégias Alternativas para o Ensino dos Conceitos de Electricidade em Escolas sem Laboratórios

Trabalho de Culminação de Curso a ser Submetido na Faculdade de Ciências-Departamento de Física da Universidade Eduardo Mondlane, para obtenção do grau Académico de Licenciatura em Física-Ramo Educacional.

Autora: Artélia Luís Matsinhe

Supervisor: Prof. Dr. Adriano Sacate

Maputo, Dezembro de 2025

Dedicatória

À minha mãe **Glória Matusse**, pelo amor incondicional, apoio e educação exemplar transmitida a mim e aos meus irmãos.

Ao meu pai **Luís Matsinhe** (em memória), pela dedicação e amor que me ofereceu enquanto esteve presente em minha vida.

Agradecimentos

“ Muito obrigada, pois, nada se consegue só” (Anselmo Ralph, 2014)

Inspirando-me nestas palavras, reconheço que a concretização deste sonho não seria possível sem a presença e contribuição de muitas pessoas. Expresso a minha profunda gratidão:

A Deus, protetor constante da minha vida, pela saúde e pela força que sempre me concedeu.

À minha mãe, Glória Matusse, pela dedicação incansável e pelo exemplo de educação transmitido a mim e aos meus irmãos. Agradeço também pelo esforço e sacrificio realizados para suprir o que nos faltava e pelo amor que compensou a ausência paterna. Amo essa mulher!

Ao meu pai, Luís Matsinhe, que já não está fisicamente presente, mas continua sendo o meu anjo da guarda. Mesmo com a sua partida, guardo comigo a alegria de partilhar esta victoria em sua memória, com eterna gratidão.

Aos meus irmãos, Delúrio, Aparício, Pretilério, Luís e Eligência, pela presença, amor, apoio e incentivo constantes, que sempre me motivaram a continuar.

Ao meu supervisor, Prof. Dr., Adriano Sacate, pela confiança, paciência e pelas orientações que me guiaram durante a pesquisa. Agradeço ainda a abertura e disponibilidade em apontar o caminho certo ao longo da pesquisa.

Aos docentes do curso, pela dedicação, pelos ensinamentos transmitidos e pela partilha de conhecimento que contribuíram de forma significativa para a minha formação acadêmica e pessoal.

Aos meus amigos e colegas do curso, que caminharam ao meu lado durante esta jornada acadêmica, oferecendo apoio e incentivo desde o primeiro até o quarto ano da faculdade, em especial Armando Matavele, Rostalina Muiumbo e Lauricia Nhamucho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, estiveram presentes e ajudaram na realização deste sonho.

Declaração de honra

Declaro que esta pesquisa é da minha autoria e resulta da minha investigação. Esta é a primeira vez que o submeto para obtenção de grau académico numa instituição educacional e todas as fontes usadas estão devidamente indicadas no texto e nas referências bibliográficas.

Maputo, de de 2025

(Artélia Luís Matsinhe)

Resumo

O ensino dos conceitos de electricidade constitui um desafio significativo no contexto das escolas que não dispõem de laboratórios e de materiais didácticos adequados. Esta pesquisa teve como objectivo analisar as dificuldades no ensino de alguns conceitos de electricidade em escolas sem laboratórios, bem como propor alternativas pedagógicas viáveis. Quanto aos objectivos, trata-se de uma investigação de natureza aplicada, com carácter explicativo. Para a colecta de dados, foram utilizados questionários (pré e pós-testes), experiências demonstrativas e entrevistas com alguns alunos. A análise combinou abordagens quantitativa e qualitativa. Participaram do estudo 141 alunos, sendo 71 na turma experimental e 70 na turma de controle. Os resultados evidenciaram que, antes das experiências demonstrativas, os alunos apresentavam dificuldades significativas, recorrendo à memorização mecânica dos conceitos. Após a realização de experimentos com materiais de fácil acesso, observou-se uma melhoria na compreensão dos conteúdos investigados. Conclui-se que a ausência de laboratórios constitui um obstáculo real, mas que pode ser superado por meio de estratégias alternativas, capazes de promover uma aprendizagem significativa no ensino de Física.

Palavras-chave: Ensino da Física. Electricidade. Experiências demonstrativas.

Abstract

The teaching of electricity concepts represents a significant challenge in schools that lack laboratories and adequate teaching materials. This research aimed to analyze the difficulties in teaching some electricity concepts in such contexts, while also proposing viable pedagogical alternatives. In terms of objectives, it is an applied study with an explanatory character. Data collection instruments included questionnaires (administered as pre- and post-tests), demonstrative experiments, and interviews with selected students. Both quantitative and qualitative approaches were combined in the data analysis. The sample consisted of 141 students, with 71 in the experimental group and 70 in the control group. The results showed that, prior to the demonstrative experiments, students revealed considerable difficulties, often relying on rote memorization of the concepts. After conducting experiments with easily accessible materials, a notable improvement was observed in students' understanding of the investigated concepts. The research concludes that the absence of laboratories constitutes a real obstacle, but one that can be overcome through the use of alternative strategies, thus fostering meaningful learning in the teaching of Physics.

Keywords: Physics Teaching. Electricity. Demonstrative Experiments.

Lista de Figuras

Figura 1: Electrização por atrito	7
Figura 2: Eletrização por contacto.....	7
Figura 3: Eletrização por contacto.....	8
Figura 4: Pêndulo electrostático.....	9
Figura 5: Electróscópio de folhas.....	10
Figura 6: Indução electrostática num electroscópio de folhas.....	10
Figura 7: Aquecimento de um conductor.....	15
Figura 8: Ciclo e estilos de aprendizagem	24
Figura 9: Escola Secundária de Albasine	26
Figura 10: Grupos entrevistados.....	29

Listas de tabelas

Tabela 1: Tabela de distribuição de alunos por Idades e Gênero . Error! Bookmark not defined.	
Tabela 2: Percentagens das respostas dos alunos da pergunta 1 sobre interação entre cargas eléctricas ($TC = 70, TE = 71$)	31
Tabela 3: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 2 e 3 sobre formas de electrização dos corpos eléctricas ($TC = 70, TE = 71$)	32
Tabela 4: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 4, 5 e 6 sobre primeira Lei de Ohm.....	35
Tabela 5: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 7 e 8 sobre potência eléctrica ($TC = 70, TE = 71$)	36
Tabela 6: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 9 e 10 sobre Lei de Joule-Lenz ($TC = 70, TE = 71$).....	38
Tabela 7: Percentagens das respostas dos alunos da pergunta 1 sobre interação entre cargas eléctricas ($TC = 70, TE = 71$)	41
Tabela 8: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 2 e 3 sobre formas de electrização dos corpos ($TC = 70, TE = 71$)	43
Tabela 9: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 4, 5 e 6 sobre primeira Lei de Ohm	44
Tabela 10: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 4, 5 e 6 sobre potência eléctrica ($TC = 70, TE = 71$).....	45
Tabela 11: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 9 e 10 sobre Lei de Joule-Lenz	47

Lista de Apêndice

Apêndice 1: Sequência Didáctica (SD)	i
Apêndice 2: Pêndulo Electrostático	iv
Apêndice 3: Primeira Lei de Ohm ($V = R \cdot I$)	vi
Apêndice 4: Lei de Joule-Lenz	vi
Apêndice 5: Credencial	ix

Listas de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

CA- Conceituação Abstrata

EA- Experimentação Activa

EC- Experiência Concreta

ESG – Ensino Secundário Geral

ESG1- Ensino Secundário Geral do 1º ciclo

ESG2- Ensino Secundário Geral do 2º ciclo

OR- Observação Reflexiva

SD- Sequência Didáctica

TC- Turma de controlo

TE- Turma experimental

TAS- Teoria de Aprendizagem Significativa

TAE- Teoria de Aprendizagem Experimental

Índice

Dedicatória	i
Agradecimentos.....	ii
Declaração de honra	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Lista de Figuras.....	vi
Listas de tabelas	vii
Lista de Apêndice.....	viii
Listas de Abreviaturas, Siglas e Símbolos.....	viii
CAPÍTULO I:INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS	1
1.1. Introdução.....	1
1.3. Justificativa.....	2
1.4.1. Objectivo geral	3
1.4.2. Objectivos específicos	3
1.5. Pergunta de pesquisa.....	3
1.6. Estrutura de trabalho.....	4
CAPÍTULO II:REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. O Ensino da Eletricidade: Conceitos e Desafios.....	5
2.2. A electricidade no Ensino Secundário Geral (ESG).....	6
2.3. Electrização de corpos.....	6
2.3.1. Electrização por atrito ou fricção	6
2.3.2. Electrização por contacto.....	7
2.3.3. Eletrização por indução	8

2.4. Instrumentos utilizados na detecção de cargas eléctricas.....	8
2.4.1. Funcionamento do pêndulo electrostático	9
2.4.2. Funcionamento do electroscópio de folhas.....	10
2.5. 1ª Lei de Ohm.....	11
2.6. Potência Eléctrica.....	12
2.7. Efeito joule.....	14
2.8. Desafios no Ensino da Física.....	15
2.9. Tipos de Experimentação.....	16
2.9.1. Experimentação Ilustrativa/ Demonstração	16
2.9.2. Experimentação Verificativa	17
2.9.3. Experimentação Investigativa	17
2.9.4. Experimentação Simulada	17
2.9.5. Experimentação com Materiais Alternativos ou de fácil acesso	18
2.10. Uso de Experimentos como Abordagem no Ensino e Aprendizagem da Física.....	18
2.11. Abordagem Experimental com Material de Fácil acesso no ensino da Física.....	19
2.11.1. O Uso de Práticas Experimentais no Ensino da Física.....	20
2.12. Teorias de Aprendizagens.....	22
2.12.1. Teoria de Aprendizagem Significativa	22
2.12.2. Teoria de Aprendizagem Experimental.....	23
CAPÍTULO III: MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. Caracterização da pesquisa.....	25
3.2. Local da pesquisa.....	25
3.3. População e amostra.....	26
3.3.1. População.....	26

3.3.2. Amostra	27
3.4. Instrumentos de recolha de dados	27
3.5. Experiências Realizadas	29
CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Resultados da pesquisa antes da demonstração experimental.....	30
4.1.1. Respostas dos alunos sobre a Electrização dos corpos, Lei de Ohm e Lei de Joule-Lenz 30	
4.3. Entrevistas a alguns alunos sobre formas de electrização dos corpos, lei de Ohm e lei de Joule-Lenz, antes da demonstração experiemntal.....	39
4.2. Resultados da pesquisa depois da demonstração das experiências.....	40
4.2.1 Respostas dos alunos sobre formas de Electrização dos corpos, Lei de Ohm e Lei de Joule-Lenz	41
4.2.2. Entrevistas a alguns alunos sobre formas de Electrização dos corpos, Lei de Ohm e Lei de Joule-Lenz depois da demonstração das experiências.	47
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	50
5.1. Conclusões sobre o primeiro objectivo específico.....	50
5.2. Conclusões sobre o segundo objectivo específico.....	50
5.3. Conclusões sobre o terceiro objectivo específico.....	51
5.4. Conclusões gerais.....	51
5.5. Limitações e Recomendações.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICE	58

CAPÍTULO I:INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

O primeiro capítulo de introdução e objectivos, foi dedicado à introdução propriamente dito, ao problema de pesquisa, à justificativa, aos objectivos e às perguntas que guiaram a presente pesquisa.

1.1. Introdução

O ensino da Física, em particular da electricidade, constitui um desafio relevante no contexto das escolas que não dispõem de laboratórios equipados. A aprendizagem dos conceitos de electrização dos corpos, Lei de Ohm, potência eléctrica e efeito Joule requer, para além da compreensão teórica, a realização de actividades práticas que permitam aos alunos observar fenómenos e relacioná-los com o quotidiano. No entanto, em muitas instituições escolares, sobretudo em contextos com recursos limitados, a ausência de laboratórios representa uma barreira significativa para o processo de ensino e aprendizagem.

Tem sido preocupação de muitos educadores, o facto dos alunos estarem demonstrando dificuldades na compreensão de conceitos básicos na electricidade. Várias são as causas para o efeito: (1) limitação do ensino da electricidade à resolução de problemas e exercícios; (2) dificuldades de encontrar estratégias adequadas de ensino que tornem o ensino da electricidade compreensível à maioria dos alunos; (3) falta de equipamento, de entre outras. (Sacate, Mutimucuo & Kotchkareva, 2023).

Apesar dessa limitação, a prática pedagógica não deve ser reduzida à mera transmissão teórica. Diversos estudos indicam que o uso de materiais de fácil acesso e a construção de experiências simples podem contribuir para o desenvolvimento conceptual dos alunos, favorecendo uma aprendizagem mais significativa. Nesse sentido, o professor assume um papel criativo e inovador, buscando estratégias alternativas que possibilitem a compreensão dos conceitos fundamentais da electricidade, mesmo em condições adversas.

Diante deste cenário, a presente pesquisa tem como propósito analisar os desafios do ensino da electricidade em escolas sem laboratórios, identificar as principais dificuldades enfrentadas por alunos e professores, e propor alternativas pedagógicas baseadas em experiências

caseiras com materiais acessíveis. Espera-se que esta pesquisa contribua para o enriquecimento das práticas docentes, promovendo um ensino mais inclusivo e eficaz da Física.

1.2. Problema de pesquisa

A Física é uma disciplina que exige não apenas compreensão teórica, mas também vivência prática para que seus conceitos sejam devidamente assimilados pelos alunos. No caso da eletricidade, essa necessidade torna-se ainda mais evidente, visto que os fenômenos envolvidos como corrente eléctrica, diferença de potencial e resistência não são diretamente perceptíveis e, por isso, demandam o uso de experimentação para uma aprendizagem significativa (Moreira & Masini, 2011).

Entretanto, em muitas escolas públicas, a ausência de laboratórios constitui um obstáculo frequente. Esse déficit compromete a qualidade do ensino, limitando as possibilidades metodológicas dos professores e dificultando a aproximação entre teoria e prática, tornando o ensino excessivamente abstracto e desmotivador para os alunos.

Diante desse cenário, surge o questionamento: como os alunos podem superar os desafios no ensino de alguns conceitos de electricidade, promovendo uma aprendizagem significativa? Essa questão exige uma investigação que considere tanto os limites estruturais das escolas quanto a criatividade dos professores, buscando identificar alternativas acessíveis, como o uso de materiais de baixo custo, que possam suprir, ainda que parcialmente, a ausência da prática experimental tradicional.

1.3. Justificativa

A experimentação é um componente essencial no ensino de ciências, pois favorece a compreensão conceitual, o raciocínio lógico e a contextualização dos conteúdos. No caso da electricidade, a vivência prática permite que os alunos compreendam melhor fenômenos como intensidade da corrente eléctrica, tensão eléctrica e resistência eléctrica, tornando o conhecimento mais acessível e aplicável ao cotidiano.

No entanto, durante o estágio pedagógico, pude observar que muitas escolas não possuem laboratórios didáticos, o que dificulta a compreensão dos conceitos de electricidade e a

realização de experiências práticas. Essa situação despertou o interesse em investigar de forma mais profunda como os alunos enfrentam essas dificuldades e propor estratégias alternativas usando materiais acessíveis e de fácil acesso.

Dessa forma, este estudo se justifica pela necessidade de compreender os impactos da ausência de laboratórios no ensino de electricidade e de identificar práticas pedagógicas que possam ser viabilizadas mesmo em contextos de escolas sem laboratórios.

1.4. Objectivos

1.4.1. Objectivo geral

- Analisar os desafios no ensino dos conceitos de electricidade - electrização dos corpos, Lei de Ohm, potência eléctrica e efeito Joule - em escolas sem laboratórios, propondo alternativas pedagógicas viáveis.

1.4.2. Objectivos específicos

- Identificar as principais dificuldades de alunos no ensino e aprendizagem dos conceitos de electrização dos corpos, Lei de Ohm, potência eléctrica e efeito Joule em escolas sem laboratórios;
- Explorar estratégias alternativas, com recurso a materiais de fácil acesso, que permitam viabilizar o ensino destes conceitos em contextos sem laboratórios;
- Propor experiências didáticas com materiais simples e acessíveis para o ensino e aprendizagem dos conceitos de electrização dos corpos, Lei de Ohm, potência eléctrica e efeito Joule.

1.5. Pergunta de pesquisa

- Quais são os principais desafios no ensino dos conceitos de electricidade em escolas sem laboratórios e de que forma podem ser superados por meio de estratégias alternativas com materiais de fácil acesso?

1.6. Estrutura de trabalho

A presente pesquisa está estruturada em cinco capítulos. O primeiro capítulo é composto pela introdução, onde se apresenta o problema de pesquisa, a justificativa, os objectivos (geral e específicos) e a pergunta de pesquisa que orientou a investigação e finalmente pela própria estrutura do trabalho.

O segundo capítulo corresponde à revisão da literatura, na qual são discutidos os conceitos teóricos relacionados ao ensino da electricidade, as principais dificuldades encontradas pelos alunos, os instrumentos utilizados na detecção de cargas, bem como as teorias de aprendizagem que sustentam a proposta pedagógica deste estudo.

O terceiro capítulo descreve os materiais e métodos, contemplando a caracterização da pesquisa, o local, a população e amostra, os instrumentos de recolha de dados e as experiências realizadas.

O quarto capítulo apresenta e discute os resultados obtidos a partir dos questionários (pré e pós-teste), bem como das entrevistas realizadas aos alunos, destacando as diferenças entre a turma experimental e a de controlo.

Por fim, o quinto capítulo reúne as conclusões do estudo, organizadas de acordo com os objectivos estabelecidos, bem como as limitações e recomendações dirigidas a professores, escolas e futuras investigações no campo do ensino da Física em escolas sem laboratórios.

CAPÍTULO II: REVISÃO DA LITERATURA

O segundo capítulo de revisão da literatura, foi dedicado para definição dos conceitos-chaves, como ensino da electricidade no ensino secundário geral, electrização dos corpos, instrumentos usados na detecção de cargas eléctricas, primeira lei de Ohm, potencia eléctrica e efeito joule, destacando suas aplicações e dificuldades no ensino. Discute-se também os desafios no ensino da física e o papel da metodologia experimental e por fim as teorias de aprendizagem (significativa de Ausubel e experiencial de Kolb) relacionando-as à proposta pedagógica desta pesquisa.

2.1. O Ensino da Eletricidade: Conceitos e Desafios

Nos últimos anos, vários pesquisadores da área de Física têm estudado e coletado informações de como os alunos aprendem (Mutimucio, 1998; Talim, 1999; Smith & Strick, 2012; Cesar, 2013; Pinto, 2016). Os resultados parecem indicar que dificuldades de aprendizagem ocorrem entre alunos de diferentes idades e habilidades. A persistência dessas dificuldades sugere que o ensino formal não tem sido eficiente na mudança dos conceitos não científicos dos alunos para conceitos científicos, e que novas estratégias e abordagens de ensino devem ser aplicadas.

Muitos desses estudos destacam que o fator preponderante, que dificulta a aprendizagem dos conceitos científicos, reside nos conceitos ou concepções espontâneas que os alunos adquirem antes da instrução formal. Esses conceitos espontâneos são muito resistentes às mudanças pelas técnicas habituais de ensino utilizadas pelos professores (Mutimucio, 1998; Talim, 1999; Mavanga, 2007; Nascimento, Andrade & Regnier, 2016; Vilanculo, Mutimucio & Silva, 2020).

A electricidade, é um dos conteúdos relevantes no ensino e aprendizagem de Física. Conceitos como electrização dos corpos, potência eléctrica, efeito joule e a lei de ohm, que são fundamentais tanto para o conhecimento científico quanto para a vida cotidiana dos alunos, apresentam desafios significativos no decorrer das aulas. Entretanto, esses conteúdos exigem uma compreensão que vai além da memorização de fórmulas.

2.2. A electricidade no Ensino Secundário Geral (ESG)

A respeito do estudo da Electricidade no Ensino Secundário Geral do primeiro ciclo (ESG1), os conceitos fundamentais desta área da Física são introduzidos no primeiro trimestre da 10ª classe, na Unidade I, sob o título Corrente Eléctrica e é finalizada na 11ª classe, no ESG2 na Unidade III, sob o título Electrostática, seu ensino segue uma abordagem gradual, com foco nos conceitos básicos que sustentam os sistemas eléctricos presentes no dia a dia.

Nesta pesquisa, foram abordados conceitos de electrização dos corpos, potência eléctrica, efeito Joule e a Lei de Ohm. Estes foram seleccionados por sua relevância na aplicação prática do dia a dia, sendo também conteúdos que apresentam dificuldades de compreensão por parte dos alunos.

2.3. Electrização de corpos

Segundo Nascimento e Pereira (2022), existem 3 tipos de electrização, a saber:

- Electrização por fricção ou atrito;
- Electrização por contacto e,
- Electrização por influência ou indução.

2.3.1. Electrização por atrito ou fricção

Nas escolas sem laboratórios, aprender sobre electrização por atrito pode ser difícil. Afirma (Whittaker, 1973, p. 44 ; Silva, 2022), que quando esfregamos dois objectos, como um bastão de vidro e uma flanela de algodão, há uma troca de electrões entre eles. O objecto que perde electrões fica com carga positiva, e o que recebe, com carga negativa, conforme a figura 1. Esse tipo de electrização é importante para entender certos acidentes e até queimas de aparelhos.

A figura 1 representa o processo de electrização por atrito entre um bastão de plástico e uma folha de papel. Inicialmente, ambos os corpos estão electricamente neutros. Após o atrito, ocorre a transferência de electrões da folha de papel para o bastão, fazendo com que o bastão fique negativamente electrizado (excesso de electrões) e a folha de papel fique positivamente electrizada (deficiência de electrões).

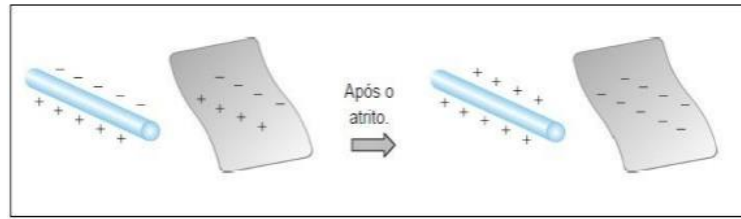


Figura 1: Eletrização por atrito

2.3.2. Eletrização por contacto

Muitos alunos apresentam dificuldades para entender como acontece a eletrização por contacto. Nesse tipo de eletrização, não há atração, mas sim o toque entre um corpo carregado e outro neutro.

Segundo Heilbron (1981, p.145), se um objecto estiver carregado com carga positiva ou negativa, ele pode eletrizar qualquer outro objecto com que entrar em contacto. A carga positiva mostra falta de electrões e tende a atrair electrões de outros materiais como mostrado na figura 2, enquanto a carga negativa mostra excesso de electrões e tende a repelir. Por exemplo, se um corpo neutro encostar em um corpo negativamente carregado, algumas cargas negativas podem passar para o corpo neutro, que então também ficará com carga negativa.

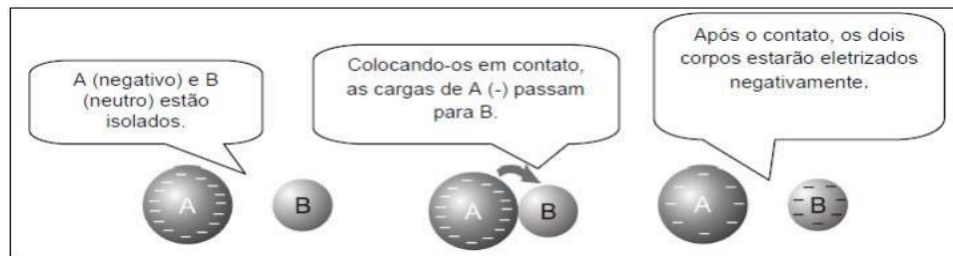


Figura 2: Eletrização por contacto.

A figura 2, representa o processo de eletrização por contacto, no qual um corpo inicialmente eletrizado negativamente transfere parte das suas cargas eléctricas para um corpo neutro, através do contacto directo. Após essa interação, ambos os corpos permanecem com carga negativa. Este fenómeno demonstra como a transferência de electrões pode ocorrer entre corpos condutores, sendo um conceito fundamental para o ensino da electrostática no contexto escolar.

2.3.3. Electrização por indução

A electrização por indução é um conceito que requer abstracção e visualização do comportamento das cargas eléctricas, o que se torna particularmente desafiador em escolas sem laboratórios. De acordo com Nascimento e Pereira (2022), esse processo ocorre quando um corpo electricamente carregado é aproximado de um corpo neutro, sem que haja contacto directo, de acordo com a figura 3. Essa aproximação provoca a separação das cargas no corpo neutro: as de sinal oposto são atraídas para a região mais próxima do corpo indutor, enquanto as de mesmo sinal são repelidas.

Em escolas sem recursos experimentais, a compreensão deste fenómeno pode ser prejudicada, levando os alunos à memorização mecânica em vez da construção de um entendimento significativo.

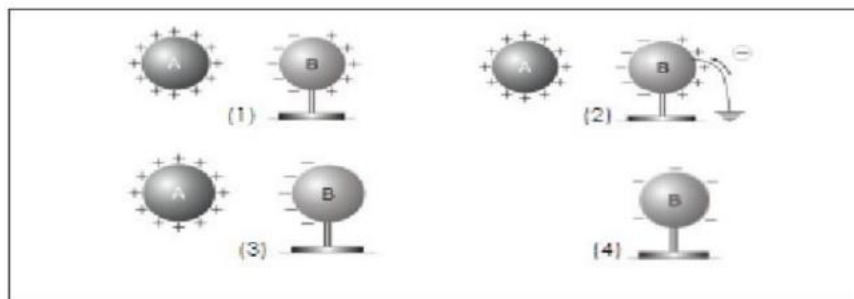


Figura 3: Electrizaçao por contacto.

A figura 3, ilustra o processo de electrizaçao por indução, no qual um corpo neutro (esfera B) adquire carga eléctrica sem contacto directo com outro corpo previamente electrizado (esfera A). Inicialmente, a aproximação da esfera A provoca uma redistribuição das cargas eléctricas na esfera B. Com a ligação à terra, electrões são transferidos para a esfera B, que passa a adquirir carga negativa. Após remover a ligação à terra e afastar a esfera A, a esfera B permanece electrizada negativamente.

2.4. Instrumentos utilizados na detecção de cargas eléctricas

Para verificar se um corpo está ou não electrizado, utilizam-se os seguintes aparelhos: pêndulo electrostático e electroscópio de folhas.

➤ Pêndulo electrostático

De acordo com Menezes (2008), o Pêndulo electrostático é um aparelho constituído por uma base isolada e por uma bolinha que se encontra suspensa numa haste de suporte através dum fio de algodão ou de um outro material (seda ou nylon). A bolinha é feita de medula de sabugueiro, porém são usados materiais como papel de alumínio, esferovite, cortiça, etc. (vide figura 5)

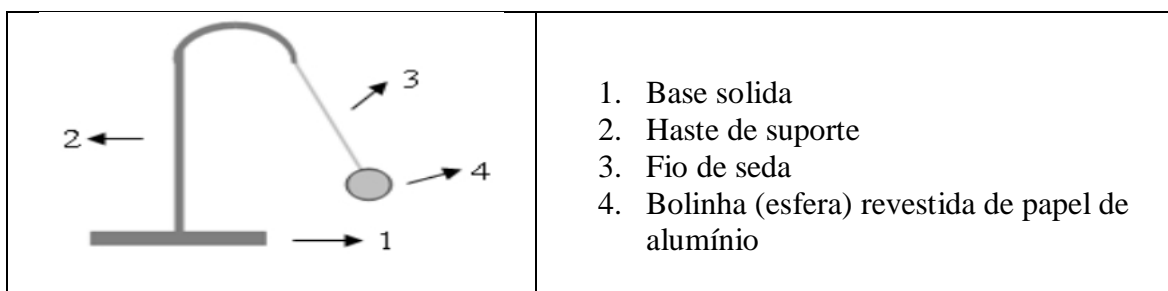


Figura 4: Pêndulo electrostático.

2.4.1. Funcionamento do pêndulo electrostático

Aproximando um corpo carregado (positiva ou negativamente) ao pêndulo electrostático, ele atrairá a bolinha suspensa.

Para determinar o sinal da carga de um corpo carregado, electriza-se a bolinha suspensa com carga de sinal conhecido. Em seguida aproxima-se o corpo carregado à bolinha suspensa. Se a bolinha for repelida pelo corpo, este terá carga do mesmo sinal e, se a bolinha for atraída pelo corpo, este terá carga de sinal oposto à da bolinha (Halliday & Resnick, 2010, p. 30).

- Se a bolinha suspensa não se mover, quando dela aproximar-se um corpo, significa que o corpo não está carregado, isto é, ele é neutra.

Electroscópio de folhas

Electroscópio de folhas é um aparelho composto por uma garrafa transparente isolante (fechada por uma rolha também isolante) e por uma haste metálica que tem, na parte superior

uma esfera metálica (ou botão) e, na parte inferior, duas folhas metálicas de ouro ou de alumínio (Menezes, 2008) (vide a figura 5).

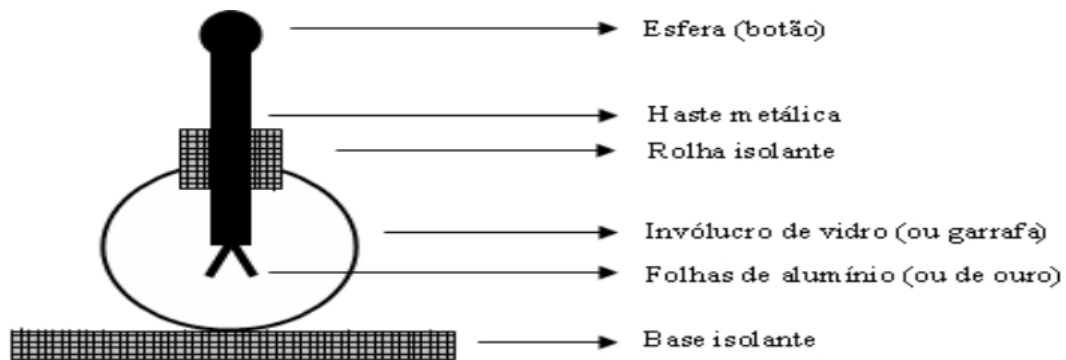


Figura 5: Electroscópio de folhas.

2.4.2. Funcionamento do electroscópio de folhas

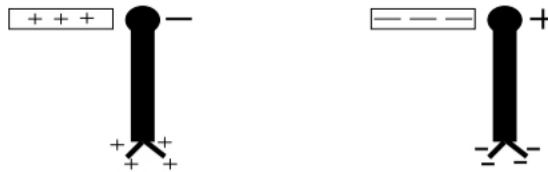


Figura 6: Indução electrostática num electroscópio de folhas.

Ao se aproximar um corpo carregado do botão de um electroscópio neutro, as folhas do electroscópio divergem, pois ocorre a indução electrostática, ficando o botão com carga de sinal oposto à do corpo e as folhas com cargas do mesmo sinal, conforme a figura 6.

E ao se aproximar um corpo eletrizado a um electroscópio também carregado, acontece uma das seguintes situações:

- A divergência das folhas diminui, indicando que o corpo e o electroscópio têm cargas de sinais contrários, pois provoca a diminuição da concentração das cargas do mesmo sinal nas folhas.
- A divergência das folhas aumenta, indicando que o corpo e o electroscópio têm carga do mesmo sinal, pois há aumento da concentração das cargas do mesmo sinal nas folhas.

2.5. Lei de Ohm

Entre 1825 e 1827, Ohm publicou trabalhos importantes que culminaram no desenvolvimento da lei que hoje é conhecida de “Lei de Ohm” ou também denominada, primeira lei de Ohm.

A Lei de Ohm descreve a relação entre a corrente eléctrica, a diferença de potencial (tensão), e a resistência eléctrica. Ela é essencial para entender e projectar circuitos eléctricos, sendo válida para muitos materiais condutores sob condições normais, embora não para todos os tipos de dispositivos eléctricos em todas as situações (Bonjorno *et al.*, 1999, p. 498; Vasconcelos, 2024).

No entanto, em escolas sem laboratórios, o ensino desse conceito torna-se desafiador, pois a ausência de experimentação impede que os alunos visualizem e testem essa relação fundamental. Sem a montagem de circuitos ou a utilização de instrumentos como multímetros, os alunos tendem a memorizar a fórmulas de maneira mecânica, sem compreender de fato a interação entre as grandezas envolvidas.

Kuleshov (2007, p.87) e Paiva e Teixeira (2023) afirmam que, em um circuito, a corrente eléctrica é directamente proporcional à tensão eléctrica e inversamente proporcional à resistência eléctrica do segmento de circuito (do conductor) não mudar.

Pode-se escrever a equação da seguinte forma:

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

A Lei de Ohm, estabelece as três grandezas eléctricas e suas relações que são: V a Tensão eléctrica, sua unidade volt (V é a letra que representa a unidade), I que representa a Corrente eléctrica, sua unidade âmpere (A é a letra que representa a unidade) e R que é a Resistência eléctrica, e sua unidade Ohm (Ω é a letra grega que representa a unidade).

A variação das correntes obtidas à partir das tensões fornecidas por uma fonte, a cada tensão aplicada uma corrente diferente, as tensões e as corrente se relacionavam em uma razão constante. Para essa experiência sempre que Georg dividia uma tensão pela respectiva corrente

eléctrica, ele sempre encontrava o mesmo número, a esse número constante Georg deu o nome de resistência eléctrica (Alves *et al.*, 2019).

A Lei de Ohm, segundo Alves et al. (2019), postula que, num condutor ôhmico (resistência constante) mantido à temperatura constante, a intensidade (i) de corrente eléctrica será proporcional à diferença de potencial (ddp) aplicada entre suas extremidades, ou seja, sua resistência eléctrica é constante. Ela é representada pela seguinte fórmula:

$$R = \frac{U}{I} \quad (2)$$

ou
$$U = R \times I \quad (3)$$

Assim, Ohm procurou inter-relacionar a tensão com a corrente, o que foi inovador, pelo facto de romper com o distanciamento entre a electrostática e a electrodinâmica (Santos, 2017).

2.6. Potência Eléctrica

A potência eléctrica fornece uma medida da taxa ou velocidade na qual a energia é transferida ou convertida em um circuito, sendo essencial para avaliar o desempenho dos dispositivos eléctricos.

Do ponto de vista energético, uma carga ao se mover por um condutor com um certo valor de resistência eléctrica R não-nula gasta energia, o que pode resultar, por exemplo, no aquecimento do circuito ou na produção de luz (no caso de uma lâmpada). A taxa com que a energia eléctrica é convertida em outra forma de energia, como calor ou luz, é denominada de potência eléctrica P (Paiva & Texeira, 2023).

Deste modo, em um resistor, a potência P dissipada na forma de energia térmica é igual ao produto entre a tensão eléctrica V a qual este resistor está submetido e a corrente eléctrica I que atravessa este resistor:

$$P = V.I \quad (4)$$

Além disso, P é a taxa com a qual a energia é transferida da bateria para o componente. Se o componente é um motor acoplado a uma carga mecânica, a energia se transforma no

trabalho realizado pelo motor sobre a carga. Se o componente é um resistor, a energia se transforma em energia térmica e tende a provocar um aquecimento do resistor (Halliday & Resnick, 2016).

$$P = \frac{W}{t} \quad (5)$$

Vasconcelos (2024), afirma que, a potência P mede a taxa de transformação no resistor de energia eléctrica em energia térmica em J/s. A unidade de potência no Sistema Internacional de Unidades é o watt(W) que pode também ser escrito como sendo volt-ampére. Dimensionalmente, de facto a equação $P=V.I$ está correcta, pois a dimensão de P é de energia dividida por tempo, a dimensão de V é energia dividida por carga e a dimensão de I é carga dividida por tempo:

$$1V.A = \left(1 \frac{J}{C}\right) \cdot \left(1 \frac{C}{s}\right) = \frac{J}{s} = 1W \quad (6)$$

Halliday e Resnick (2016) concordam que, quando um electrão atravessa um resistor com velocidade de deriva constante, sua energia cinética média permanece constante.. Em escala microscópica, essa conversão de energia ocorre por meio de colisões entre os electrões e as moléculas da resistência, o que leva a um aquecimento do resistor.

Usando a expressão da lei de Joule que descreve a quantidade de calor gerado pela passagem da corrente eléctrica em um conductor:

$$W = R.I^2.t \quad (7)$$

Substituir a expressão (6), na expressão (5), temos:

$$P = \frac{R.I^2.t}{t} \quad (8)$$

Teremos:

$$P = R.I^2 \quad (9)$$

Ou

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (10)$$

2.7. Lei de Joule

A corrente eléctrica ao fluir, por um conductor, provoca o seu aquecimento, este fenómeno é denominado de efeito Joule. Isto ocorre porque quando portadores de carga são empurrados por uma força eléctrica ao longo de um resistor, originando a passagem de uma corrente, ocorrem colisões que transmitem ao meio uma energia cinética “caótica”, ou seja, calor (Kuleshov, 2007, p.91; Paiva & Texeira, 2023).

A energia eléctrica transformada em energia calorífica num circuito eléctrico de um receptor, Menezes (2008, p.37) afirma que é directamente proporcional à resistência deste, ao quadrado da intensidade da corrente que o percorre e ao tempo da passagem desta.

$$W = R \cdot I^2 \cdot t \quad (11)$$

Onde:

- Q: é a quantidade de calor gerada, medida em Joules (J).
- I: é a intensidade da corrente eléctrica, medida em Ampères (A).
- R: é a resistência eléctrica do conductor, medida em Ohms (Ω).
- t: é o tempo de passagem da corrente eléctrica, medido em segundos (s).

A unidade de energia é o Joule (J), em homenagem ao físico inglês James Prescott Joule (1818 – 1889). Mas para a energia calorífica utiliza-se frequentemente uma unidade mais prática que é a caloria (cal):

$$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$$

$$\text{J} = 0,24 \text{ cal}$$

Em termos simples, a lei de Joule-Lenz diz que quanto maior a corrente eléctrica que passa por um material com resistência e quanto mais tempo essa corrente passar, mais calor será gerado.

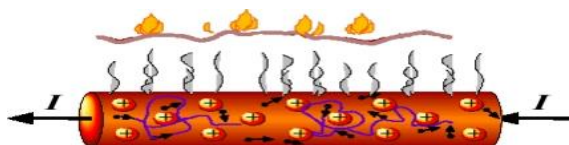


Figura 7: Aquecimento de um condutor

A figura 7, ilustra o efeito Joule, que consiste na transformação da energia eléctrica em calor quando uma corrente eléctrica percorre um condutor com resistência. Durante essa passagem, os electrões em movimento colidem com os átomos do material condutor, provocando um aumento da energia cinética destes e, conseqüentemente, a libertação de calor.

Ferreira (2013) afirma que, qualquer condutor sofre um aquecimento ao ser atravessado por uma corrente eléctrica. Esse efeito é a base de funcionamento dos aquecedores eléctricos, chuveiros eléctricos, secadores de cabelo, lâmpadas térmicas.

2.8. Desafios no Ensino da Física

De acordo com Silva, Lopes e Nascimento (2018), nos dias actuais a Física ainda está muito longe de ser uma disciplina destaque em grande parte das escolas, devido aos níveis elevados de desinteresse dos alunos para com as aulas. Sendo assim, nota-se que se faz mais que fundamental a transformação do ensino da Física, mudando o que é oferecido tradicionalmente nas escolas públicas por algo mais atrativo, que vise os conceitos físicos não apenas como uma mera curiosidade, mas sim como uma física que tenha como objetivo explicar e fundamentar diversos tipos de fenômenos, constituindo uma nova visão sobre os temas abordados. Assim se tornando uma disciplina que possa suprir as mais diversas necessidades que venham a aparecer no dia-a-dia em salas de aula.

As deficiências de ensino de Física têm serias conseqüências. No entanto Da Silva (2018) ressalta que, as dificuldades de aprendizagem se fazem mais presentes no que se diz respeito a disciplinas de ciências exatas, destacando-se principalmente a física. Grande parcela dessa deficiência se faz devido ao simples facto de não ser apresentado a Física em quantidades de

aulas suficientes no ESG, desse modo cria-se uma resistência por parte dos alunos, fazendo com que eles evitem ou passem a não gostar de Física.

Para se obter um bom resultado na aprendizagem, é muito importante que tanto aluno quanto professor estejam motivados e tenham interesse pelo conteúdo que será abordado. Infelizmente, sabe-se que esse não é o cenário encontrado na maioria das salas de aula. Na área das ciências exatas e da natureza, mais especificamente na Física os cálculos e teorias fazem com que a situação se agrave (Morreria, 2021).

2.9. Tipos de Experimentação

2.9.1. Experimentação Ilustrativa/ Demonstração

Essa experimentação é muito comum nas escolas. Folmer et al. (2016) destaca a experimentação ilustrativa como aquela que geralmente é utilizada para demonstrar conceitos já discutidos. O problema recai novamente na sistematização e problematização dos resultados, tendo em vista que, a finalização da atividade experimental em si, não é concluída com a experiência, mas pode servir de estratégia para que se reforcem os conceitos previamente estabelecidos.

Esse pensamento é descrito por Bachelard:

Em primeiro lugar, é preciso saber formular problema, e, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. Bachelard (1996, p.18).

A atividade experimental ilustrativa pode ser significativa, desde que, empregada de maneira a reforçar a construção do conhecimento, desde que não tenha sido ilustrada apenas pela demonstração em si. Para Forster (2010) é necessário integrar a teoria com a prática, tornando produtivo esse processo de construção.

2.9.2. Experimentação Verificativa

Diferente da demonstrativa, que busca unicamente ilustrar um fenômeno, procura verificá-lo, comprovar leis, princípios ou teorias científicas já estabelecidas, possuindo um grau de rigor maior que a primeira e também demandando mais tempo, esforço e colaboração da turma, mas através dela permitindo também uma compreensão mais aprofundada do fenômeno estudado, adquirindo a capacidade de fazer generalizações e extrapolando o escopo original do experimento, tornando o ensino mais realista.

2.9.3. Experimentação Investigativa

É uma abordagem didática que visa desenvolver o pensamento científico dos alunos por meio da resolução de problemas. A prática deve organizar experimentos para coletar dados, fazer interpretações e análises e observar e compilar resultados, mas que os alunos devem ter conhecimentos prévios sobre a atividade, sem, no entanto, dar-lhes o conteúdo conceitual, esses devem ser construídos nas discussões dos resultados, para (Lewin e Lomascólo, 1998, p. 148 esse tipo de abordagem motiva os alunos quando afirmam:

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como ‘projetos de investigação’, favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como a curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas informações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais. (Lewin e Lomascólo, 1998, p. 148).

A experimentação investigativa também deve ter algum significado para o aluno, não devendo ser realizada apenas a prática pela prática, além disso, esse tipo de experimento deve ser concretizado pelo próprio aluno, ficando o professor apenas de mediador, permitindo que os alunos tenham liberdade na proposição de suas hipóteses.

2.9.4. Experimentação Simulada

A experimentação simulada consiste na utilização de recursos digitais, como softwares interativos e ambientes virtuais, para representar fenômenos físicos de forma realista. Essa abordagem permite que alunos explorem conceitos teóricos e pratiquem habilidades investigativas mesmo sem acesso a laboratórios físicos.

Segundo Campos (2017), as simulações são especialmente úteis em escolas sem laboratórios, pois possibilitam manipular variáveis, testar hipóteses e visualizar resultados com segurança e baixo custo. Plataformas como o PhET *Interactive Simulations*, por exemplo, oferecem uma variedade de experimentos em eletricidade, magnetismo, mecânica e outras áreas da Física.

2.9.5. Experimentação com Materiais Alternativos ou de fácil acesso

Esse tipo de experimentação baseia-se no uso de materiais simples, recicláveis ou facilmente encontrados no cotidiano para realizar experiências científicas. Trata-se de uma estratégia pedagógica eficaz em contextos escolares com poucos recursos, pois viabiliza a aprendizagem prática e aproxima o conteúdo científico da realidade dos estudantes.

Experimentos com materiais alternativos incentivam a criatividade, o pensamento crítico e a resolução de problemas. Por exemplo, conceitos como eletrização por atrito podem ser trabalhados com balões e cabelos, e circuitos elétricos podem ser montados com pilhas, lâmpadas LED, papel alumínio e prendedores metálicos. Essa abordagem contribui para o ensino significativo da Física, pois rompe com a visão de que a ciência depende exclusivamente de aparelhos sofisticados. Ao mostrar que é possível aprender por meio de experiências acessíveis.

2.10. Uso de Experimentos como Abordagem no Ensino e Aprendizagem da Física

Os experimentos relacionados à Física no ensino médio têm por objetivo comprovar teorias ou não e oportunizar aos alunos a habilidade de observação, abstração, análise e interpretação dos fenômenos.

No entanto, Benfíca e Prates (2020), o ensino da Física tem sido visto de um ângulo negativo pelos alunos, pois eles não relacionam a Física em teoria que lhe é apresentada na sala de aula com o seu cotidiano, mas associa com a Matemática e ainda atribui como mais difícil, não percebendo a abstração necessária, fato este refletido nos resultados das avaliações, onde ocorrem reprovações em quantidade significativa.

Neste contexto Hoffmann (2017) afirma que, cabe ao professor de Física identificar e sanar as dúvidas que permeiem a vida de seus alunos, proporcionando formas alternativas de

aprendizagem eficazes, tanto quanto possível, para isso o uso de instrumentos pedagógicos como a realização de experimentos pode ser uma importante contribuição. Assim sendo, as aulas de laboratório pode ser uma maneira de tentar amenizar as dificuldades encontradas no ensino de Física.

a) Objectivos das aulas experimentais

Quanto aos objectivos das experiências nas aulas de Física, segundo Santos (2018), pode-se citar:

- Que o ensino experimental está voltado para a comprovação de conhecimentos teoricamente abordados;
- Que as experiências oportunizam ao aluno a habilidade de observação, a análise e interpretação de fenômenos.

O primeiro está voltado para as comprovações teóricas, onde os experimentos testam a teoria, logo o uso de experiências no ensino-aprendizado da Física reforça a idéia como transmissor do conhecimento, e com isso, demonstra que os experimentos nas aulas de Física motivam os alunos aprenderem.

O segundo envolve a interação social através de acções compartilhadas a processos cognitivos realizados por vários sujeitos. De acordo com Séré, Coelho e Nunes (2003), através das experiências os homens interagem uns com os outros, criando e transformando a natureza e a si próprios.

2.11. Abordagem Experimental com Material de Fácil acesso no ensino da Física

As experiências nas aulas de Física utilizando material simples e de baixo custo, constituem em geral fenômenos isolados e circunscrito a número limitado de escolas. Por outro lado Benfíca e Prates (2020) e Hoffmann (2017), concordam que existe ainda uma grande distância entre o ensino da Física praticado na maioria das escolas de nível médio e fundamental e o mundo tecnológico do século XXI.

Neste sentido a prática de experiências utilizando material de fácil acesso pode ser desenvolvida naturalmente mesmo que a escola não esteja devidamente equipada com laboratório de Física. Fica claro que o importante ao se utilizar experiências no ensino da Física torna o conhecimento transmitido prazeroso tanto para alunos como para professores (Séré, Coelho & Nunes, 2003),

2.11.1. O Uso de Práticas Experimentais no Ensino da Física

As dificuldades encontradas por alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem da Física são explícitas, mas se analisarmos pelo lado do aluno, percebe-se que não consegue aprender a Física ensinada na escola e tem dificuldade em utilizar o conhecimento fazendo ligação com seu cotidiano, em síntese ter acesso ao conhecimento.

Assim, nem todos concordam que o uso de experimentos contribui para o ensino e aprendizagem da Física. No entanto, Luchese e Andrighetto (2020) afirmam que é necessário criar situações que favoreçam o ensino dos princípios que a Física envolve na realidade. Os experimentos podem ser considerados como mero abstracto se os alunos não reconhecem e entendem a finalidade e o objectivo da actividade.

Sabe-se que a aprendizagem do aluno no passado era considerada passiva, constituída em memorização de regras, fórmulas, procedimentos pré-determinados. O professor transmitia um conteúdo conclusivo, o uso de materiais era considerado perda de tempo, actividades que perturbavam o andamento das aulas. Com o passar do tempo passou-se a utilizar os experimentos de forma demonstrativa, como auxílio a demonstração para melhor memorização, (Benfíca & Prates, 2020).

Aproximadamente no século XVII e XVIII, a educação passou a ser considerada como um processo natural e a valorizar o manual experimental. Rousseau (1912-1978) foi o percussor deste pensamento onde a escola valoriza os aspectos humanos dos alunos como ser que tem sentimentos, interesse, criatividade e muitas vezes priorizando isso em relação ao aprendizado dos conteúdos.

Outros acreditam que a didáctica aplicada ao uso de experiências no ensino da Física é um componente fundamental, como para Séré, Coelho e Nunes (2003), que acreditam ter pelo menos cinco motivos para aplicação de experimentos no ensino das ciências:

- Motivar, estimulando o interesse e o prazer de investigar;
- Enfatizar a aprendizagem do conhecimento científico;
- Treinar destrezas laboratoriais;
- Percepcionar o método científico e adquirir perícia na sua utilização;
- Desenvolver atitudes científicas como abertura de espírito e objetividade.

Para Avelar *et al.* (2018), o trabalho experimental tem sido confuso e pouco produtivo e os alunos aprendem pouco de ciências, sobre as ciências e dos seus processos, pois:

- As actividades, por vezes, desenvolvidas sem qualquer base teórica;
- O conteúdo, em geral, é fornecido pelo professor, limitando a construção pessoal de significados, por parte do aluno.
- O aluno é, muitas vezes, um mero consumidor da planificação feita pelo professor, pelo que se reveste de pouca utilidade do ponto de vista pedagógico;
- Os alunos, frequentemente não se apropriam da teoria adequada para interpretar o que eles observam os levam a fazer interpretações à luz das concepções errôneas.

Para isso Avelar *et al.* (2018), sugere que a abordagem de situações problemáticas abertas, com nível de dificuldade adequado, que motivem os alunos e os levem a elaborar um plano que permita aumentar o seu conhecimento em ciências.

Neste âmbito, ao aluno deve ser dado o direito de aprender, e não de forma metódica, repetitiva, mas de aprender a aprender, as aulas de experimentos práticos devem ser planeadas e direccionadas com um objectivo, propondo uma intervenção dialogada durante as aulas. Onde após a construção dos fundamentos teóricos haja uma discussão conjunta pelas equipas compatibilizando os aparatos experimentais com a teoria e a escolha da temática que deve partir do interesse dos alunos.

2.12. Teorias de Aprendizagens

2.12.1. Teoria de Aprendizagem Significativa

A teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel (1968), destaca a importância de relacionar novos conhecimentos a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Isso permite que os novos conceitos sejam claros, relacionáveis e relevantes para o aprendiz, permitindo uma compreensão profunda e duradoura. A aprendizagem significativa não se limita à memorização superficial, mas promove uma compreensão substancial e a capacidade de aplicar o conhecimento em contextos diversos, estimulando a construção de um aprendizado sólido e significativo (Vasconcelos, 2024).

Assim, com o intuito de facilitar a uma aprendizagem significativa e partindo da intencionalidade e compromisso do indivíduo perante o novo conhecimento, utiliza-se a linguagem, como o principal recurso facilitador da Aprendizagem Significativa. Masini e Moreira (2008) afirmam que Aprendizagem Significativa:

Para Ausubel, é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor ou, simplesmente, subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancorase em subsunçores relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende (Moreira & Masini, 2006, p.17)

Segundo Honorato e Dias (2018), para que a aprendizagem seja significativa é necessária uma metodologia dinâmica e que possa atrair o interesse do aluno através da modalidade de aprendizagem que é mais fluente para os alunos, para isso o ensino experimental é uma ótima opção ao atender a maioria de seus requisitos.

O ensino experimental possui uma forte relação com teoria construtivista da aprendizagem, pois destaca a importância da construção do conhecimento pelo próprio aluno. De acordo com o construtivismo, os alunos constroem seu entendimento por meio da interação com o ambiente e a manipulação de objectos, experimentos, e situações do mundo real. (Vasconcelos, 2024).

O ensino experimental, portanto, proporciona oportunidades para os alunos explorarem, fazerem descobertas e construir seu conhecimento de maneira activa. Isso concorda com a ideia de Honorato e Dias (2018), que o conhecimento prévio especificamente relevante é denominado e funcionalmente serve como matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação do novo conhecimento na estrutura cognitiva de forma que o indivíduo passa a atribuir significado a nova informação.

Dessa forma pode ser entendido que a aprendizagem significativa é busca por transformar a visão de mundo do aluno de forma que possua carácter científico usando os conhecimentos prévios como base para essa transformação de forma a tornar o aprendizado mais significativo e para isso a metodologia experimental pode desempenhar um grande papel ao analisar cientificamente fenômenos da natureza.

2.12.2. Teoria de Aprendizagem Experimental

Entre os teóricos, destaca-se o americano David Kolb que iniciou seus estudos sobre estilos de aprendizagem em 1971. Segundo Bambo et al. (2024), o trabalho de Kolb direcciona-se ao conhecimento de como se apreende e se assimila a informação, de como se solucionam problemas e se tomam decisões. Esses questionamentos levaram-no a elaborar um modelo que denominou Teoria da Aprendizagem Experiencial (TAE), com o qual busca conhecer o processo da aprendizagem baseada na própria experiência.

Segundo Pimentel (2007, p. 161), a TAE de Kolb, define que o processo pelo qual o conhecimento é criado acontece por meio da transformação da experiência. O conhecimento resulta da combinação de se obter e transformar a experiência. A aprendizagem experiencial coloca a ênfase na interação entre o sujeito e a ação e sustenta as novas aprendizagens na experiência, ao mesmo tempo em que valoriza o contexto e a reflexão.

Nas palavras de Kolb, a aprendizagem experiencial é:

O processo pelo qual o conhecimento é criado através da transformação da experiência. Esta definição enfatiza [...] que o conhecimento é um processo de transformação, sendo continuamente criado e recriado [...] A aprendizagem transforma a experiência tanto no seu aspecto objetivo como no subjetivo [...] para compreendermos a aprendizagem, é necessário entendermos a natureza do desenvolvimento, e vice-versa (Kolb, 1984, p.38).

A aprendizagem experiencial coloca a ênfase na interação entre o sujeito e a ação e sustenta as novas aprendizagens na experiência, ao mesmo tempo em que valoriza o contexto e a reflexão. (Pimentel, 2007, p. 161)

De acordo com Jesus, Carvalho e Silva (2019), (citado por Bambo et al.(2024)), Kolb propôs um modelo de aprendizagem, baseado em um processo cíclico de quatro etapas: (i) Experiência Concreta (EC): aprender através dos sentimentos e do uso dos sentidos; (ii) Observação Reflexiva (OR): quando se aprende analisando e avaliando; (iii) Conceitualização Abstrata (CA): quando generaliza e elabora hipóteses, A aprendizagem, nessa etapa, compreende o uso da lógica e das ideias e (iv) Experimentação Ativa (EA): quando a aprendizagem é aplicada na realidade e a aprendizagem, nessa etapa, toma uma forma activa. A partir desses quatro estágios de aprendizagem, combinam-se dois a dois diametralmente para gerar os quatro estilos de aprendizagem, conforme critérios estudados e propostos por Kolb.

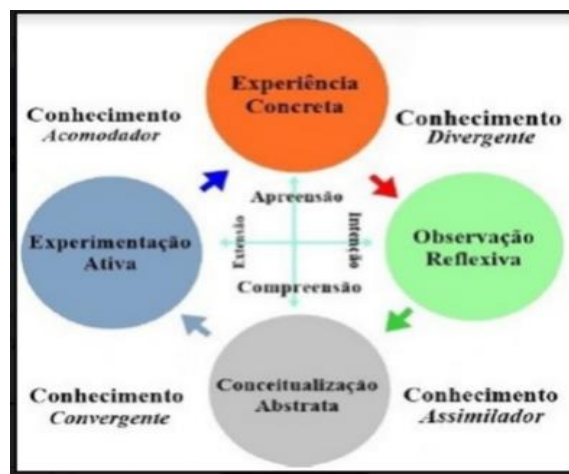


Figura 8: Ciclo e estilos de aprendizagem

Kolb destaca que os alunos aprendem melhor quando participam activamente de experiências reais. Isso apoia o uso de experimentos caseiros e materiais alternativos como estratégias eficazes para ensinar conceitos de electricidade (como eletrização, Lei de Ohm, potência eléctrica e efeito Joule), mesmo na ausência de laboratórios formais. Após a actividade prática, os alunos são incentivados a refletir sobre o que ocorreu, comparando o resultado com o que esperavam. Isso ajuda os alunos a compreender os fenômenos físicos observados, mesmo em escolas sem aboratórios. Com base na reflexão, os alunos formulam conceitos e generalizações.

CAPÍTULO III: MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo descrevem-se a caracterização da pesquisa, o local da pesquisa, a população e amostra, os instrumentos de colecta de dados e as experiências realizadas.

3.1. Caracterização da pesquisa

A pesquisa quanto à abordagem é quantitativa e qualitativa. A quantitativa obteve-se na recolha e análise de dados numéricos obtidos por meio de questionários aplicados antes e depois dos experimentos. Por sua vez, qualitativa porque complementa a análise através da observação e entrevistas durante as actividades, possibilitando uma interpretação mais ampla dos resultados (Marconi & Lakatos, 2003).

Quanto à natureza é aplicada, uma vez que visa gerar conhecimentos para aplicação prática e propor soluções práticas para dificuldades observadas no processo de ensino-aprendizagem de conceitos de electricidade em escolas sem laboratoriais.

Quanto aos objectivos é uma pesquisa explicativa. Porque pretende compreender os factores que influenciam o desempenho dos alunos no processo de aprendizagem desses conceitos. Conforme Gil (2007), a pesquisa explicativa procura identificar as causas de fenómenos, estabelecendo relações entre variáveis.

Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa de campo, por ter sido realizado na escola, com observação e recolha de dados junto dos alunos da 10ª classe, em seu ambiente natural de aprendizagem. Em segundo lugar, a pesquisa é também experimental uma vez que envolveu dois grupos (experimental e de controlo), permitindo a comparação entre diferentes estratégias de ensino (Gil, 2007). E por último é também uma pesquisa bibliográfica. De acordo com Fonseca (2002, P.38), envolveu o levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e electrónicos.

3.2. Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola Secundária de Albasine, uma instituição pública de Ensino Secundário Geral, localizada no bairro de Albasine, perto da igreja de IURD, pertencente ao Distrito Municipal Ka Mavota, na cidade de Maputo, capital de Moçambique. A escola atende

alunos do Ensino Secundário Geral do 1.º ciclo (8.ª, 9.ª e 10.ª classe) e 2.º ciclo (11.ª e 12.ª classes) ciclos. (vide figura 9).



Figura 9: Escola Secundária de Albasine

Com vista à realização da pesquisa, foi solicitada e obtida uma credencial junto da Faculdade. Em seguida, o referido documento foi encaminhado ao Serviço Distrital de Educação e Cultura do Distrito Municipal Ka Mavota, no bairro Laulane (apêndice 4), e posteriormente à Direção da Escola Secundária de Albasine, onde se obteve a devida autorização para a recolha dos dados.

3.3. População e amostra

3.3.1. População

É um conjunto de elementos que tem uma característica em comum, que deve delimitar inequivocamente quais os elementos pertencem à população e quais não pertencem.

A população na seguinte pesquisa é composta por 502 alunos da 10ª classe, da Escola Secundária de Albasine. Esta população representa os alunos que frequentam a disciplina de Física. A escola tem quatro professores que leccionam a disciplina de Física, dois (2) no 1.º ciclo (8.ª, 9.ª e 10.ª classe) e outros dois (2) professores no 2.º ciclo (11.ª e 12.ª classes), servindo de

base para a análise dos desafios no ensino de alguns conceitos de electricidade em escolares sem laboratórios.

3.3.2. Amostra

A amostra foi de 141 alunos, por conveniência, uma vez que as turmas foram alocadas tendo em conta o horário e o professor indicado para acompanhar a pesquisa. Foi dividido em duas turmas: turma experimental, constituído por 71 alunos, que participaram directamente na aplicação de actividades experimentais com material de fácil acesso e uma turma de controlo, com 70 alunos, que seguiu as aulas de forma tradicional, sem nenhuma experiência.

Segundo Pradonov e Freitas (2013), a utilização de grupos experimentais e de controlo permite uma análise comparativa mais consistente dos efeitos de intervenções pedagógicas, contribuindo para resultados mais sólidos e fiáveis. Neste sentido, a presente investigação buscou compreender até que ponto a introdução de actividades práticas com materiais acessíveis pode favorecer a aprendizagem de conceitos de electricidade, quando comparada ao ensino exclusivamente teórico.

Os alunos da amostra, tinham idades compreendidas entre 14 a 16 anos, sendo 58 do sexo masculino e 83 do sexo feminino.

3.4. Instrumentos de recolha de dados

Segundo Marconi e Lakatos (2003, p. 185), os instrumentos de colecta de dados são os meios técnicos utilizados para reunir informações destinadas a esclarecer o problema de pesquisa.

Para a recolha de dados que sustentam este trabalho, foram utilizados dois instrumentos para a recolha de dados que são o questionário e a entrevista.

a) Questionário

De acordo com Cervo *et al.* (2011), o questionário é uma das formas mais usadas na obtenção de informações para uma determinada pesquisa, e deve estar de acordo com os objetivos do trabalho no qual se insere.

O questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistado (Marconi & Lakatos, 2011).

O questionário foi aplicado com o objectivo de recolher dados sobre as percepções dos alunos em relação ao ensino dos conceitos da electricidade e à ausência de actividades experimentais nas aulas. O instrumento foi composto por questões de natureza fechada (de escolha múltipla) e aberta, permitindo uma análise tanto quantitativa como qualitativa. As perguntas abordaram aspectos como a electrização dos corpos, lei de Ohm, potência eléctrica e a lei de Joule. As duas turmas foram submetidos ao pré-teste e pós-teste.

O pré-teste foi dado antes das experiências, com o intuito de diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos relativamente a alguns conceitos e o pós-teste, foi dado também para ambas turmas, com questões semelhantes ao pré-teste, permitindo comparar os resultados e avaliar possíveis progressos na aprendizagem. A comparação entre ambos os testes forneceu dados quantitativos relevantes sobre o impacto da metodologia aplicada.

b) Entrevista

A entrevista é um instrumento de recolha de dados utilizada em pesquisas qualitativas, que permite obter informações mais profundas e detalhadas sobre as opiniões, percepções, experiências e sugestões dos participantes. Para Marconi e Lakatos (2011, p.80), entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto.

A entrevista no seguinte trabalho, foi de carácter semi-estruturado, porque permitiu ao entrevistador seguir um guião previamente elaborado com questões abertas, mas também possibilitando a exploração de respostas espontâneas, de modo a aprofundar aspectos relevantes ao tema. Este instrumento foi escolhido por facilitar a compreensão das dificuldades enfrentadas pelos alunos na aprendizagem de alguns conceitos de electricidade.

Foram entrevistados três alunos da turma experimental. A cada aluno foi submetido a responder três questões. (Vide figura 10).



Figura 10: Grupos entrevistados

3.5. Experiências Realizadas

Foram realizadas três experiências com material de fácil acesso a saber: Pêndulo Electrostático, Lei de Ohm e Lei de Joule-Lenz. Cada experiência foi descrita de forma sistemática, incluindo os objectivos, os materiais utilizados, os procedimentos adoptados, de modo a evidenciar a sua aplicabilidade no ensino de conceitos de electricidade. Os guios correspondentes a cada experiência encontram-se anexados no final desta pesquisa.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados das respostas obtidos pelos alunos nos questionários (pré e pós-teste) e nas entrevistas.

4.1. Resultados da pesquisa antes da demonstração experimental

Nesta parte apresentam-se e analisam-se os resultados das respostas dos alunos do questionário e das entrevistas antes da demonstração de experiências com a turma experimental.

4.1.1. Respostas dos alunos sobre a Electrização dos corpos, Lei de Ohm e Lei de Joule-Lenz

A primeira questão colocada aos alunos visava recolher o entendimento dos alunos sobre o processo de interacção entre as cargas eléctricas. A tabela 2, mostra as respostas dos alunos, tanto para a turma do controle como para a turma experimental.

Analisando as respostas dos alunos na tabela 2, observa-se que 49% dos alunos da turma Experimental, acreditam que a primeira figura representa atracção entre cargas de sinais opostos, sem considerar o equilíbrio das forças envolvidas e aplicando regra memorizada "cargas opostas se atraem". Para a turma de controle, essa percentagem foi de 47%.

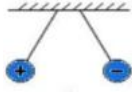
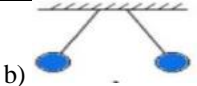
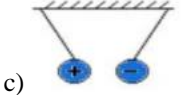
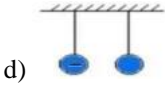
Sete (7%) dos alunos da turma experimental, escolheram a figura representada pela alínea b) que indica duas bolas neutras e afastadas. Para a turma de controle, a escolha foi feita por um total de oito (8%) dos alunos.

É importante indicar que antes da demonstração experimental, apenas trinta e três (33%) da turma Experimental escolheram a opção correcta da alínea c) que representa a atracção entre cargas de sinais opostos gerando aproximação entre as bolas. Para a turma de controle a percentagem de escolhas da opção correcta foi de trinta e seis (36%), superando a turma experimental em três (3%).

O número de alunos da turma experimental que escolheram a alínea d) representando uma bola carregada negativamente e outra neutra é significativo, situando-se em sete (7%). Para a

turma de controle essa percentagem se situa em oito (8%). Em suma, significa que estes alunos que escolheram esta opção, ignoraram a existência das leis qualitativas das interações eléctricas.

Tabela 1: Percentagens das respostas dos alunos da pergunta 1 sobre interação entre cargas eléctricas
($T_C = 70, T_E = 71$)

Pergunta		Opção	Turma Experimental (%)	Turma de Controlo (%)
Pergunta 1	Cada uma das figuras a seguir representa duas bolas metálicas de massas iguais, e em repouso, penduradas em fios. As bolas podem estar carregadas electricamente. O sinal da carga está indicado em cada uma delas. A ausência de sinal indica que a bola não está carregada. O fio pode ficar inclinado por causa do peso da bola e da força eléctrica entre as bolas. Indique a única figura que está correcta.		53	47
		b) 	7	8
		c) 	33	36
		d) 	7	9

NB: negrito, significa opção correcta

De modo a pesquisar a compreensão dos alunos sobre formas de electrização dos corpos para turma experimental tanto para turma de controlo. Foram usadas às perguntas 2 e 3, feitas a partir das figuras 1, 2 e 3 e os resultados das respostas dos alunos estão indicadas na tabela 3.

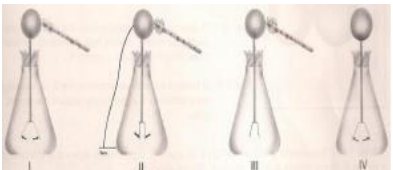
A análise das respostas dos alunos na tabela 3, mostra que na pergunta 2, para a turma experimental, cinco (5%) dos alunos escolheram a opção d) que diz “Quando esfregamos uma caneta plástica nos cabelos secos e depois passa a atrair pedacinhos de papel, ocorre o efeito Joule”. Para a turma de controle, essa opção foi escolhida por sete (7%) dos alunos, demonstrando dificuldade de os alunos identificarem a opção correcta no que diz respeito aos processos de electrização dos corpos materiais.

Para a turma experimental, cinquenta e cinco (55%) dos alunos escolheram a resposta certa com maior percentagem, isso sugere que mais da metade dos alunos já associam correctamente a atracção de pedacinhos de papel à electrização por atrito. Para a turma de

controle, o número de alunos que escolheram a opção correcta b), consistente com o ponto de vista de Física é significativa situando-se em cinquenta e três (53%).

Por outro lado, a percentagem de alunos da turma experimental, 23% foi significativo fazendo confusão entre os processos de electrização dos corpos com o conceito do campo eléctrico. Esta mesma confusão ocorreu igualmente com a turma de controle cuja percentagem foi de vinte e cinco (25%).

Tabela 2: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 2 e 3 sobre formas de electrização dos corpos eléctricas ($T_C = 70, T_E = 71$)

Pergunta		Opção	Turma Experimental (%)	Turma de Controle (%)
Pergunta 2	Quando esfregamos uma caneta plástica nos cabelos secos e ela passa a atrair pedacinhos de papel, ocorre:	a)Efeito Joule	5	7
		b)Electrização por atrito	55	53
		c)Campo electric	23	25
		d)Potência eléctrica	17	15
Pergunta 3	Aproximou-se de um electroscópio de folhas um corpo electrizado positivamente, tendo-se procedido como a sequência de figuras nos mostra: 	a)O electroscópio ficou electrizado negativamente por influência.	51	53
		b)O electroscópio ficou electrizado positivamente por influência.	35	31
		c)O electroscópio mantém-se no estado neutro.	14	16

NB: negrito, significa opção correcta

Na pergunta 3, cinquenta e um (51%) da turma experimental escolheram a opção incorrecta b), não consistente do ponto de vista da Física que diz “o electroscópio ficou electrizado negativamente por influência”, confundindo o sinal final adquirido pelo electroscópio, possivelmente que as cargas negativas do corpo aproximado seriam atraídas e ficariam permanentes no electroscópio após o processo. Na turma de controle esta escolha errada, também foi verificada em cinquenta e três (53%) dos alunos.

Contudo, trinta e cinco (35%) dos alunos da turma experimental escolheram a resposta correcta e consistente com o ponto de vista de Física, correspondente a alínea b). Na turma de controle, a percentagem de acertos ficou situado na casa dos 31%.

Com as perguntas 4, 5 e 6 procurou-se analisar a compreensão dos alunos sobre a lei de Ohm. A tabela 4 mostra as percentagens das respostas dos alunos antes da demonstração de experiências.

Analisando as respostas dos alunos na tabela 4, antes das demonstrações experimentais, quarenta e cinco (45%) da turma experimental escolheram a opção a) na pergunta 4, que diz a “Lei de Ohm descreve a relação entre tensão, potência e resistência”. Para a turma de controlo, essa opção foi escolhida por quarenta e seis (46%) dos alunos, sendo a mais escolhida em ambas turmas, o que mostra a dificuldade dos alunos em identificarem a opção correcta sobre as expressões que envolvem potência eléctrica.

Por outro lado, trinta e quatro (34%) dos alunos da turma experimental escolheram a resposta correcta c), que associa correctamente a lei de Ohm com as grandezas de tensão, corrente e resistência. Na turma de controlo essa opção foi escolhida com a mesma percentagem (34%).

Por conseguinte, oito (8%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção d), que diz que “energia, trabalho e potência descrevem as grandezas eléctricas da lei de Ohm”, e estes associam a lei de Ohm com grandezas ligadas a mecânica ou potência. Para a turma de controlo, apenas dez (10%) dos alunos escolheram a opção correcta e consistente com o ponto de vista da Física.

Na pergunta 5, quarenta e três (43%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção a) que diz “quando a resistência eléctrica aumenta, mantendo-se constante a tensão eléctrica, a corrente eléctrica aumenta-se proporcionalmente”. Na opinião da pesquisadora, isto acontece devido a memorização incorrecta de sinais ou memorização incorrecta da fórmula, levando a supor uma proporcionalidade directa entre resistência e corrente. Na turma de controlo, essa opção foi escolhida por quarenta e um (41%).

Apenas dezoito (18%) da turma experimental escolheram a opção correcta c) que expressa que “quando a resistência eléctrica aumenta, mantendo-se constante a tensão eléctrica a corrente eléctrica diminui”. Para a turma de controlo essa opção correcta foi escolhida por vinte e um (21%). As percentagens de respostas correctas conseguidas tanto pela turma experimental, como pela turma de controle, mostraram claramente a dificuldade que os alunos possuem na interpretação da lei de Ohm.

A percentagem dos alunos do grupo experimental, doze (12%) que escolheram a opção incorrecta d) que afirma que a corrente eléctrica passa a circular no sentido contrário quando a resistência eléctrica aumenta e mantém-se constante a tensão é significativa, mostrando a confusão entre a função de uma resistência e a troca dos polos da fonte de tensão. Em relação à turma de controle, treze (13%) dos alunos escolheram esta mesma opção e de forma errada.

Na pergunta 6, vinte e sete (27%) dos alunos da turma experimental escolheram a primeira expressão a) não consistente com o ponto de vista da Física. Esta escolha dos alunos da turma experimental, mostrou que os mesmos no momento das respostas não prestavam atenção em relação às grandezas físicas envolvidas. Em relação à turma de controlo esta escolha da opção a) errada, foi observada em vinte e cinco (25%) dos alunos.

Na mesma pergunta, a percentagem dos alunos da turma experimental que escolheram a opção correcta c) e consistente com o ponto de vista da Física foi significativo e igual a cinquenta e cinco (55%). Em relação aos alunos da turma de controlo verificou-se que cinquenta e dois (52%) dos alunos escolheram a opção correcta c).

Tabela 3: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 4, 5 e 6 sobre primeira Lei de Ohm

$$(T_C = 70, T_E = 71)$$

Pergunta		Opção	Turma Experimental (%)	Turma de Controlo (%)
Pergunta 4	A Lei de Ohm descreve a relação entre quais grandezas eléctricas?	a) Tensão, potência e resistência	45	46
		b) Corrente, tempo e carga eléctrica	13	10
		c) Tensão, corrente e resistência	34	34
		d) Energia, trabalho e potência	8	10
Pergunta 5	De acordo com a Lei de Ohm, como se comporta a corrente eléctrica em um resistor ôhmico quando a resistência eléctrica aumenta, mantendo-se constante a tensão eléctrica?	a) A corrente eléctrica aumenta proporcionalmente	43	41
		b) A corrente eléctrica permanece constante.	27	25
		c) A corrente eléctrica diminui	18	21
		d) A corrente eléctrica passa a circular no sentido contrário.	12	13
Pergunta 6	Qual das alternativas representa corretamente a expressão matemática da Lei de Ohm?	a) $U = R \cdot T$	27	25
		b) $I = R \cdot U$	10	12
		c) $V = I \cdot R$	55	52
		d) $R = \frac{t}{i}$	8	11

NB: negrito, significa opção correcta

Depois dos alunos terem respondido as perguntas relacionadas com a lei de Ohm, foram agora colocadas perguntas sete (7) e oito (8), relacionadas com a potencia eléctrica. A tabela 5 mostra as respostas dos alunos relativamente às perguntas, tanto a turma experimental como para a turma de controlo.

A análise das respostas dos alunos da tabela 5 mostra que, antes das demonstrações experimentais, na pergunta 7, vinte e três (23%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção errada a) que diz a “potência é representado pela quantidade de energia armazenada por uma resistência”, isso reflete a ideia de que as resistências guardam energia quando na verdade dissipam sob forma de calor. Na turma de controlo o mesmo erro foi cometido por vinte e três (23%) dos alunos.

Contudo, quarenta e sete (47%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção c) correcta e consistente com o ponto de vista da Física, que define potência eléctrica como a energia eléctrica consumida ou transformada por unidade de tempo. Para a turma de controlo, quarenta e cinco (45%) escolheram essa opção certa.

Tabela 4: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 7 e 8 sobre potência eléctrica ($T_C = 70, T_E = 71$)

Pergunta		Opção	Turma Experimental (%)	Turma de Controlo (%)
Pergunta 7	A potência eléctrica representa:	a)A quantidade de energia armazenada por uma resistência	23	23
		b)A quantidade de calor gerada por um fio em repouso	19	23
		c)A energia eléctrica consumida ou transformada por unidade de tempo	47	45
		d)A força com que os elétrons são empurrados pela fonte de tensão	11	9
Pergunta 8	A unidade de medida da potência eléctrica no S.I é:	a)Joule	25	27
		b)Ampère	10	5
		c)Ohm	8	13
		d)Watt	54	55

NB: negrito, significa opção correcta

Na pergunta 8, relativa as unidades de medida da potência eléctrica observou-se que vinte e cinco (25%) dos alunos da turma experimental acham que a opção a) é unidade da potência eléctrica mostrando confusão entre energia e potência, um erro conceitual muito comum. A percentagem de alunos que escolheram essa opção da alínea a) na turma de controlo foi de vinte e sete (27%), contrariando, portanto, com o ponto de vista da Física.

Dez (10%) dos alunos da turma experimental, acreditaram que a unidade da potência é Ampere(A) opção b), estes confundem potência com corrente eléctrica por falta de clareza sobre

o significado de cada unidade no S.I. O mesmo erro ocorreu na turma de controlo, onde cinco (5%) dos alunos escolheram a alínea b).

Contrariando com as opções escolhidas erradamente nas alíneas a) e b) da questão 8, cinquenta e quatro (54%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção correcta d), identificando o Watt (W) como unidade de medida da potência eléctrica no sistema internacional (S.I.). Na turma de controlo, a percentagem dos alunos que escolheram a resposta correcta foi de cinquenta e cinco (55%), evidenciando um conhecimento da unidade de medida da potência eléctrica

As perguntas 9 e 10 foram usadas para verificar a compreensão dos alunos sobre a lei de Joule-lenz. A tabela 6 apresenta a distribuição de percentagens das respostas dos alunos antes da demonstração experimental.

Uma análise das respostas dos alunos na tabela 6, observa-se que na pergunta 9, sessenta e dois (62%) dos alunos da turma experimental explicam o efeito Joule como “a transformação da electricidade em luz”, opção b), sendo um erro que deriva da associação de lâmpadas incandescentes, onde o aquecimento do filamento gera luz, enquanto o efeito Joule descreve a produção de calor e não a emissão de luz. O mesmo erro na turma de controlo foi observado em cinquenta e oito (58%) dos alunos.

Na mesma pergunta 9, apenas vinte e quatro (24%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção correcta c), explicando que o efeito Joule é a transformação da energia em calor. Para a turma de controlo, a percentagem de alunos que escolheram a opção correcta b), é de vinte e seis (26%).

De salientar que oito (8%) dos alunos da turma experimental descrevem o efeito Joule como criação de campo magnético, opção d). Esta mesma confusão relacionada com o efeito Joule foi constatado em sete (7%) dos alunos da turma de controlo.

Na última pergunta 10, colocada aos alunos, verificou-se que dezassete (17%) dos alunos da turma experimental optaram pela primeira expressão a) como a fórmula de energia dissipada ou consumida, relacionada a potência ($P=U.I$). No entanto, esta escolha não representa a

expressão original da lei de Joule, sendo apenas um erro entre conceitos próximos. E para turma de controlo, treze (13%) dos alunos escolheram a opção a) referente a primeira expressão.

Contudo, quarenta e um (41%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção correcto c), sobre a lei de Joule. Para a turma de controlo, cinquenta e oito (58%) dos alunos identificaram de forma correcto a fórmula, superando a turma experimental com dezassete (17%).

Dez (10%) dos alunos da turma experimental optaram pela segunda expressão, opção b), como fórmula da quantidade de calor, apesar de estar correcta em termos matemáticos (derivada da fórmula usando $U=R.I$), não foi conhecida pelo facto de não terem vistos derivadas ainda na matemática. O número da percentagem dos alunos na turma de controlo que escolheram essa opção c) foi de doze (12%).

Tabela 5: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 9 e 10 sobre Lei de Joule-Lenz ($T_C = 70, T_E = 71$)

Pergunta		Opção	Turma Experimental (%)	Turma de Controlo (%)
9	O efeito Joule explica:	a) Como a corrente gira nos fios.	10	9
		b) A transformação da electricidade em luz.	62	58
		c) A transformação da energia em calor.	24	26
		d) A criação de um campo magnético.	8	7
10	A Lei de Joule descreve a quantidade de calor gerado pela passagem da corrente eléctrica em um condutor. Qual é a expressão matemática correcta que representa essa lei?	a) $Q = U.I.t$	17	13
		b) $Q = I^2.R.t$	41	58
		c) $Q = \frac{V^2}{R}.t$	10	12
		d) $Q = R.t^2.I$	34	32

NB: negrito, significa opção correcta

4.3. Entrevistas a alguns alunos sobre formas de electrização dos corpos, lei de Ohm e lei de Joule-Lenz, antes da demonstração experimental.

Com o objectivo de aprofundar os dados quantitativos obtidos com as perguntas de escolha múltipla sobre as formas de electrização dos corpos, lei de Ohm e lei de Joule-Lenz, uma parte dos alunos foi entrevistada antes das demonstrações experimentais. Na pesquisa, se apresenta o extrato de entrevistas dos alunos, Luís (A1), Glória (A2) e Elisa (A3), que pertenceram ao grupo1, entrevistados conjuntamente. Nos trechos da entrevista, a letra **P** indica a Pesquisadora.

P: Quando é que se diz que um objecto/corpo está electrizado? E quais são os processos de electrização dos corpos?

A1: ...Talvez seja quando ele consegue atrair pedacinhos de papel por exemplo. E os processos de electrização são: atrito, contacto e indução.

A2: Dizemos que um objecto está electrizado quando... ele não está neutro. E os processos de electrização são três: contacto, atrito e indução.

P: Para que serve o pêndulo electrostático?

A3: ... Acho que serve para mostrar que um objecto qualquer quando está electrizado.

P: o que vocês acham que acontece com a corrente eléctrica quando a resistência aumenta, numa situação em que a tensão é constante?

A1: se a resistência aumenta, quer dizer que a corrente também aumenta.

A2: Acho que a corrente não muda porque... a tensão é a mesma.

A3: talvez... a corrente diminua,... porque cada vez que aumentamos a resistencia uma das duas coisas tem que baixar.

P : Quando passamos corrente eléctrica em um fio, muitas vezes ele esquenta. Por que isso acontece?

A1: Acho que o fio esquenta porque a electricidade passa com muita força e cria calor.

A2: Eu acho que, bom nós achamos que... o fio esquenta quando a corrente é maior.

P: Já ouviu falar do efeito joule? O que é?

A3: Sim, não me lembro bem, mas acho que o efeito Joule é quando um fio aquece e acende, da calor e também da luz. Aquilo que faz o fio aquecer.

Relativamente a pergunta 1, sobre os processos de electrização o primeiro aluno (A1) respondeu de forma correcta indicando que os processos de electrização são atrito, contacto e indução. Mas a definição ficou limitada a ideia de atrair papel, sem explicar a causa física (excesso ou falta de electrões). A segunda aluna (A2) respondeu de forma correcta também, indicando que o corpo está electrizado quando deixa de estar neutro e também citou correctamente os três processos.

Entretanto para terceira aluna (A3), a pergunta foi sobre pêndulo electrostático e este respondeu de forma certa, mas, vaga, porque não explicou como isso acontece.

Em relação a pergunta 2 no que diz respeito a lei de Ohm, o primeiro aluno (A1) respondeu erradamente indicando que “se a resistência aumenta, aumenta também a corrente”. A segunda aluna (A2), também contrariou a lei de Ohm, afirmando que a corrente não muda quando a resistência aumenta. O terceiro grupo (A3), respondeu de forma certa indicando que quando a resistência aumenta, diminui a corrente.

Na pergunta 3, sobre a lei de Joule, o primeiro aluno (A1) respondeu de forma errada indicando que o “fio esquenta porque a electricidade passa com muita força e cria calor”. A segunda aluna (A2) respondeu de forma correcta relacionando o aquecimento com o aumento da corrente de acordo com fórmula do efeito Joule.

Portanto para a terceira aluna (A3), a pergunta sobre a definição do efeito Joule respondeu correcto em parte, porque associou o efeito Joule ao aquecimento do fio, o que é certo, mas misturou a ideia da luz com o aquecimento, sendo que o efeito Joule descreve a transformação da energia eléctrica em calor.

4.2. Resultados da pesquisa depois da demonstração das experiências

Nesta parte apresenta-se e analisa-se os resultados das respostas dos alunos do questionário(pós-teste) e das entrevistas (um mês depois da demonstração das experiências) dos conceitos de electricidade investigados antes da demonstração do mesmo.

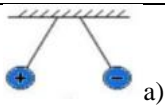
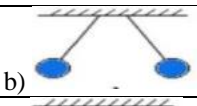
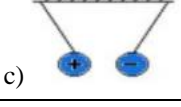
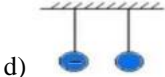
4.2.1 Respostas dos alunos sobre formas de Electrização dos corpos, Lei de Ohm e Lei de Joule-Lenz

Depois da demonstra o experimental, as duas turmas voltaram a responder o mesmo questionário que havia sido administrado no pré-teste, servindo agora como pós-teste. A finalidade do pós-teste consistiu em verificar o nível da compreensão dos conceitos na pesquisa, usando como estratégia de ensino a demonstra o experimental.

Para o efeito, a primeira questão examinada para a turma experimental, foi a pergunta 1 sobre a interac o entre as cargas eléctricas, cujos resultados estão apresentados na tabela 6.

Como pode ser visto na tabela 6, depois da demonstra o das experiências, oitenta e três (83%) dos alunos da turma experimental escolheram a op o correcta c), reconhecendo que a interac o eléctrica presente   de atrac o entre bolas, esse aumento em rela o ao pré-teste indica que a utiliza o do pêndulo electrostático contribuiu para melhor compreensão. Para turma de controlo, a percentagem de escolha da op o c) correcta foram trinta e nove (39%), evidenciando ainda a permanência das dificuldades que foram observadas durante a administra o do pré-teste.

Tabela 6: Percentagens das respostas dos alunos da pergunta 1 sobre interac o entre cargas eléctricas
($T_C = 70, T_E = 71$)

Pergunta	Op�o	Turma Experimental (%)	Turma de Controlo (%)
Pergunta 1 Cada uma das figuras a seguir representa duas bolas metálicas de massas iguais, em repouso, penduradas em fios. As bolas podem estar carregadas electricamente. O sinal da carga está indicado em cada uma delas. A ausência de sinal indica que a bola não está carregada. O fio pode ficar inclinado por causa do peso da bola e da força eléctrica entre as bolas. Indique a única figura que está correcta.	 a)	13	36
	 b)	0	13
	 c)	83	39
	 d)	4	12

NB: negrito, significa op o correcta

As perguntas 2 e 3, colocadas depois da demonstração das experiências, procuraram analisar o entendimento dos alunos sobre as formas de electrização dos corpos. Os resultados encontram-se sistematizados na tabela 7.

Analisando as respostas dos alunos na tabela 8, pode se ver, na pergunta 2, que, depois da demonstração das experiências, oitenta e quatro (84%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção correcta c) reconhecendo que a electrização por atrito ocorre quando se esfrega uma caneta plástica nos cabelos secos e depois ela passa a atrair pedacinhos de papel. Na turma de controlo, essa opção correcta c) foi escolhida por cinquenta e três (53%). Isso sugere que a actividade experimental contribuiu de forma significativa para compreensão desse conceito na turma experimental, que realizou a demonstração experimental.

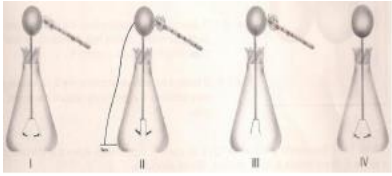
Ainda assim, verificou-se que dezasseis (16%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção c) confundindo o fenómeno com a acção de um campo eléctrico, mostrando que parte dos alunos manteve dificuldades de compreensão do conceito em análise. E para turma de controlo, vinte e sete (27%) dos alunos escolheram essa opção c).

Relativamente à pergunta 3, setenta e um (71%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção correcta b) de que o electroscópio ficou electrizado positivamente por influência, evidenciando mais uma vez que a demonstração experimental foi responsável pela compreensão da importância do uso do electroscópio. Na turma de controlo, apenas trinta e três (33%) dos alunos escolheram a mesma opção correcta da alínea b).

Entretanto, nota-se que dezanove (19%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção a), permanecendo no erro de que o electroscópio ficou electrizado negativamente. Para a turma de controlo a opção a) foi escolhida por quase a metade, quarenta e sete (47%), evidenciando uma confusão persistente entre os sinais das cargas envolvidas no processo de electrização por influência.

Tabela 7: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 2 e 3 sobre formas de electrização dos corpos

($T_C = 70, T_E = 71$)

Pergunta		Opção	Turma Experimental (%)	Turma de Controlo (%)
Pergunta 2	Quando esfregamos uma caneta plástica nos cabelos secos e ela passa a atrair pedacinhos de papel, ocorre:	a) Efeito Joule	0	9
		b) Eletrização por atrito	84	53
		c) Campo elétrico	16	27
		d) Potência elétrica	0	9
Pergunta 3	Aproximou-se de um electroscópio de folhas um corpo electrizado positivamente, tendo-se procedido como a sequência de figuras nos mostra: 	a) O electroscópio ficou electrizado negativamente por influência.	19	47
		b) O electroscópio ficou electrizado positivamente por influência.	71	33
		c) O electroscópio mantém-se no estado neutro.	10	20

NB: negrito, significa opção correcta

Depois da demonstração experimental, os alunos das duas turmas, experimental e de controle foram novamente convidados a responderem as perguntas 4, 5 e 6 cujo objectivo era o de analisar o entendimento dos alunos relativamente à lei de Ohm. A tabela 9 mostra as percentagens das respostas dos alunos relativamente a essas perguntas.

Analisando as respostas dos alunos das perguntas 4, 5 e 6 foi observado que na pergunta 4, setenta e quatro (74%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção correcta c) que diz que a lei de Ohm descreve a relação entre tensão, corrente e resistência. Os resultados aqui conseguidos com a turma experimental, expressaram uma compreensão significativa da lei de Ohm. Em relação a turma de controlo, trinta e seis (36%) escolheram a opção correcta c).

Em relação à pergunta 5, oitenta e um (81%) dos alunos da turma experimental, escolheram a opção correcta c) de que a corrente eléctrica diminui quando a resistência aumenta, mantendo constante a tensão. Na turma de controlo apenas dezanove (19%) responderam correctamente a pergunta, demonstrando ainda a prevalência das dificuldades em estabelecer a relação entre tensão e corrente eléctrica na lei de Ohm..

Dando seguimento aos resultados apresentados na tabela 9, e em relação à pergunta 6, denota-se que setenta e três (73%) dos alunos da turma experimental escolheram a expressão correcta da lei de Ohm, opção c). Na turma de controlo, cinquenta e um (51%) dos alunos respondeu de forma acertada a questão, ao terem escolhido a opção c).

Tabela 8: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 4, 5 e 6 sobre primeira Lei de Ohm
($T_C = 70, T_E = 71$)

Pergunta		Opção	Turma Experimental (%)	Turma de Controlo (%)
Pergunta 4	A Lei de Ohm descreve a relação entre quais grandezas eléctricas?	a) Tensão, potência e resistência	17	46
		b) Corrente, tempo e carga eléctrica	9	12
		c) Tensão, corrente e resistência	74	36
		d) Energia, trabalho e potência	0	8
Pergunta 5	De acordo com a Lei de Ohm, como se comporta a corrente eléctrica em um resistor ôhmico quando a resistência eléctrica aumenta, mantendo-se constante a tensão eléctrica?	a) A corrente eléctrica aumenta proporcionalmente	5	34
		b) A corrente eléctrica permanece constante.	14	23
		c) A corrente eléctrica diminui	81	19
		d) A corrente eléctrica passa a circular no sentido contrário	0	23
6	Qual das alternativas representa corretamente a expressão matemática da Lei de Ohm?	a) $U = R \cdot T$	11	27
		b) $I = R \cdot U$	10	9
		$U = I \cdot R$	73	51
		$R = \frac{t}{I}$	6	15

NB: negrito, significa opção correcta

Depois da demonstração da experiência do efeito Joule, aos alunos da turma experimental, os alunos responderam as perguntas 7 e 8, cujos resultados foram colocadas na tabela 10.

Tabela 9: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 4, 5 e 6 sobre potência eléctrica $(T_C =$ $70, T_E = 71)$

Pergunta		Opção	Turma Experimental (%)	Turma de Controlo (%)
Pergunta 7	A potência eléctrica representa:	a)A quantidade de energia armazenada por uma resistência	20	21
		b)A quantidade de calor gerada por um fio em repouso	5	23
		c)A energia eléctrica consumida ou transformada por unidade de tempo	72	47
		d)A força com que os electrões são empurrados pela fonte de tensão	3	9
Pergunta 8	A unidade de medida da potência eléctrica no S.I é:	a)Joule	18	29
		b)Ampère	8	7
		c)Ohm	7	9
		d)Watt	67	55

NB: negrito, significa opção correcta

Analisando as respostas dos alunos das perguntas 7 e 8 depois das demonstrações de experiências na tabela 10, observa-se que, na pergunta 7, setenta e dois (72%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção correcta c) de que a potência eléctrica representa a energia eléctrica consumida ou transformada por unidade de tempo, com uma diferença de vinte e cinco (25%) da turma de controlo sendo que os alunos da turma de controlo obtiveram quarenta e sete (47%) de opção correcta c).

Ainda assim, nota-se que vinte (20%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção a), confundindo ainda a potência eléctrica com a quantidade de energia armazenada, permanecendo com concepções alternativas relacionadas a interpretação desse conceito. E na turma de controlo o número da escolha dessa opção foi de vinte e um (21%).

Na pergunta 8, sessenta e sete (67%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção correcta d), na qual a unidade de potência eléctrica no sistema internacional é o Watt(W). Essa mesma opção na turma de controlo foi escolhida por uma percentagem de alunos da turma de controle em cinquenta e cinco (55%) como havia sido evidenciado no pré-teste.

Apesar da melhoria observada na turma experimental, uma percentagem considerável de dezoito (18%) dos alunos, escolheu a opção incorrecta a) indicando Joule como sendo a unidade de medida da potência eléctrica. Para a turma de controlo essa mesma opção incorrecta a), foi de vinte e nove (29%) dos alunos, confundindo a unidade de potência com unidade de energia.

Para finalizar, foram colocadas aos alunos da turma experimental e de controle as perguntas 9 e 10 com a finalidade de analisar o entendimento dos alunos sobre a lei de Joule-Lenz.

Analisando as respostas dos alunos partindo da tabela 11, observa-se que na pergunta 9, setenta e sete (77%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção correcta c) que explica o efeito Joule como a transformação de energia em calor. Na turma de controlo, apenas vinte e nove (29%) escolheram a mesma opção, mostrando dificuldades ainda em interpretar o conceito de efeito Joule. Entretanto, dezassete (17%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção b) incorrecta, em que o efeito Joule é descrito como sendo a transformação da electricidade em luz. Na turma de controlo essa opção foi escolhida por cinquenta e um (51%), evidenciando que os alunos da turma de controle que não realizaram as demonstrações experimentais, continuaram com maiores dificuldades para o entendimento do efeito Joule.

Na pergunta 10, setenta e um (71%) dos alunos da turma experimental escolheu a fórmula correcta, opção b) que descreve o efeito Joule como a quantidade de calor gerado pela passagem da corrente eléctrica em um condutor. Para a turma de controlo a percentagem de alunos que escolheram essa opção foi de cinquenta e seis (56%).

Portanto, vinte e três (23%) dos alunos da turma experimental escolheram a opção d), não consistente com o ponto de vista da Física. Para a turma de controlo essa opção errada d) foi escolhida por vinte (20%) dos alunos.

Tabela 10: Percentagens das respostas dos alunos das perguntas 9 e 10 sobre Lei de Joule-Lenz

$$(T_C = 70, T_E = 71)$$

Pergunta		Opção	Turma Experimental (%)	Turma de Controlo (%)
9	O efeito Joule explica:	a) Como a corrente gira nos fios.	2	11
		b) A transformação da electricidade em luz.	17	51
		c) A transformação da energia em calor.	77	29
		d) A criação de um campo magnético.	4	9
10	A Lei de Joule descreve a quantidade de calor gerado pela passagem da corrente eléctrica em um condutor. Qual é a expressão matemática correcta que representa essa lei?	a) $Q = U \cdot I \cdot t$	6	9
		b) $Q = I^2 \cdot R \cdot t$	71	56
		c) $Q = \frac{V^2}{R} \cdot t$	0	15
		d) $Q = R \cdot t^2 \cdot I$	23	20

NB: negrito, significa opção correcta

4.2.2. Entrevistas a alguns alunos sobre formas de Electrização dos corpos, Lei de Ohm e Lei de Joule-Lenz depois da demonstração das experiências.

Os alunos Luís (A1), Glória (A2) e Elisa (A3) entrevistados depois das demonstrações de experiências apresentaram maior progresso na compreensão dos conceitos de electrização dos corpos, lei de Ohm e Efeito Joule, conforme ficou registado nos extractos seguintes das entrevistas.

P: Quando é que se diz que um objecto/ corpo está electrizado?

A1: Professora, um objecto quando está electrizado...ele pode ganhar assim como perder os electrões.

A2: bom...um corpo que está electrizado pode atrair ou repelir outros corpos, porque está electrizado.

P: Para que serve o pêndulo electrostático, ou qual é a sua função?

A3: O pêndulo electrostatico serve para dizer se um corpo está electrizado... porque quando aproximamos o canudo electrizado na bola do aluminio ele se mexia mostrando que tinha carga.

P: O que acontece com a corrente eléctrica quando aumentamos a resistência?

A1:...quando aumentamos a resistencia, a corrente fica menor. Vimos isso quando trocamos as resistencias, o Led ficou com brilho menor.

A2: a resistencia faz a corrente ficar mais fraca, durante a experiência quando aumentavamos o valor da resistência o Led ficava com menos brilho.

A3: aprendi que a corrente diminui quando aumentamos o valor da resistência eléctrica.

P: Efeito Joule?

A1: aprendemos que o efeito joule é quando...a energia eléctrica vira calor, e vimos isso na experiência que usamos pilhas e palha de aço.

A2: bom, a fórmula $Q = I^2 \cdot R \cdot t$, ela descreve o efeito joule, o expoente representa o dobro e quer dizer que se a corrente for maior, o fio pode aquecer.

P: Por quê o fio aquece?

A3: o fio aquece porque a energia eléctrica se transforma em calor e isso chama-se efeito Joule.

Os alunos (A1) e (A2), responderam de forma correcta a primeira pergunta indicando que um corpo está electrizado quando há ganho ou perda de electrões, deixando de ser neutro. E a terceira aluna (A3), respondeu correcto identificando a função do pêndulo electrostático que detecta se um corpo está electrizado, baseando-se na observação da experiência realizada.

Em relação a pergunta 2, depois da demonstração das experiências todos responderam de forma correcta que quando a resistência aumenta a corrente diminui, o primeiro aluno (A1) explicou baseando na experiência prática do LED, a segunda aluna (A2) também reforçou com o brilho menor do LED e a terceira aluna A3, respondeu correctamente de forma teórica.

Em relação a pergunta 3 sobre o efeito Joule, o aluno (A1) explicou a transformação de energia em calor e baseou-se na experiência prática vista na sala de aula. A segunda aluna (A2) também respondeu correcto mostrando progresso usando a fórmula. A terceira aluna (A3)

respondeu de forma correcta que o fio aquece porque a energia eléctrica se transforma em calor e isso chama-se efeito Joule.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

O quinto e último capítulo da pesquisa foi dedicado à apresentação das conclusões, limitações e recomendações, tendo em considerações os objectivos específicos da pesquisa.

5.1. Conclusões sobre o primeiro objectivo específico

A pesquisa teve como primeiro objectivo específico identificar as principais dificuldades de alunos no ensino e aprendizagem dos conceitos de electricidade em escolas sem laboratórios. Foi possível identificar as dificuldades que os alunos enfrentam durante as aulas sem o uso de experiências, entre as mais evidentes destacam-se a confusão entre as diferentes formas de electrização, os erros na interpretação e aplicação correcta da Lei de Ohm, bem como a dificuldade em distinguir entre energia, potência e calor no estudo do conceito do efeito Joule-Lenz. Estas dificuldades confirmam a necessidade do uso de experiências com material de fácil acesso, para minimizar tais dificuldades.

Para identificar essas dificuldades, foi utilizado um questionário estruturado, aplicado aos alunos, que permitiu recolher informações acerca dos conceitos de electricidade que apresentavam maior dificuldade na compreensão.

5.2. Conclusões sobre o segundo objectivo específico

A pesquisa teve como segundo objectivo específico explorar estratégias alternativas, com recurso a materiais de fácil acesso, que permitam viabilizar o ensino destes conceitos em contextos sem laboratórios.

As estratégias alternativas que foram aplicadas consistiram na inclusão de demonstrações experimentais, durante o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos pesquisados. Trata-se de experiências caseiras, as quais demonstraram ser eficazes na aproximação dos alunos aos conceitos estudados, tornando os conceitos em estudo mais compreensíveis.

A utilização de objectos simples e de fácil acesso, revelou-se não apenas viável, mas também pedagógica. Essas estratégias permitiram aos alunos visualizar processos físicos de forma prática, despertando o interesse pela disciplina.

5.3. Conclusões sobre o terceiro objectivo específico

A pesquisa teve como terceiro objectivo propor experiências didáticas com materiais simples e acessíveis para o ensino e aprendizagem de alguns conceitos de electricidade. Em resposta a este objectivo foram propostas e aplicadas três (3) experiências demonstrativas que se revelaram pertinentes tanto pela simplicidade da sua execução como pelo impacto na aprendizagem. A análise dos resultados do pré e pós-testes, bem como das entrevistas realizadas, evidenciou melhorias significativas na turma experimental, diferente da turma de controlo, confirmando que a prática experimental, mesmo com recursos alternativos, desempenha um papel fundamental na aprendizagem dos conceitos de electricidade.

A pesquisa demonstrou que o uso de materiais de fácil acesso, aliados a metodologias activas, constitui uma alternativa eficaz para suprir a falta de laboratórios nas escolas. As experiências realizadas com o uso de materiais de fácil acesso, como pendulo electrostático, verificação da Lei de Ohm com LED e a observação do efeito Joule, mostraram-se adequadas para tornar os fenómenos mais visíveis e compreensíveis, aproximando a teoria da prática e favorecendo a compreensão dos conceitos.

5.4. Conclusões gerais

A pesquisa teve como objectivo geral analisar os desafios no ensino de alguns conceitos de electricidade em escolas sem laboratórios, tomando como referência os temas da eletrização dos corpos, Lei de Ohm, potência eléctrica e efeito Joule.

Os resultados obtidos permitiram verificar que a ausência de laboratórios limita de forma significativa a compreensão destes conteúdos, conduzindo a dificuldades conceituais persistentes quando o ensino se restringe apenas à abordagem teórica.

Contudo, conclui-se que, embora a falta de laboratórios seja um desafio significativo, o ensino de electricidade pode ser enriquecido através da criatividade docente e do aproveitamento de recursos. Essas estratégias revelaram-se não apenas viáveis, mas também eficazes, permitindo a superação de algumas limitações e favorecendo uma aprendizagem significativa.

É importante reconhecer que nem sempre os resultados obtidos são positivos, pois a realização de experiências, por si só, não garante melhorias na aprendizagem.

5.5. Limitações e Recomendações

A presente pesquisa limitou-se a um número específico de turmas, o que restringe a generalização dos resultados para outros contextos escolares. Além disso, a pesquisa incidiu apenas sobre alguns conceitos de electricidade, previamente seleccionados de acordo com a natureza da pesquisa.

O tempo foi limitante para o ensino e aprendizagem dos conceitos seleccionados, não permitindo que as demonstrações das experiências com material de fácil acesso, fossem replicadas, pelo facto de que cada aula tinha uma duração de apenas 45 minutos.

Recomenda-se que os professores no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos da electricidade submetam os alunos as aulas práticas de demonstração experimental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves , R.A ;Araújo, G.R. de; Lima Dutra, J. de.; Mendes, T.A. (2019), Leis de Ohm, revista academia.edu. Disponível em:

<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60795464/Artigo20191004-80881-6s0c0zlibre.pdf?1570190021=&response-content>

Avelar, A.M.F. de ; Nascimento, M. C. Do; Avelar, A.M.F. de; Pereira, M. de.F. do.; Silva, L.

da.(2018). O Uso da Experimentação como Metodologia Facilitadora do processo de Ensino e Aprendizagem, disponível vem:

https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_SA16_ID5881_17092018192356.pdf

Bambo, V. A.; Chilambo, E. E.; Jaime, C. A.; Jose, P. J.; Jossias, C. J.; Macave, F. P.;

Kotchkareva, M. Y.; Matavele, A. A.; Matsinhe, A. L.; Melembe, S. D.; Mote, A. V.; Muiumbo, R. L.; Mundlovo, J. D.; Ngive, Z. J.; Nhaguilunguane, G.; Sacate, A. R.; Siteo, C. A.; Timóteo, D. J. & Vilanculo, E. G.(2024). *Aplicação do teste de Kolb na análise dos estilos de aprendizagem em estudantes de um curso de Licenciatura em Ensino da Física*. Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Ciências, Departamento de Física, Moçambique.

Benfíca, K. F. G., & Prates, K. H. G. (2020). As contribuições do uso de experimentos no ensino

aprendizado da física/ The contributions of the use of experiments in teaching - learning physics. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 33686–33703. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-066>

Caetano, T. C.; Moreira C. C.; Oliveira, I. D .de. (2022).*Desenvolvimento de um experimento*

didático operável remotamente para o ensino de termometria: um método para a determinação do coeficiente de dilatação linear do cobre baseado em efeito Joule. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, e20220125,. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/66zsy5b95fFMCJQTz3Z7Ykp/?format=html#>

Campos, B. D. (2017). *Utilização de simulações computacionais no ensino de Física, na área da*

Termologia. Tese de Mestrado em Ensino de Física, Universidade Federal de Alfenas-MG, Alfenas. <https://bdtd.unifalmg.edu.br:8443/bitstream/tede/1017/5/Disserta%20c3%a7%20c3%a3o%20Bruno%20de%20Oliveira%20Campos.pdf>

Cervo, A. L.; Bervian, P. A.; Da Silva, R. (2007). *Metodologia Científica*. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

Cima, R.C; Rocha Filho, J.B. da; Ferraro, J.L.S e Lahm,R.A. (2017). *Redução do interesse pela Física na transição do ensino fundamental para o ensino médio: Aperspectiva da supervisão escolar sobre o desempenho dos professores*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 16, Nº 2, 385-409, Disponível em:

https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11802/2/Reducao_do_interesse_pela_fisica_na_transicao_do_ensino_fundamental_para_o_ensino_medio_A_perspectiva_da_supervisao.pdf

Censi, A.; Costas, F. A. T. (2003). *Dificuldades de aprendizagem: reflexões a partir da teoria histórico-cultural*. Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGE da UFSM.

Ferreira, M. (2013). *Potência elétrica e efeito de Joule*, *Rev. Ciência Elem.*, V1(01):017.

doi.org/10.24927/rce2013.017

Fonseca, J. J. S. (2002). *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC. Apostila.

Halliday, D. & Resnick, R. (2016). *Fundamentos de física, : eletromagnetismo*; Volume 3. 10. ed. - Rio de Janeiro : LTC.

Hoffann, J. L.(2017). *O panorama de uso da experimentação no Ensino da Física em municípios da região Oeste do Paraná: uma análise dos desafios e das possibilidades*. 198 f. Dissertação(Mestrado em Educação). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. Disponível em:

<http://tede.unioeste.br/handle/tede/3414>

Gil, A. C. (2007). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas.

Kauark, F. S.; Silva, V. A. (2008). Dificuldades de aprendizagem nas séries iniciais do ensino fundamental e ações psico & pedagógicas. *Rev. psicopedag.* vol.25 no.78 São Paulo 2008.

Luchese, T. C.; Mergen, A.; Andrighetto, R.(2020). *O pêndulo simples como mediador de conceitos e métodos no ensino de Física*. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 1,p.4891-4908 jan.

Machado, K. (2000). *Teoria do Eletromagnetismo*. 1. ed. Ponta Grossa:UEPG

- Marconi, M.A e Lakatos, E.M. (2003). Fundamentos de Metodologia Científica. 5.ª Ed., Atlas:
São Paulo
- Marconi, M. de A e Lakatos, E. M.(2011). *Técnicas de Pesquisa* . 7 ed. São Paulo: Atlas S.A.
- Melo Junior, E.B de; Silva, M.C. (2017). Ensino dos processos de eletrização no 3º do Ano do
Ensino Médio usando as teorias cognitivas de Vygotsky e de Ausubel Aliadas as
Actividades, (UFAC), disponível:
<https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1327>
- Menezes, J.P.de.(2008).*Física 10 classe*, Maputo (Moçambique) : Editora: Texto Editores,
Lda.
- Moçambique, I. . (2010). *Física, Programa da 11ª Classe*. Moçambique: ©INDE/MINED
Moçambique.
- Moçambique, I. . (2010). *Física, Programa da 8ª Classe*. Moçambique: ©INDE/MINED –
Moçambique.
- Moraes, I.P; Alves, R; de Novais, E.R.P.(2019). *Experimento para visualização das linhas de*
Campo elétrico, Disponivem em:
<https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/4843/2194>
- Moreira, M.A & Masini, E.F.S. (2008). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e*
lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo
- Moreira, M.A & Masini, E.F.S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*.
2 ed. São Paulo: Centauro
- Morreira, M.A.(2021). *Desafios no ensino da física*. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.
43, suppl. 1, e20200451,. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/?format=pdf&lang=pt>.
- Nascimento, R. R.; Andrade, V. L. V. X.; Regnier, J. (2016). Principais dificuldades e obstáculos
para aprendizagem do conceito de energia. Abordagem exploratória de publicações em
ensino de ciências e tratamento no quadro da análise estatística implicativa. *Caderno de*
Física da UEFS 14 (02): 2101.1-11, 2016.

- Nascimento, V. L. do.; Perreira, M. das G. de O.(2022).*As atividades práticas como meio solidificador de aprendizagem: Uma aula sobre eletrização de corpos*,Disponível em: <https://revistas.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/371/396>
- Paiva, F. G. A., & Teixeira, R. R. P. (2023). Estudo Experimental das Relações entre Resistência, Tensão, Corrente e Potência: *Caderno De Física Da UEFS*, 21(02), 2402.1–19. <https://doi.org/10.13102/cad.fs.uefs.v21i02.10370>
- Pimentel, A. (2019). *A teoria da aprendizagem experiencial como alicerce de estudos sobre desenvolvimento profissional*. Estudos de Psicologia, v. 12, n. 2, p. 159–168, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-294x2007000200008>.
- Sacate ,A.R.; Mutimucuío, I.V.; Kotchkareva, M.(2023). Uma exploração da contribuição de algumas estratégias para promover o desenvolvimento conceptual no domínio da electricidade. ISU Research, v.1.Maputo
- Santana dos Santos, A.C.(2015). *Eletricidade e Magnetismo I*. ed. UAB/UECE.
- Santos, F. Q. dos. (2017). *Roteiro para a condução das aulas destacando o Uso de Filosofia e História da Ciência no Ensino das 1ª e 2ª Leis de Ohm*. 57 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal Fluminense / Sociedade Brasileira de Física, Volta Redonda, RJ, 2017. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4695/produto%20MNPEF%20-%20Fabiano%20-%20professor.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Santos, T. F. dos. (2018). *A utilização da experimentação no ensino de física: metodologia facilitadora para o aprendizado*. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Física, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína. <http://hdl.handle.net/11612/4588>
- Séré, M.G.; Coelho, S. M. & Nunes, A. D. (2003). *O papel da experimentação no ensino da Física*. Caderno Brasileiro De Ensino De Física, 20(1), 30–42. Recuperado de: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6560>
- Silva, R.B. (2022). *Propostas das actividades Experimentais Acerca da Electrizacao dos Corpos, Potencial electrico e da lei de Gauss da Electrostatica*, Disponível em:

<https://releia.ifsertaope.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1038/1/TCC%20%20PROPOSTAS%20DE%20ATIVIDADES%20EXPERIMENTAIS%20ACERCA%20DA%20ELETRIZA%C3%87%C3%83O%20DOS%20CORPOS%2C%20DO%20POTENCIAL%20EL%C3%89TRICO%20E%20DA%20LEI%20DE%20GAUSS%20DA%20ELETROST%C3%81TICA.pdf>

Silva, M.A. (2015). Física – estratégias de ensino-aprendizagem. Brasil escola, 2015.

Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/fisica.htm>

Silva, P.O; Krajewski, L.L; Lopes, H.S, Nascimento, D.O. *Os desafios no ensino e aprendizagem*

da física no ensino médio. Rev Cient Fac Educ e Meio Ambiente [Internet]. 2018;9(2):829-834. Disponível em: <https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/593/665>

Talim, S. L. (1999). Dificuldades de aprendizagem na terceira lei de Newton. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v. 16, n. 2: p. 141-153, ago. 1999.

Vasconcelos, R.D.B. (2024). *Ensino da primeira Lei de Ohm: fazendo uma analogia com o uso*

da sifonação. 48 f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Física) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/78379>

Vilanculo, J. A.; Mutimucuo, I. V.; Silva, C. S. (2020). Avaliação da influência das concepções alternativas no ensino e aprendizagem da física: um estudo de caso em Moçambique. *Revista REAMEC*, Cuiabá (MT), v. 8, n. 3, p. 515-532, setembro-dezembro, 2020.

APÊNDICE

Apêndice 1: Sequência Didáctica (SD)

Disciplina: Física

Nome da Autora: Artélia Matsinhe

Conteúdo: Conceitos de Electricidade

Público – alvo: a proposta desta sequência tem como público-alvo os alunos da 10ª classe do 1º ciclo do Ensino Secundário Geral, mas também pode ser aplicada nos alunos do 2º ciclo do Ensino Secundário Geral, com o intuito de despertar o interesse e a curiosidade pela Física.

Descrição da SD: A proposta é estruturada, partindo da abordagem dos conceitos e experiências. Dessa forma, abordando os principais Conceitos de Electricidade presentes no dia a dia dos alunos, possibilitando a aprendizagem mesmo em escolas sem laboratórios.

As actividades experimentais foram realizadas de uma forma efectiva usando os guiões, com grupos de 7 elementos.

Duração da SD: Para ensinar os Conceitos de Electricidade usando material de fácil acesso são necessárias 5 aulas, cada aula com duração de 45 minutos.

Material necessário: O material necessário e os procedimentos foram descritos nos guiões para cada experiência.

Aula 1

Tempo: 45 minutos

Tema: Realização do questionário pré – teste, com a duração de 45 minutos

Aula 2

Tempo : 45 Minutos

Tema: Interação entre cargas eléctricas- Pêndulo electrostático

Introdução: Esta aula, tem a finalidade de explicar os conceitos de electrização dos corpos (atrito, contacto e indução). A professora inicia com exemplos do dia a dia, como, o uso do pente no cabelo ou o balão que gruda na parede, para despertar o interesse do aluno.

Desenvolvimento: A professora explica brevemente as formas de electrização e apresenta o pêndulo electrostático construído com material simples. Os alunos, divididos em grupos de sete, realizam o experimento seguindo os procedimentos do guião.

Conclusão: Os grupos confirmam que cargas de sinais diferentes se atraem, e cargas de mesmo sinal se repelem, corpos podem ser eletrizados por atrito, contacto e indução. E respondem as questões do guião.

Aula 3

Tempo : 45 minutos

Tema: Lei de Ohm-Relação entre tensão, corrente e resistência.

Introdução: Esta aula, tem o objectivo de explicar o conceito da Lei de Ohm, que estabelece a relação entre a diferença de potencial(tensão), a corrente eléctrica e a resistência, através da experiência do brilho do LED.

Desenvolvimento: A professora explica brevemente a Lei de Ohm e a fórmula $U=R.I$. Em seguida, apresenta o material. Os alunos divididos em grupo de sete elementos montam o circuito, seguindo os procedimentos do guião.

Conclusão: Os grupos discutem e verificam que, ao aumentar a resistência, o brilho do LED diminui, evidenciando a redução da corrente e respondem as questões propostas no guião.

Aula 4

Tempo : 45 minutos

Tema: Lei de Joule-Lenz

Introdução: Nesta aula aborda-se o conceito da Lei de Joule-Lenz, usando a experiência de palha de aço com pilhas.

Desenvolvimento: A professora introduz a aula, onde demonstra e discute o conceito de potência eléctrica e da Lei de Joule, e em seguida a prática experimental realizada pelos alunos, em grupo de sete elementos, seguindo as orientações do guião.

Conclusão: Em grupo os alunos respondem o questionário presente no guião, conforme o que foi observado durante a experiência.

Aula 1

Tempo : 45 minutos

Tema: Realização do questionário pós – teste, com a duração de 45 minutos.

Apêndice 2: Pêndulo Electrostático

Objectivo:

- Observar e explicar fenómenos de electrização por fricção, indução e contacto, identificando atração e repulsão entre corpos carregados.

Material necessário

- 1 suporte (pedaço de madeira)
- 1 copo plástico
- 2 canudos (1 para electrizar, 1 como suporte)
- Papel de alumínio
- 1 guardanapo (ou papel toalha)
- Linha de costura
- Tesoura ou faca

Procedimentos

1. Faça dois furos em “X” nas laterais do copo. Dobre uma extremidade de um canudo a 90° e encaixe-o no copo para formar uma haste.
2. Faça uma pequena bolinha de papel de alumínio (massa reduzida). Amarre-a à linha e prenda a linha na extremidade da haste (canudo) para que fique suspensa e livre para oscilar.
3. Friccione vigorosamente o outro canudo com o guardanapo por 30 s.
4. Observar por indução: Aproxime lentamente o canudo electrizado da bolinha sem tocar e observe a atração.
5. Observar por contacto: Toque levemente na bolinha e afaste, agora ambos têm cargas do mesmo sinal e observe a repulsão.
6. Repita usando um canudo não electrizado e compare o comportamento.



Questões de reflexão

1. Qual o fenômeno que foi observado durante o experimento?

2. Você conseguiu observar algum processo de eletrização presente no experimento?

Qual? Explique.

3. Você já conseguiu observar esse fenômeno em alguma situação do seu cotidiano, se sim, qual?

4. O que mais chamou a sua atenção quando casou a prática com a teoria?

5. Qual seria a explicação adequada para ressaltarmos que todos os corpos mesmo possuindo cargas eletrostáticas estão eletricamente neutros?

Apêndice 3: Primeira Lei de Ohm ($V = R \cdot I$)

Objectivo

- Verificar, com tensão constante, como a variação da resistência afecta a corrente eléctrica, usando o brilho de um LED.

Material necessário

- Suporte para 2 pilhas de 1,5 V (total ≈ 3 V)
- 1 LED (vermelho de preferência)
- 3 resistores (ex.: 100 Ω , 220 Ω e 470 Ω)
- Fios eléctricos desencapados
- Fita isolante ou cola quente

Procedimentos

1. Ligue o polo positivo das pilhas a um terminal do resistência
2. Ligue o outro terminal da resistência ao ânodo do LED (perna mais longa).
3. Ligue o cátodo do LED ao polo negativo das pilhas. Garanta boas conexões com fita/cola.
4. Teste com R menor. Feche o circuito com a resistência de menor valor (ex.: 100 Ω) e observe o brilho.
5. Substitua pela resistência de 220 Ω e depois 470 Ω , comparando o brilho do LED.
6. Registe que, mantendo $V \approx 3$ V constante, o aumento de R reduz I e o brilho do LED.



Apêndice 4: Lei de Joule-Lenz

Objectivo

- Demonstrar o efeito térmico da corrente (Lei de Joule-Lenz), evidenciando que o calor gerado depende da corrente, da resistência e do tempo de condução.

Material necessário

- 1 pequeno pedaço de palha de aço
- 1 pilha de 9 V (ou duas pilhas AA em série, se necessário)
- 2 fios com pontas desencapadas (de preferência com “jacarés”)
- Base de papelão ou madeira (opcional)
- Luvas de protecção (recomendado)

Procedimentos

1. Coloque a palha de aço sobre uma superfície resistente ao calor e ventilada.
2. Prenda uma extremidade da palha a um fio e a outra extremidade a outro fio. Ligue as outras pontas dos fios aos polos positivo e negativo da pilha de 9 V.
3. Note o aquecimento rápido, brilho e eventual combustão da palha de aço (efeito térmico).
4. Após observar o efeito, desligue imediatamente um dos terminais para interromper a passagem de corrente.
5. Não reutilize a palha de aço queimada.



Notas de segurança: realize em local ventilado; aqueça por poucos segundos; use luvas/pinças; mantenha materiais inflamáveis afastados.

Questões de Reflexão

1. O que aconteceu com a palha de aço quando conectamos à pilha? Por que isso ocorreu?
2. A palha de aço brilhou ou queimou? O que isso indica sobre a corrente elétrica que passou por ela? Discute a intensidade da corrente e a resistência do material.
3. Se utilizássemos um fio mais grosso ou com menor resistência, o resultado seria o mesmo? Por quê? Explora a relação entre resistência elétrica e geração de calor.
4. Como o tempo de passagem da corrente influencia a quantidade de calor gerado? Relaciona com o tempo presente na fórmula $Q = R \cdot I^2 \cdot t$.

Apêndice 5: Credencial



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
CIDADE DE MAPUTO

CONSELHO DOS SERVIÇOS DE REPRESENTAÇÃO DO ESTADO
SERVIÇO DE ASSUNTOS SOCIAIS

Direcção Distrital de Educação e Cultura do Distrito Municipal ka Mavota
BAIRRO LAULANE - RUA 4436 - Nº 820 - Q. 30 - Cel. 879110022- NUIT 500003804 - MAPUTO

Credencial

A Direcção de Educação e Cultura do Distrito Municipal KaMavota, credencia a **Sr^a. Artélia Luís Matsinhe**, estudante do Curso de Licenciatura em Física – Ramo Educacional, na Faculdade de Ciências – Universidade Eduardo Mondlane, a realizar o seu Trabalho de colecta de dados junto aos alunos por meio de questionários e observação, com o Tema: **Desafios do Ensino dos Conceitos de Electricidade em Escolas sem Laboratório** na Escola Secundária do Albasine.

De salientar, que as referidas actividades devem ser realizadas em coordenação com a direcção da Escola, sem prejudicar o decurso normal das actividades e do processo de ensino aprendizagem.

E por ser verdade, passou-se a presente credencial que vai assinada e autenticada com carimbo a óleo, em uso nesta Direcção.

Sem mais assunto de momento subscrevemo-nos com elevada estima e consideração.

“Por uma Educação Inclusiva, Patriótica e de Qualidade”

Maputo, 28 de Maio 2025

A Directora Distrital

Coleta Simango

dra. Coleta Simango
(Docente N1)