



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

Faculdade de Ciências

Departamento de Física

Curso de Física: Ramo Educacional

**Diagnóstico das Dificuldades de Aprendizagem do Conceito da
Corrente Eléctrica Contínua em Circuitos Eléctricos Simples**

Autora: Arménia Adolfo Machava

Maputo, Setembro de 2025



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

Faculdade de Ciências

Departamento de Física

Curso de Física: Ramo Educacional

**Diagnóstico das Dificuldades de Aprendizagem do Conceito da
Corrente Eléctrica Contínua em Circuitos Eléctricos Simples**

Autora: Arménia Adolfo Machava

Supervisor: Prof. Dr. Adriano Sacate

Maputo, Setembro de 2025

Declaração de honra

Declaro por minha honra que este trabalho de licenciatura nunca foi apresentado, na sua versão essencial, para a obtenção de qualquer grau, e que ele constitui o resultado da minha investigação pessoal, estando no texto e na referência bibliográfica as fontes utilizadas.

A Candidata

(Arménia Adolfo Machava)

Maputo, Setembro de 2025

Dedicatória

Dedico esta pesquisa, com todo o meu amor e respeito, à senhora minha mãe, Alda Machava. Uma mulher de coragem, que mesmo com as dificuldades da vida, nunca deixou de acreditar em mim. Vende badjias com humildade e dignidade, e mesmo quando não se sabia de onde vinha, sempre arranjava forma de me dar dinheiro para o transporte e outras necessidades. Ela, que só frequentou a escola até à quarta classe, sempre teve uma sabedoria imensa e uma fé inabalável nos meus sonhos. Esta conquista é também dela, porque sem o seu esforço, o seu sacrifício silencioso e o seu coração lindo, eu não teria chegado até aqui. Dedico a ela, não só como forma de gratidão, mas também como tentativa (mesmo sabendo que nada pagaria) de retribuir o amor que ela sempre me mostrou. Tudo o que sou e tudo o que conquistei, devo a ti, senhora minha mãe.

Agradecimentos

A minha eterna gratidão à minha família, em especial à minha mãe, Alda Machava e às minhas irmãs, Celeste Machava, Justina Machava, Esmerina Machava e Stela Machava que compreenderam a minha ausência quando as exigências da Faculdade apertavam. Não mediram esforços para me apoiar. Tudo o que fiz, foi também por elas, com amor e gratidão.

Agradeço a Jeová Deus, autor e sustentador da vida. Pela força que me concedeu nos momentos em que pensei em desistir, pela saúde e pelas vitórias alcançadas ao longo deste percurso. Agradeço também por aquelas conversas silenciosas, os desabafos e pedidos que só Ele ouviu e entendeu, e mesmo assim me sustentou.

Ao meu cunhado, Carlos Miambo e aos meus sobrinhos, Gustavo Miambo, Marilly Miambo, Charles Miambo, e Esménia Machava, que mesmo as vezes, sem terem plena consciência, me deram força.

Ao supervisor, Prof. Dr. Adriano Sacate, que foi como um pai presente que eu não tive. Pela atenção, paciência e dedicação em cada etapa deste trabalho, mesmo com os compromissos na sua vida profissional e pessoal. Ainda assim, nunca deixou de me acompanhar com responsabilidade, fazendo as revisões com muita rapidez e cuidado, o que demonstrava não só a sua competência, mas também o seu compromisso com a minha formação. A sua orientação foi essencial para que esta pesquisa tomasse forma e se concretizasse.

Aos meus amigos, Isaura Madeira, Natália Intego, Edno Calisto, e Daniel Alexandre, pelos momentos de descontração, pelas conversas sinceras e pelo apoio verdadeiro. Um agradecimento especial ao Hermínio Conjo, que nesta fase final da pesquisa esteve ao meu lado com apoio moral e, quando necessário, também financeiro.

Aos meus colegas de curso, em especial, Cloves Magaia, Jocelino Nhabetse, Adjira Geraldo, Dole Biza, Mussa Abdala, Amilton Docole, Ezequias Miocha, e Abel Cossa, com quem estudei em muitas madrugadas antes dos testes. Foram inúmeros os momentos de partilha, companheirismo e superação, que levarei comigo para sempre.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos que, de forma directa ou indirecta, contribuíram para a realização desta pesquisa. Aos docentes do Departamento, pelas aulas, conselhos e orientações ao longo do curso. A cada pessoa que, com um gesto, palavra ou atitude, me ajudou a chegar até aqui.

Resumo

Esta pesquisa tem como objectivo pesquisar as dificuldades de aprendizagem do conceito da corrente eléctrica contínua em circuitos eléctricos simples, uma temática relevante no contexto da Educação em Física. A pesquisa foi realizada com alunos da 10ª classe da Escola Secundária de Magoanine C, localizada em Maputo, e utilizou uma abordagem mista, isto é, quantitativa e qualitativa, com aplicação de questionários e entrevistas antes e depois da intervenção didáctica. A intervenção consistiu em uma experiência prática com materiais de fácil acesso, envolvendo a montagem de circuitos eléctricos em série, paralelo e misto. Os dados obtidos demonstraram avanços relevantes na compreensão do conceito após a intervenção. Depois da realização experimental, os alunos conseguiram reformular suas ideias iniciais e passaram a apresentar justificativas mais alinhadas com o modelo científico, elevando a percentagem de acertos de 28% no pré-teste para 51% no pós-teste. A triangulação dos dados confirmou que actividades práticas, quando bem conduzidas, ajudam na superação de concepções alternativas e na consolidação do conhecimento. Conclui-se que o uso de experimentos simples e acessíveis é uma estratégia eficaz para melhorar o ensino de conceitos fundamentais da Física, tornando a aprendizagem mais concreta, activa e contextualizada.

Palavras-chave: Corrente eléctrica, Dificuldade de aprendizagem, Concepções alternativas.

Abstract

This research aims to investigate the learning difficulties related to the concept of direct electric current in simple electrical circuits, a relevant theme in the context of Physics Education. The study was carried out with 10th grade students from Magoanine C Secondary School, located in Maputo, and adopted a mixed approach, that is, both quantitative and qualitative, through the use of questionnaires and interviews conducted before and after the didactic intervention. The intervention consisted of a practical experiment using easily accessible materials, involving the assembly of series, parallel, and mixed electrical circuits. The data obtained demonstrated significant progress in the understanding of the concept after the intervention. Following the experimental activity, students were able to reformulate their initial ideas and began to provide justifications more consistent with the scientific model, increasing the percentage of correct answers from 28% in the pre-test to 51% in the post-test. Data triangulation confirmed that practical activities, when well conducted, help in overcoming alternative conceptions and consolidating knowledge. It is concluded that the use of simple and accessible experiments is an effective strategy to improve the teaching of fundamental concepts in Physics, making learning more concrete, active, and contextualized.

Keywords: Electric_current, Learning_difficulty, Alternative_conceptions.

Lista de figuras

Figura 1: Corrente eléctrica em um condutor metálico.....	11
Figura 2: Corrente eléctrica em um condutor líquido.....	12
Figura 3.1: Modelo unipolar da corrente eléctrica.....	13
Figura 3.2: Modelo de choque de corrente	13
Figura 3.3: Modelo de atenuação.....	14
Figura 3.4: Modelo científico.....	14
Figura 4: Circuito em série.....	23
Figura 5: Circuito em paralelo	23
Figura 6: Circuito misto	23

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resumo das principais concepções alternativas e dificuldades conceptuais do conceito da corrente eléctrica.....	9
Tabela 2: : Dados colectados nos testes.....	25
Tabela3: Resumo das dificuldades conceptuais e concepções alternativas sobre o conceito da corrente eléctrica.....	38

Índice

Declaração de honra	i
Dedicatória	ii
Agradecimentos	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Lista de figuras	vi
Lista de Tabelas	vi
Capítulo I: Introdução e objectivos.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Problematização.....	1
1.3 Justificativa.....	2
1.4 Objectivos da Pesquisa	3
1.4.1 Objectivo geral.....	3
1.4.2 Objectivos específicos	3
1.5 Estruturado trabalho	3
Capítulo II. Revisão da literatura	5
2.1 Dificuldades de aprendizagem da disciplina de Física	5
2.2 Actividade experimental e a aprendizagem significativa no contexto de electricidade.....	6
2.3 Concepções alternativas	7
2.4 Principais concepções alternativas sobre a corrente eléctrica	8
2.4.1 Esquemas usados para explorar as concepções alternativas dos alunos.....	9
2.5 Exemplos de Circuitos usados para explorar as concepções alternativas da corrente eléctrica.	11
Capítulo III. Material e métodos.....	16

3.3 Instrumentos de Colecta de Dados	20
3.4 População e Amostra:.....	21
3.5 Característica da Escola.....	22
3.6 Procedimentos de colecta de dados	22
3.7 Procedimento Experimental.....	23
3.7.1 Etapas do Procedimento:	24
Capítulo IV: Resultados e Discussão.....	24
4.1 Análise dos Resultados do Pré-teste	25
4.2 Análise dos Resultados do Pós-teste.....	31
Capítulo V. Considerações finais e conclusão.....	38
5.1 Considerações sobre o objectivo específico 1	38
5.2 Considerações sobre o objectivo específico 2	39
5.3 Considerações sobre o objectivo específico 3	39
5.4 Conclusões	40
5.5 Limitações da Pesquisa.....	41
Referências Bibliográficas	42
ANEXOS	45

Capítulo I: Introdução e objectivos

O primeiro capítulo de introdução e objectivos foi dedicado à apresentação da problematização da pesquisa, justificativa e objectivos que permitiram guiar a presente pesquisa.

1.1 Introdução

O conceito da corrente eléctrica é uma parte fundamental da Física. De acordo com Sacate, Mutimucio, & Kotchkareva (2023) tem sido preocupação de muitos educadores, o facto dos alunos estarem demonstrando dificuldades na compreensão de conceitos básicos na electricidade e uma das razões são as concepções alternativas que cada um traz para sala de aula.

Em uma sala de aula, encontra-se pessoas diferentes, de diferentes criações e cultura. Por conta disso, mesmo com uma mesma abordagem instrucional pode-se observar alunos com diferentes interpretações para um mesmo fenómeno. Isso ocorre porque as pessoas interiorizam suas experiências de forma particular e constroem suas próprias ideias e significados sobre o mundo que os cercam (Sacate, et al. 2023; Saputro, et al. 2018; Coelho, 2007; Küçüközer & Kocakulah, 2007).

Esta pesquisa explorou como o uso de materiais de fácil acesso pode ser uma ferramenta eficaz para construir uma compreensão sólida da intensidade da corrente eléctrica, incentivando a experimentação prática e promovendo a conexão entre a teoria e a aplicação prática.

1.2 Problematização

De acordo com Santos & Dickman (2019) o ensino de Física no Ensino Básico, por via de regra, se resume à apresentação de conteúdos pelo professor e resolução de exercícios, em geral, sem a realização de práticas em laboratório ou o uso de tecnologias no ensino. Esse facto contribui para deixar a Física desestimulante e sem sentido para os alunos, levando à altos índices de reprovação, tanto no ensino médio como no ensino superior.

Araujo, Veit, & Paqualeto (2017) partilha a mesma opinião com os autores citados acima, ele afirma que se encontra, com frequência, cursos de Física baseados em aulas expositivas e na resolução de exercícios padronizados. Por diversas razões: tempo, infraestrutura, e deficiências na formação de seus professores, deixam de lado a realização de experimentos. Apesar de possuir carácter experimental, a Física, nas escolas, ainda é ministrada com enfoque fortemente teórico.

Apesar da importância da corrente eléctrica, muitos alunos enfrentam dificuldades para entender esse conceito.

Cada vez mais torna-se necessário para o professor estabelecer estratégias que procurem tornar o ensino da Física mais completo, e complementarmente, mais atractivo, daí a necessidade das actividades laboratoriais no contexto do ensino da Física (Santos & Dickman, 2019).

Para abordar as concepções alternativas e equívocos dos alunos em relação à corrente eléctrica, a pesquisa tem a seguinte pergunta de partida:

Quais dificuldades possuem os alunos da 10ª classe da Escola Secundária Magoanine C acerca do conceito da corrente eléctrica, e como ultrapassar?

1.3 Justificativa

O ensino-aprendizagem da corrente eléctrica em circuitos eléctricos simples é importante para a formação académica dos alunos.

No entanto, frequentemente os alunos enfrentam dificuldades significativas ao compreender esse conceito (Salvados, 2016; p.29), o que pode resultar em uma aprendizagem superficial e limitada.

Esta pesquisa se justifica pela necessidade de investigar e compreender as dificuldades encontradas no ensino-aprendizagem da corrente eléctrica, bem como propor uma estratégia para superar essas dificuldades.

Ao identificar as concepções alternativas dos alunos é possível adaptar abordagens pedagógicas que promovam a uma aprendizagem mais significativa e duradoura. Santos, et al. (2018) defendem a necessidade de descobrir o que o aluno já sabe e ensinar de acordo com isso.

A compreensão adequada da corrente eléctrica é essencial para o desenvolvimento de competências fundamentais em electricidade e física no geral. Portanto, esta pesquisa contribuirá para o avanço do ensino-aprendizagem de Física.

1.4 Objectivos da Pesquisa

1.4.1 Objectivo geral

➤ Pesquisar as dificuldades de aprendizagem do conceito da corrente eléctrica contínua em circuitos eléctricos simples.

1.4.2 Objectivos específicos

➤ Identificar as concepções dos alunos sobre o conceito da corrente eléctrica em circuitos eléctricos simples.

➤ Usar a intervenção metodológica experimental com base em material de fácil acesso em função das dificuldades ou concepções identificadas.

➤ Medir o nível de mudança conceptual dos alunos através do teste diagnóstico.

1.4.2 Perguntas de Pesquisa

1. Quais concepções têm os alunos da 10^a classe da sobre o conceito de Corrente eléctrica circuitos simples?
2. Que estratégia didáctica pode ser usada para ultrapassar as dificuldades identificadas?
3. Qual é o impacto da intervenção metodológica usada nos alunos participantes?

1.5 Estruturado trabalho

O presente trabalho de licenciatura divide-se em capítulos, o primeiro de introdução e objectivos, o segundo capítulo de revisão da literatura, o terceiro capítulo de materias e

métodos, o quinto capítulo de resultados e discussão e por fim adicionalmente as referências bibliográficas. Em seguida s apresenta em resumo os capítulos do trabalho.

Capítulo I: Introdução e Objectivos: Apresenta a contextualização do tema, a problematização da pesquisa, a justificativa, os objectivos geral e específicos e as perguntas de pesquisa.

Capítulo II: Revisão da Literatura: Reúne referências teóricas sobre os desafios da aprendizagem de Física, a relevância da actividade experimental na aprendizagem significativa, e as principais concepções alternativas e dificuldades dos alunos sobre a da corrente eléctrica. Também discute os modelos mentais que os alunos apresentam e estratégias para lidar com essas concepções em sala de aula.

Capítulo III: Materias e Métodos: Descreve a metodologia da pesquisa, detalha o tipo de pesquisa, instrumentos de coleta de dados, amostragem, e os procedimentos utilizados na análise dos dados.

Capítulo IV: Resultados e Discução: Apresenta os resultados obtidos no pré-teste e pós-teste, além de extractos de entrevistas com os alunos, analisa a evolução do entendimento dos alunos após a intervenção experimental.

Capítulo V: Considerações Finais: Faz uma síntese dos principais achados da pesquisa, avaliando o cumprimento dos objectivos propostos, destaca a eficácia da intervenção experimental na aprendizagem de conceitos da corrente eléctrica.

Capítulo II. Revisão da literatura

O segundo capítulo da revisão da literatura foi reservado para a definição dos conceitos básicos sobre as dificuldades de aprendizagem da corrente eléctrica em circuitos eléctricos simples, incluindo as dificuldades e concepções alternativas dos alunos.

2.1 Dificuldades de aprendizagem da disciplina de Física

As dificuldades de aprendizagem incluem as concepções alternativas, as dificuldades conceptuais, o uso indiscriminado da linguagem e os raciocínios errados que os alunos costumam apresentar na aprendizagem (Dorneles, 2005).

Aquino, Silva, & Medeiros, (2023) sublinham a natureza essencial e complexa da educação como uma prática social vital para o desenvolvimento integral dos indivíduos, essa perspectiva reforça que a educação não é um evento isolado ou casual, mas um processo sistematizado que exige planificação cuidadosa, orientação clara e o uso de metodologias diversificadas e inovadoras, isso implica que educadores e instituições de ensino devem estabelecer objectivos claros, desenvolver currículos adequados e utilizar abordagens pedagógicas eficazes para garantir que o processo educativo seja coeso e direccionado, para uma aprendizagem profunda e significativa.

Aquino et al. (2023) e Soares (2012) abordam alguns desafios significativos no ensino de Física. Primeiro, a menção de que o ensino de Física é frequentemente considerado abstracto devido ao foco predominante em conceitos teóricos, muitas vezes baseados apenas no material didáctico, reflecte uma realidade comum em muitas instituições de ensino. Esse enfoque limitado pode dificultar a conexão dos alunos com a matéria, tornando a Física menos atractiva e impedindo que ela seja vista como uma área exploratória que pode estimular a curiosidade e o interesse investigativo dos alunos.

Os alunos têm muitas vezes dificuldade em compreender a electricidade devido principalmente à natureza abstracta dos conceitos (*vide a tabela 1*), à impossibilidade das grandezas serem visualizadas directamente e à forma complexa como alguns se relacionam matematicamente (Caldeira, 2008).

Portanto, encontra-se aqui um problema central: a necessidade de um ensino de Física mais prático e exploratório, que desperte o interesse dos alunos.

2.2 Actividade experimental e a aprendizagem significativa no contexto de electricidade.

A electricidade é uma área fundamental da Física. Palavra originária do termo *eléktron*, que em grego significa, âmbar, uma resina fóssil que, quando atritada, pode atrair pequenos objectos. Esses fenómenos eléctricos foram primeiramente estudados, pelo que se sabe, por Tales de Mileto em 600 a.C (Haliday, Resnick, & Walker, 2016, p.114).

A compreensão de fenómenos eléctricos permitiu que grandes avanços tecnológicos tenham sido obtidos, em especial nos últimos dois séculos (Rodrigues, et al. 2019).

Rodrigues et al. (2019) aborda a questão de que o ensino e aprendizagem da corrente eléctrica enfrenta vários desafios que não são resolvidos adequadamente através de métodos tradicionais de ensino. Também, ressalta a necessidade de desenvolver novas abordagens em sala de aula que coloquem o aluno como protagonista de sua própria aprendizagem, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa do conteúdo, conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

David Ausubel, em sua teoria, enfatiza a importância de relacionar novos conhecimentos aos conceitos já existentes na mente do aluno, facilitando assim uma aprendizagem mais eficaz e duradoura (Rodrigues et al, 2019). Aplicar suas ideias em sala de aula pode ser feito através de actividades experimentais, que, segundo Sacate et al. (2023) a importância de actividades experimentais na educação em ciências tem permanecido incontestada. Essas actividades experimentais permitem que os alunos explorem e descubram conceitos por si mesmos, construindo conhecimento de forma activa e significativa.

Portanto, vê-se aqui a importância de métodos de ensino que vão além das abordagens tradicionais, actividades práticas e experimentais podem ser uma maneira eficaz de implementar a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel no ensino de electrodinâmica.

O desenvolvimento de actividades experimentais em sala de aula possibilita novas estratégias para ensino e aprendizagem, deixando de focalizar o ensino e aprendizagem basicamente na teorização e na matematização, que provou ao longo dos anos não ser eficaz para a construção do conhecimento do aluno (Teixeira, 2011, p.7; Coelho, 2011, p.22).

Soares (2012) ressalta a importância da integração entre a prática e a teoria na educação, especialmente no contexto de experimentos científicos. Destaca que os experimentos não devem ser meramente actividades práticas, mas devem ser elaborados de maneira que permitam

aos alunos compreender e aplicar a teoria, além de simplificar conceitos complexos da ciência e do mundo ao seu redor. A construção de significados é um elemento central nesse processo, pois facilita a compreensão dos alunos sobre si mesmos e a sociedade em que vivem.

Laburu (2011, p. 30) complementa essa ideia ao afirmar que os experimentos são frequentemente vistos pelos professores apenas como ferramentas para construir significados de maneira convincente, ao invés de serem considerados elementos essenciais na negociação ou construção desses significados. Isso implica que os experimentos devem ser projectados e executados de forma a envolver os alunos activamente na construção do conhecimento, ao invés de serem utilizados apenas como demonstrações de conceitos pré-estabelecidos.

Em conjunto, essas citações enfatizam que a qualidade das experiências proporcionadas aos alunos é crucial para o aprendizado efectivo. Experimentos bem planejados e executados não só ajudam os alunos a entender a teoria, mas também promovem a construção de significados pessoais e sociais, tornando o aprendizado mais relevante e significativo. Essa abordagem integrativa pode potencialmente transformar a maneira como os alunos percebem e se engajam com o conhecimento científico. É primordial que o conhecimento prévio dos alunos seja considerado, no intuito de construir significados em situações novas.

2.3 Concepções alternativas

Alguns filósofos e pensadores sugeriram, no passado, que os alunos chegam à escola como um quadro mental vazio - “tabua rasa”, que vai sendo preenchido pelos professores ao longo do percurso escolar. Mas, sabe-se actualmente que os alunos trazem consigo para a sala de aulas ideias prévias, pessoais, com as quais interpretam o mundo, resultado das suas vivências quotidianas (Sacate et al. 2023; Teixeira, 2011, p.7; Coelho, 2011, p.22). Na área de electricidade, muitos estudos têm investigado as concepções alternativas que alunos possuem sobre a intensidade de corrente eléctrica, tensão, resistência e a inter-relação entre esses conceitos.

Sarwanto & Ratnasari (2018) defendem que as concepções têm algumas características e elas são dinâmicas, não estáticas, e permanentes. O que significa que alunos podem mudar as suas concepções com o tempo ou dependendo do contexto. Deste modo, há toda uma necessidade da investigação constante das concepções alternativas dos alunos, pelo professor e/ou por meio de estudos como este.

De acordo com Andrade et al. (2018) ao se investigar as concepções alternativas o que se pretende saber é até que ponto a estrutura conceptual apropriada por um indivíduo como resultado de sua vivência escolar e de suas observações quotidianas corresponde àquela aceite pela comunidade científica, são estas concepções que influenciam a forma como o professor interpreta finalidades e os objectivos curriculares, e o tipo de práticas a que recorre para os alcançar, reside aqui a importancia de conhecer as concepções que os alunos trazem para a sala de aula.

2.4 Principais concepções alternativas sobre a corrente eléctrica

Boa parte dos alunos tanto em nível médio como superior não apresentam conceitos cientificamente correctos quando se trata de temas como corrente eléctrica, diferença de potencial e circuitos eléctricos simples (Andrade, et al. 2018).

Uma concepção frequente é a de que a corrente eléctrica é emitida pela fonte (bateria, pilha ou gerador) a partir de um dos polos e é consumida durante sua passagem no circuito, de modo que sua intensidade diminui ao ultrapassar algum elemento do circuito (*vide a tabela 1*) (Dorneles, 2005).

Andrade et al. (2018) teve resultados de alunos que acreditam que a corrente é consumida pelos componentes do circuito, similar ao modo como a energia eléctrica é convertida em outras formas de energia (como luz ou calor), indicam que essas concepções devem ser seriamente consideradas na produção de material didáctico sobre o tema.

Ainda nesta concepção alternativa, Clement et al. (2010) afirmam nos seus resultados que mesmo a maioria tendo optado pela alternativa certa, ainda é expressivo o percentual (37%) de alunos que possui a concepção de que parte da corrente eléctrica é consumida na lâmpada. Pensam que a corrente diminui à medida que passa por componentes como lâmpadas ou resistores.

Os resultados de Saputro et al. (2018) corroboram com os encontrados por Andrade, Clement, et al. (2018), onde os alunos acreditam que a lâmpada que está próximo a fonte tem maior intensidade. Passando assim, a ideia de que a corrente vai se dissipando à medida que percorre o circuito.

Tabela 1: Resumo das principais concepções alternativas e dificuldades conceptuais do conceito da corrente eléctrica (Caldeira, 2008; Dorneles, 2005).

Conceito	Dificuldades conceptuais	Concepções alternativas dos alunos
Corrente eléctrica	1. Compreender que a intensidade da corrente eléctrica em um circuito depende das características da fonte, mas também da resistência equivalente do que foi acoplado entre os seus terminais.	1. Tendem a ver a bateria como uma fonte ideal de corrente eléctrica constante. A corrente fornecida é assim independente do circuito ligado à fonte de alimentação.
	2. Considerar a conservação espacial da corrente eléctrica.	2. Pensam que a corrente eléctrica se desgasta ao passar por um componente do circuito.
	3. Reconhecer que a intensidade da corrente eléctrica não depende da ordem em que se encontram os elementos no circuito e nem do sentido da corrente.	3. Acreditaram que a ordem dos elementos no circuito e o sentido da corrente eléctrica são relevantes.
		4. Pressupõem que a fonte fornece os portadores de carga responsáveis pela corrente eléctrica no circuito.

2.4.1 Esquemas usados para explorar as concepções alternativas dos alunos

Rodrigues et al., (2019) e Soares, (2012) abordam a importância de estruturar o ensino de maneira que facilite a compreensão e a retenção dos conceitos pelos alunos.

Sacate et al., (2023) destacam também a dedicação dos pesquisadores da área de electricidade em desenvolver estratégias instrucionais que considerem as percepções e compreensões dos alunos sobre os fenómenos estudados. Isso reflecte uma abordagem pedagógica centrada no aluno, onde o foco está em como os alunos aprendem, ao invés de apenas no conteúdo a ser ensinado.

As estratégias mencionadas por Sacate et al. (2023), como conflito cognitivo, prevê-observa-explica, analogias, mapas de conceitos e trabalhos laboratoriais/práticos, são todas metodologias que visam envolver activamente os alunos no processo de aprendizagem.

Em sua obra Rodrigues et al. (2019) descrevem uma sequência de actividades pedagógicas projectadas para explorar e abordar concepções alternativas sobre circuitos eléctricos em um ambiente educacional.

Para Ausubel, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando os elementos mais gerais são colocados inicialmente, e logo em seguida, este conceito é trabalhado de forma específica (Rodrigues et al, 2019).

Ausubel defende que o conhecimento deve ser organizado hierarquicamente, começando com conceitos mais amplos e inclusivos. Isso fornece uma estrutura cognitiva na qual novos conhecimentos podem ser incorporados de forma mais eficaz. A introdução de conceitos gerais primeiro ajuda os alunos a construir uma base sólida sobre a qual podem adicionar detalhes mais específicos (Soares, 2012).

A estruturação de uma sequência didáctica baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, como sugerido por Rodrigues et al. (2019), e Soares (2012), proporciona uma abordagem pedagógica eficiente. Ela facilita a compreensão e retenção dos conceitos pelos alunos, começando com uma visão geral e progredindo para detalhes específicos, utilizando ferramentas como mapas conceptuais para organizar e visualizar o conhecimento. Isso não só ajuda os alunos a entenderem os conceitos de electricidade de forma mais profunda, mas também promove uma aprendizagem que é transferível e aplicável a contextos reais.

Zara & Weizenmann, (2020) utilizam uma estratégia eficaz para ensinar conceitos de electricidade, fazem o uso do Questionário de Investigação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste), com o objectivo de identificar os conhecimentos e concepções que os alunos já possuem sobre os conceitos de electricidade antes de iniciar a sequência didáctica. Como ferramenta didáctica fazem o uso de simulações interactivas para proporcionar uma experiência prática e visual dos conceitos de electricidade, e então á revisitação das Questões do Pré-teste com Simulações.

A proposta de Zara & Weizenmann (2020) não só reforça a importância de conhecer os conhecimentos prévios dos alunos, mas também demonstra a eficácia do uso de ferramentas interactivas, como simuladores, experiências de baixo custo, laboratórios, para consolidar e aprofundar o entendimento dos conceitos de electricidade. O que torna o processo de ensino e aprendizagem mais envolvente, relevante e duradouro.

2.5 Exemplos de Circuitos usados para explorar as concepções alternativas da corrente eléctrica.

O que é uma corrente eléctrica? Haliday et al. (2016, p.114) definem a corrente eléctrica como o fluxo cargas em movimento. Os autores fazem menção do facto de que nem todas as cargas em movimento constituem uma corrente eléctrica.

Alvarenga & Máximo (2012) definem a corrente eléctrica como o fluxo de cargas em condutores metálicos, líquidos, e até gasosos. Considerando um fio metálico no qual foi estabelecido um campo eléctrico E , como mostra a figura (2). Este campo pode ser estabelecido ligando-se as extremidades do fio aos polos de uma pilha ou bateria.

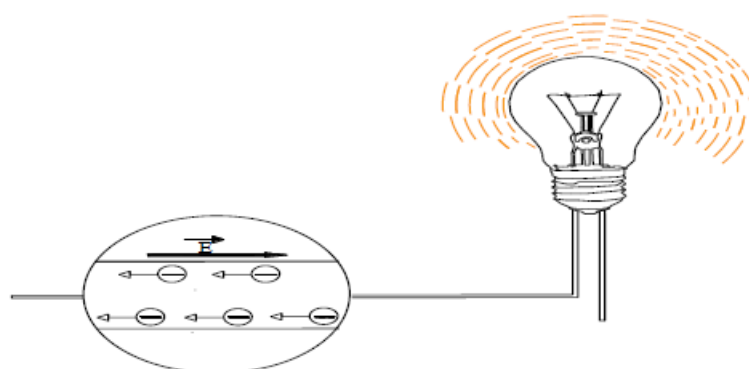


Figura1: Em um metal a corrente eléctrica é constituída por electrões que se movem em sentido contrário ao campo aplicado (**Fonte:** adaptado de Alvarenga & Máximo (2012)).

Sabe-se que no fio condutor (um metal) existe uma grande quantidade de eletrões livres. Alvarenga & Máximo (2012) abordam o facto desses eletrões ficarem sob a acção de uma força eléctrica devida ao campo e , sendo livres, entrarem imediatamente em movimento, como os eletrões possuem carga negativa este movimento terá sentido contrário ao do campo aplicado (figura 2). Logo, o estabelecimento de um campo eléctrico em um fio metálico provoca um fluxo de eletrões neste condutor, fluxo este que é denominado corrente eléctrica.

O sentido do fluxo real de elétrões dá-se na direcção do menor potencial para o maior potencial. Por convenção adota-se que o sentido de movimento das cargas de maior potencial para o menor potencial (Haliday et al., 2016, p.114).

A corrente eléctrica está disponível em duas formas para consumo. Em corrente continua, onde o fluxo de cargas (corrente) não tem variação de intensidade nem direcção com o tempo, E a corrente alternada senoidal, na qual seu fluxo de carga varia frequentemente em intensidade e sentido (Vasconcellos, 2017).

A intensidade da corrente eléctrica é uma grandeza física que mede a quantidade de carga eléctrica que atravessa uma seção transversal de um condutor por unidade de tempo.

Em condutores líquidos, por exemplo, uma solução de NaCl em água, como se sabe o sal dá origem a iões positivos (Na^+) e iões negativos (Cl^-) que ficam livres, podendo se deslocar no interior do líquido. Ao estabelecer-se um campo eléctrico na solução (pode ser obtido introduzindo-se nela duas placas metálicas ligadas a uma bateria), os iões positivos passam a se deslocar no sentido do vector E e os iões negativos nem sentido contrário (figura 2). Portanto, a corrente eléctrica em um conductor líquido é constituído pelo movimento de iões positivos e negativos, deslocando-se no sentido contrário (Alvarenga e Máximo, 2012).

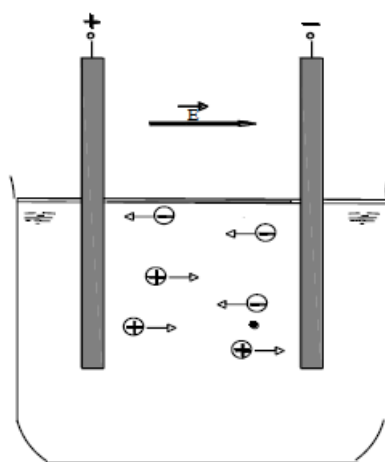


Figura2: Em um condutor líquido temos iões positivos movimentando-se no sentido do campo e iões negativos em sentidos contrários (**Fonte:** adaptado de Alvarenga & Máximo (2012)).

Ainda em sua obra Alvarenga e Máximo (2012) explicam o estabelecimento da corrente eléctrica nos gases, como acontece nas lâmpadas de vapor de mercúrio ou quando uma faísca eléctrica salta de um corpo para o outro através do ar. Nestes casos, a corrente é constituída pelo movimento de iões positivos, de iões negativos e também de electrões livres.

Coelho (2007, p.36) apresenta quatro modelos descritos por pesquisadores da área usando circuitos eléctricos simples para explorar as concepções alternativas em electricidade: modelo unipolar, modelo de choque entre correntes, modelo de atenuação, e modelo científico, respectivamente.

Coelho (2007, p.36) apresenta quatro modelos descritos por pesquisadores da área usando circuitos eléctricos simples para explorar as concepções alternativas em electricidade: modelo unipolar, modelo de choque entre correntes, modelo de atenuação, e modelo científico, respectivamente.

1. **Modelo Unipolar:** No modelo unipolar, o aluno essencialmente considera apenas um pólo da pilha como activo como retrata a fig. 2.1, desconsiderando a necessidade de um circuito fechado para que a corrente eléctrica possa fluir e acender a lâmpada.

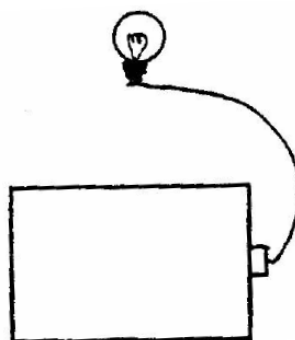


Figura 3.1: Modelo unipolar (Fonte: Driver et al, 1994. Citado por Coelho (2007))

Coelho (2007) destaca que essa compreensão equivocada, é comum entre alunos em fases iniciais do aprendizado sobre electricidade.

2. **Modelo de choque de correntes:** Uma concepção alternativa em que o aluno acredita que são necessários dois fios no circuito, cada um transportando uma corrente eléctrica de um terminal da pilha para a lâmpada. Nesse modelo, a ideia equivocada é que as duas correntes fluem em direcções opostas e se encontram na lâmpada, fazendo com que ela brilhe.

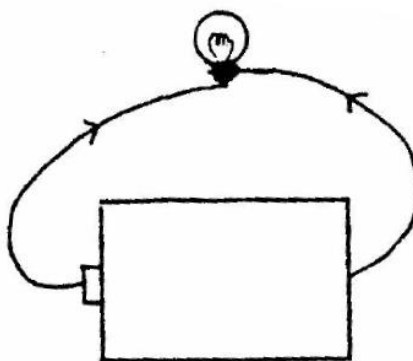


Figura 3.2: Modelo de choque de correntes (Fonte: Driver et al, 1994. citado por Coelho (2007))

Uma concepção alternativa que é abordada por Coelho (2007) como um exemplo de como os alunos podem interpretar erradamente os conceitos básicos de electricidade.

3. **Modelo de atenuação:** Este modelo é caracterizado pela ideia de que a corrente eléctrica diminui à medida que passa por componentes em série, como lâmpadas, sendo "consumida" ao longo do caminho, o que resulta em uma corrente de menor intensidade ao retornar ao polo da pilha.

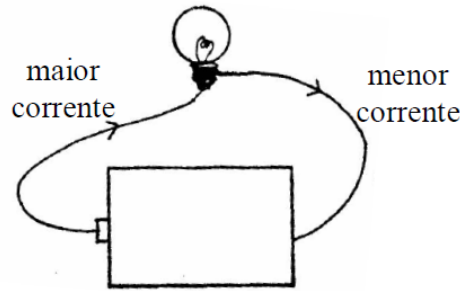


Figura 3.3: Modelo de atenuação (Fonte: Driver et al, 1994. Citado por Coelho (2007))

No entanto, essa concepção está em desacordo com a compreensão científica correcta da corrente eléctrica também abordada por Coelho (2007).

4. **Modelo Científico:** Refere-se à descrição científica correcta do comportamento da corrente eléctrica em um circuito simples. De acordo com essa descrição, a corrente eléctrica flui do polo positivo da pilha, passa através da lâmpada e retorna ao polo negativo, mantendo a intensidade ao longo de todo o circuito.

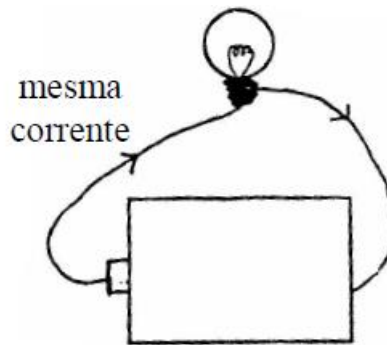


Figura 3.4: Modelo Científico (Fonte: Driver et al, 1994. Citado por Coelho (2007))

Esse modelo científico baseia-se na lei de conservação da carga eléctrica, que afirma que a corrente sob condições de estado estacionário (isto é, a corrente não é uma função do tempo) em um circuito fechado permanece constante em todos os pontos. Ou seja, a quantidade de carga eléctrica que sai de um terminal da pilha é igual à quantidade que retorna ao outro terminal, independentemente dos componentes que estão no circuito, como resistências ou lâmpadas (Haliday et al., 2016, p.114).

A unidade no SI para a intensidade da corrente eléctrica é o coulomb por Segundo ou ampére(A).

1 Ampére = 1A = 1coulomb/segundos (C/s), de acordo com Haliday et al (2016, p.115)
A intensidade da corrente eléctrica é uma grandeza escalar, já que tanto a carga como o tempo

são escalares, o que pode causar alguma dificuldade ou concepções alternativas aos alunos, porque frequentemente representa-se a corrente num fio com uma seta para indicar o sentido em que as cargas estão se movendo. Então, importante destacar que tais setas não são vectores.

Diferentemente das concepções alternativas, arroladas por Coelho (2007) como o "modelo de atenuação" que pressupõe uma diminuição da corrente ao longo do circuito, o modelo científico correctamente explica que a intensidade da corrente é a mesma em todos os componentes conectados em série, e há necessidade de que o circuito seja fechado para a existência de corrente eléctrica.

Capítulo III. Material e métodos

O terceiro capítulo de matérias e métodos foi reservado para a descrição do tipo de pesquisa, métodos de pesquisa, população e amostra, procedimentos seguidos para a colecta de dados, procedimentos de análise de dados e limitações da pesquisa.

3.1 Metodologia

A metodologia científica é, um discurso sobre o caminho que alguém deve percorrer se pretende fazer ciência. Em outros termos, a metodologia científica capacita alguém a avaliar métodos, identificando limitações e implicações que dizem respeito às suas utilizações (Nascimento, 2010).

Demo (2003, p. 19 citado por Aragão & Neta, 2017) diz que metodologia “(...) é uma preocupação instrumental. Trata das formas de se fazer ciência. Cuida dos procedimentos, das ferramentas, dos caminhos”.

Nascimento (2010) e Demo (2003), tratam da metodologia científica como uma disciplina essencial para a produção do conhecimento, sob perspectivas complementares.

Para Nascimento (2010), a função da metodologia é ajudar a compreender e criticar os métodos; para Demo (2003), é oferecer as ferramentas necessárias para realizar a ciência de forma organizada, ambas as visões são complementares, pois a prática científica requer tanto a reflexão crítica sobre os métodos quanto a operacionalização técnica desses métodos.

3.2 Tipo de Pesquisa:

3.2.1. Quanto à abordagem

As pesquisas científicas podem ser classificadas, quanto à abordagem, em dois tipos básicos: qualitativa e quantitativa e um misto dos dois tipos (Robiana et al., 2021, p. 40).

A pesquisa qualitativa, tem como principal objectivo compreender o significado que as pessoas atribuem às suas experiências, situações e ao mundo ao seu redor. Nesse tipo de pesquisa, o pesquisador busca capturar a perspectiva dos participantes, ou seja, explorar como eles interpretam e respondem às questões investigadas. Essa abordagem prioriza a subjectividade e o contexto social dos indivíduos, oferecendo uma visão mais profunda e rica das motivações e entendimentos que moldam seus comportamentos e decisões (Oliveira, 2011).

Ainda em sua obra Oliveira (2011) define agora a pesquisa quantitativa como sendo caracterizada pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de colecta de informações quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas.

Proetti (2017) destaca a pesquisa quantitativa como uma ferramenta essencial para transformar dados colectados em informações numéricas, permitindo uma análise precisa e objectiva. Essa abordagem é fundamental em diversas áreas, onde se busca mensurar opiniões, atitudes, preferências, comportamentos e sentimentos dos alunos.

Assim, a pesquisa quantitativa se distingue pela capacidade de traduzir fenómenos observados, opiniões, em números.

Nesta pesquisa, a pesquisadora adoptou a abordagem mista, isto é, quantitativa e qualitativa para investigar as dificuldades de aprendizagem relacionadas ao conceito da corrente eléctrica. O que permitiu mensurar de forma objectiva as opiniões, atitudes e níveis de compreensão dos alunos, por meio da aplicação de gráficos e tabelas. A análise dos dados colectados possibilitou identificar padrões e tendências nas dificuldades enfrentadas, oferecendo uma base sólida para propor soluções pedagógicas mais eficazes e embasadas em dados estatísticos.

3.2.2. Quanto à natureza

Quanto à natureza as pesquisas científicas podem ser classificadas em pesquisa básica e pesquisa aplicada. Robiana et al. (2021, pp. 40-41) apontam que o primeiro é mais voltado a teoria e bibliografias, enquanto o segundo estaria voltado a aplicar esses conhecimentos denominados básicos, em busca de respostas práticas.

A pesquisa básica está centrada na busca de conhecimentos básicos que constituirão como apoio para formulação de hipóteses, o que tende a influenciar nas pesquisas aplicadas e promove o desenvolvimento científico por meio da aplicação do conhecimento gerado via pesquisa básica. Ou seja, essa modalidade de pesquisa se baseia na aquisição de novos conhecimentos que irão proporcionar informações passíveis de aplicação prática, estando portando, desvinculada de utilidades utilitárias (Robiana et al, 2021, p. 40).

A pesquisa aplicada, diferencia da pesquisa básica no seu objectivo. Ainda em sua obra Robiana et al. (2021, p. 41) mostram que o elemento central relacionado à pesquisa aplicada é a produção de saberes voltados para aplicação dos seus resultados, em busca de soluções mais

ou menos imediatas do problema encontrado na realidade. Ela gera um impacto pelo facto de divulgar um conhecimento científico por meio da geração de um produto.

Portanto, quanto à sua natureza, à pesquisa em desenvolvimento é classificada como aplicada segundo Robiana et al. (2021, p. 41), uma vez que tem como objectivo resolver um problema específico identificado no contexto escolar, que são as dificuldades de aprendizagem e as concepções alternativas do conceito de corrente eléctrica em circuito eléctrico simples, propondo e aplicando uma estratégia metodológica concreta, isto é, a intervenção experimental metodológica com matérias de fácil acesso.

Embora envolva um levantamento teórico por meio de revisões bibliográficas, a realização de uma experiência em circuitos eléctricos simples para intervenção metodológica, busca solucionar um problema prático de aprendizagem utilizando conhecimentos científicos. Dessa forma, a pesquisa transcende o campo puramente teórico e propõe uma intervenção concreta.

3.2.3. Quanto aos objectivos

Qualquer classificação de pesquisa deve seguir algum critério. Com o objectivo geral como critério, é possível classificar as pesquisas em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas (Gil, 2009, p. 44).

A pesquisa exploratória consiste no aprofundamento de conceitos preliminares sobre determinada temática não contemplada de modo satisfatório anteriormente. Assim, contribui para esclarecimento de questões superficialmente abordadas sobre o assunto (Raupp & Beuren, 2006, p.76).

Segundo Oliveira (2011) enquadram-se na categoria dos estudos exploratórios todos aqueles que buscam descobrir ideias e intuições, na tentativa de adquirir maior familiaridade com o fenómeno pesquisado. Nem sempre há a necessidade de formulação de hipóteses nesses estudos. Eles possibilitam aumentar o conhecimento do pesquisador sobre os factos, permitindo a formulação mais precisa de problemas, criar novas hipóteses e realizar novas pesquisas mais estruturadas. Nesta situação, o planeamento da pesquisa necessita ser flexível o bastante para permitir a análise dos vários aspectos relacionados com o fenómeno.

A pesquisa descritiva configura-se como um estudo intermediário entre a pesquisa exploratória e a explicativa, ou seja, não é tão preliminar como a primeira nem tão aprofundada

como a segunda. Nesse contexto, descrever significa identificar, relatar, comparar (Raupp & Beuren, 2006, p.78).

Analisadas as pesquisas exploratória e descritiva, passa-se agora a apresentar a pesquisa explicativa. Gil (2009, p. 46) ressalta que as pesquisas explicativas visam identificar os factores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenómenos. Por explicar a razão e o porquê das coisas, esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade.

Esta pesquisa é descritiva e explicativa, pois busca identificar, através de pesquisas, as principais concepções e dificuldades de aprendizagem associadas ao conceito da corrente eléctrica em circuitos eléctricos simples, descrevendo essas dificuldades de aprendizagem e explicando como essas concepções se formam.

Além disso, ao usar a intervenção metodológica experimental em função das dificuldades encontradas nos alunos participantes visou propor estratégias para superá-las, promovendo o desenvolvimento da aprendizagem desse conceito por meio de uma experiência prática com materiais de fácil acesso.

3.2.4 Quanto aos procedimentos

Os procedimentos na pesquisa referem-se à maneira pela qual se conduz a pesquisa e, portanto, se obtêm os dados (Raupp & Beuren, 2006, p.83). Nessas tipologias enquadram-se a pesquisa experimental, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa de campo, pesquisa de levantamento, estudo de caso, pesquisa participante, pesquisa-acção, pesquisa etnográfica.

Köche (2011, p.122) define a pesquisa bibliográfica como a que se desenvolve tentando explicar um problema, assunto, ou tema, utilizando o conhecimento disponível a partir das teorias publicadas em livros ou obras congêneres. Na pesquisa bibliográfica o pesquisador irá levantar o conhecimento disponível na área, identificando as teorias produzidas, analisando-as e avaliando sua contribuição para auxiliar a compreender ou explicar o problema objecto da investigação. O objectivo da pesquisa bibliográfica, portanto, é o de conhecer e analisar as principais contribuições teóricas existentes sobre um determinado tema ou problema, tornando-se um instrumento indispensável para qualquer tipo de pesquisa.

Pesquisa experimental é investigação empírica na qual o pesquisador manipula e controla variáveis independentes e observa as variações que tal manipulação produz em variáveis dependentes (Moresi, 2006, p.10).

De acordo com as definições de Köche (2011) e Moresi (2006), esta pesquisa pode ser classificada como bibliográfica e experimental. Primeiro, ela se enquadra como bibliográfica porque se propõe a identificar as concepções sobre a corrente eléctrica com base em teorias e estudos já publicados, conforme indicado na revisão da literatura. O estudo utiliza esse conhecimento teórico para explicar as dificuldades de ensino e aprendizagem desse conceito.

Além disso, esta pesquisa também é experimental, pois envolve a realização de uma experiência prática com materiais de fácil acesso, na qual a pesquisadora manipula variáveis, para observar os efeitos dessa intervenção nas concepções dos alunos. Esse carácter experimental permite a observação directa, oferecendo dados empíricos sobre como essas concepções.

3.3 Instrumentos de Colecta de Dados

Durante a colecta de dados, diferentes técnicas podem ser empregadas, sendo mais utilizados: a entrevista, o questionário, a observação e a pesquisa documental.

O questionário refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma “fórmula” que o próprio informante preenche. Ele pode conter perguntas abertas e/ou fechadas. As abertas possibilitam respostas mais ricas e variadas e as fechadas maior facilidade na tabulação e análise dos dados (Oliveira, 2011).

A colecta de dados por questionário consiste numa série ordenada de perguntas a serem respondidas sem a interacção com o pesquisador: mesmo que as perguntas sejam feitas e respondidas oralmente, não são elaboradas novas perguntas nem são aprofundadas as respostas dadas durante a aplicação do questionário (Filippo, 2011, p.391).

Oliveira (2011) e Filippo (2011) oferecem uma perspectiva abrangente sobre o uso de questionários como método de colecta de dados em pesquisas. A primeira citação destaca a dualidade das perguntas, abertas e fechadas, ressaltando suas respectivas vantagens. As perguntas abertas permitem que os respondentes expressem suas opiniões de forma mais livre, proporcionando uma gama de respostas ricas e variadas que podem revelar factos importantes sobre o tema em questão. Em contrapartida, as perguntas fechadas facilitam a tabulação e a análise quantitativa, permitindo uma interpretação mais rápida e objectiva dos dados colectados.

Filippo (2011) complementa a visão anterior ao enfatizar a estrutura do questionário como um instrumento que não requer a interacção directa entre pesquisador e informante. Uma

característica que garante que as respostas sejam colectadas de maneira uniforme, minimizando possíveis influências externas que poderiam distorcer os dados. A falta de interação também permite que os respondentes se sintam mais à vontade para fornecer suas respostas. No entanto, essa abordagem tem suas limitações, uma vez que não possibilita o aprofundamento das respostas nem a exploração de novas questões que possam surgir durante a interação.

A entrevista é uma das principais técnicas de colecta de dados e pode ser definida como conversa realizada face a face pelo pesquisador junto ao entrevistado, seguindo um método para se obter informações sobre determinado assunto (Oliveira, 2011).

Filippo (2011, p.392) destaca a importância e a complexidade da técnica de entrevista como método de colecta de dados na pesquisa. Ressalta que, embora as entrevistas possam ser realizadas em contextos informais e até por meio de plataformas digitais, o processo ainda exige uma preparação meticulosa por parte do entrevistador. A necessidade de uma análise cuidadosa das respostas torna essa técnica mais desafiadora e dispendiosa em comparação com métodos como questionários.

Assim, a entrevista se revela uma ferramenta poderosa para compreender nuances e complexidades do comportamento humano, embora demande um investimento maior de tempo e recursos. Essa dinâmica ressalta a necessidade de habilidades interpessoais e analíticas do pesquisador, fundamentais para o sucesso da técnica.

A observação também é considerada uma colecta de dados para conseguir informações sob determinados aspectos da realidade. Ela ajuda o pesquisador a identificar e obter provas a respeito de objectivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento (Oliveira,2011).

Para colectar os dados da pesquisa, fez-se o uso do questionário, contendo cinco (5) perguntas, sendo a primeira aberta, e as restantes quatro de múltipla escolha e para as entrevistas foram usadas as perguntas dois (2) e três (3) do questionário (*vide o anexo*).

A entrevista foi escolhida por sua flexibilidade (Filippo 2011, p.392), isso permitiu a pesquisadora adaptar as perguntas durante a intervenção com os alunos, e explorar aspectos não previstos no questionário e observar a consistência das respostas dadas nos testes, assim foi possível complementar os dados quantitativos (pré-teste e pós-teste) com os dados qualitativos (entrevistas).

3.4 População e Amostra:

População é o conjunto de indivíduos que possuem em comum mesmas características e com interesse para o estudo. Na estatística, a população é classificada como finita e infinita (Mahaluça, 2016).

Os alunos da 10ª classe da Escola Secundária Magoanine C constituem a população alvo da pesquisa, uma vez que é nesse momento que eles têm seu primeiro contacto com os conceitos de electricidade na disciplina de Física. A escola secundária que foi objecto de pesquisa em 2025, tinha 369 alunos, dos quais 210 do sexo feminino e os restantes 159 do sexo masculino, com idades entre 14 à 16 anos.

Ainda em sua obra Mahaluça (2016) explica que muitas vezes se torna difícil, ou até mesmo impossível, observar todo um grupo, especialmente se esse for muito grande. Nesses casos, pode-se utilizar apenas uma parte desse, denominado **amostra**.

A amostra da pesquisa é composta por 40 alunos, sendo 21 do sexo feminino e os restantes 19 do sexo masculino. Trata-se de uma amostra de conveniência.

3.5 Característica da Escola

A pesquisa foi realizada na Escola Secundaria de Magoanine C, localizada em Maputo no distrito de Kamubukwana, no bairro de Magoanine C, cercada por áreas residenciais e de fácil acesso.

A escola conta com um total de 14 salas de aulas, cada uma equipada apenas com carteiras e quadros, sem recursos adicionais. Além das salas, a instituição possui um laboratório, que, lamentavelmente, está desprovido de materiais adequados para práticas experimentais, agora é usado como uma sala de aulas. Também há um campo, que, apesar de estar disponível para actividades físicas, não possui equipamentos adequados para diversas modalidades esportivas.

Essa infraestrutura limita consideravelmente as oportunidades de aprendizado e desenvolvimento dos alunos, pelo que, eles devem dobrar esforços para aprender.

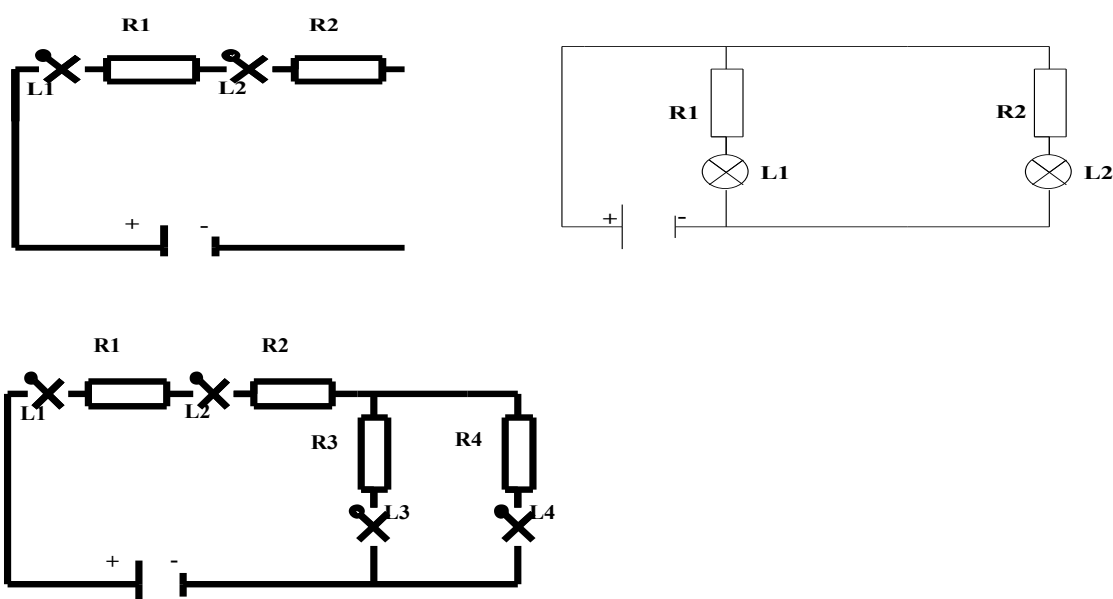
3.6 Procedimentos de colecta de dados

Foi aplicado um pré-teste (vide o anexo) com o objectivo de observar as concepções alternativas dos alunos sobre o conceito da corrente eléctrica. Em seguida, também realizadas

entrevistas com seis (6) alunos seleccionados, permitindo uma compreensão mais aprofundada das suas ideias iniciais.

Após essas etapas, foi conduzida uma experiência prática com matérias de fácil acesso, nomeadamente: fonte de corrente (bateria 12V), fios condutores, quatro (4) resistências, quatro (4) lâmpadas, placa de montagem (figuras 1, 2 e 3).

Posteriormente, o mesmo teste foi aplicado como pós-teste e as entrevistas repetidas com os mesmos alunos para avaliar a evolução do seu entendimento sobre o assunto em pesquisa



Figuras 4, 5, 6: circuito em série, circuito em paralelo e circuito misto, respectivamente. **Fonte:** Autora.

3.6.1 Procedimentos de análise de dados

Os dados obtidos do questionário foram transferidos para uma planilha Excel, onde foram organizados para facilitar a análise estatística detalhada.

Além disso, foi realizado uma triangulação com os dados colectados nas entrevistas, permitindo uma compreensão mais profunda dos resultados.

3.7 Procedimento Experimental

O procedimento experimental foi elaborado com o objectivo de explicar o conceito da corrente eléctrica e observar o comportamento dos circuitos em série, paralelo e misto. Para isso, foram divididos os alunos em grupos de 10 (*vide o anexo 5*).

3.7.1 Etapas do Procedimento:

1. Identificação dos componentes: Os alunos foram inicialmente orientados a identificar os componentes do circuito, as lâmpadas, a bateria, as resistências, e os fios condutores. O objectivo era que eles reconhecessem o papel de cada componente no circuito eléctrico.

2. Montagem das lâmpadas nos bocais: Com os componentes identificados, os alunos montaram as lâmpadas nos bocais já preparados, conectando-as de acordo com o tipo de circuito que seriam testados: série, paralelo ou misto.

3. Conexão do polo da bateria: Em seguida, os alunos foram instruídos a conectar um dos polos da bateria aos circuitos. Para isso, utilizaram os fios condutores para estabelecer a conexão com as lâmpadas e as resistências, verificando inicialmente o funcionamento de cada configuração de circuito.

4. Observação no circuito em série: Os alunos conectaram as duas lâmpadas e duas resistências em série. Em seguida, foram instruídos a retirar uma das lâmpadas do circuito, observando o que acontecia com a outra lâmpada e prestar atenção ao brilho das lâmpadas para verificar se a remoção de uma lâmpada afectava a outra.

5. Observação no circuito em paralelo: Depois, as lâmpadas e as resistências foram conectadas em paralelo. Os alunos repetiram as observações, desta vez retirando uma lâmpada do circuito e observando se o brilho da lâmpada restante mudava, comparar o comportamento das lâmpadas nos dois tipos de circuito (série e paralelo) após a remoção de uma lâmpada.

6. Observação no circuito misto: Por fim, os alunos montaram um circuito misto, onde as lâmpadas e resistências foram dispostas de forma combinada entre série e paralelo. Eles retiraram uma lâmpada e observaram o que acontecia com as lâmpadas restantes, verificando se o comportamento era diferente em relação aos outros tipos de circuitos.

Capítulo IV: Resultados e Discussão

O quarto capítulo foi reservado para apresentar os resultados obtidos na pesquisa, no pré-teste, no pós-teste, e assim analisar a eficiência do uso de experimentos de baixo custo no ensino-aprendizagem do conceito de intensidade de corrente eléctrica.

4.1 Análise dos Resultados do Pré-teste

Para responder ao primeiro objectivo específico da pesquisa, que visa identificar as dificuldades e as concepções alternativas dos alunos sobre circuitos eléctricos simples. Foi administrado o pré-teste contendo cinco (5) perguntas de escolha múltipla, na sua maioria.

Essa etapa inicial foi fundamental, garantindo que os conteúdos abordados estejam alinhados às dificuldades e necessidades específicas dos alunos conforme mostra a tabela 1.

Tabela 2: Dados colectados, nos testes. **Fonte:** Autora.

Perguntas	Alternativas	Pré-teste (%)	Pós-teste (%)
1. Por que as lâmpadas acendem ou apagam todas juntas num circuito em série?	Respostas aberta		
2. Brilho das lâmpadas no Circuito I	a) O brilho de L_1 é maior que L_2	11(27%)	7(17%)
	b) O brilho de L_1 é o mesmo que L_2	20(50%)	29(73%)
	c) O brilho de L_2 é maior que L_1	8(20%)	2(5%)
	d) L_1 é menor que L_2	1(3%)	2(5%)
3. O que acontece se um fio for retirado do terminal da bateria?	a) O circuito continuará funcionando normalmente	2(5%)	2(5%)
	b) A corrente eléctrica para de circular, e os componentes param de funcionar	25(62%)	32(79%)
	c) Apenas metade dos componentes continua funcionando	12(30%)	3(8%)
	d) A intensidade de corrente eléctrica aumenta, pois há menos resistência	1(3%)	3(8%)
4. O que acontece com o brilho de L_2 se for retirada L_1 do circuito?	a) O brilho de L_2 diminui	5(13%)	2(5%)
	b) O brilho de L_2 aumenta	10(25%)	6(15%)
	c) O brilho de L_2 permanece o mesmo	10(25%)	22(55%)
	d) O brilho de L_2 desaparece	15(37%)	10(25%)
5. Como a corrente se comporta em um circuito misto?	a) A intensidade da corrente eléctrica é a mesma para todas as lâmpadas	19(47%)	6(15%)
	b) A intensidade da corrente eléctrica é menor nas lâmpadas do ramo paralelo	10(25%)	6(15%)
	c) A intensidade da corrente eléctrica é menor nas lâmpadas em série	2(5%)	20(50%)
	d) A intensidade da corrente eléctrica é maior nas lâmpadas em série	9(23%)	8(20%)

Dessa forma, o pré-teste funcionou como um diagnóstico que orientou o processo de ensino aprendizagem.

Para analisar a consistência das respostas obtidas no pré-teste, a pesquisadora realizou entrevistas com seis (6) alunos selecionados, buscando compreender melhor suas justificativas e raciocínios em relação às alternativas escolhidas. Durante as entrevistas, os alunos foram

incentivados a explicar suas respostas e descrever seu entendimento sobre os conceitos envolvidos, permitindo ao pesquisador identificar possíveis dificuldades e concepções alternativas.

Pergunta 1: Na análise das respostas dos alunos sobre o motivo pelo qual as lâmpadas acendem ou apagam todas juntas em um circuito em série, percebeu-se uma forte presença de concepções alternativas.

A maioria dos alunos não conseguiu explicar correctamente o fenómeno, demonstrando dificuldades em compreender que, em um circuito em série, a corrente eléctrica é a mesma em todos os componentes, e qualquer interrupção no circuito impede a passagem da corrente eléctrica. Um número significativo dos alunos basearam suas respostas em noções intuitivas, sem fundamento na teoria eléctrica.

Por exemplo, algumas respostas registadas incluíram: (1) *"Porque a energia das lâmpadas é igual"*, (2) *"Porque a bateria manda electricidade para todas ao mesmo tempo"*, (3) *"Porque os fios dividem a energia igualmente"*, (4) *"Porque a bateria manda a mesma energia"*, (5) *"Porque a electricidade chega a todas ao mesmo tempo"*, e (6) *"Porque o fio e o mesmo"*. Essas respostas demonstram uma compreensão equivocada do conceito da corrente eléctrica.

Pergunta 2: Fazendo uma breve apreciação dos resultados apresentados da tabela 1 e em relação à pergunta 2, denota-se que no pré-teste, apenas cinquenta por cento (50%) dos alunos escolheram a opção da alínea b) consistente com o ponto de vista da Física, que diz "O brilho de L_1 é o mesmo que L_2 ". No entanto, na mesma pergunta 2, vinte e sete por cento (27%) dos alunos escolheram a alínea a) que diz "O brilho de L_1 é maior que L_2 ", sugerindo que acreditam que a corrente eléctrica pode variar ao longo do circuito, o que indica uma concepção alternativa sobre a conservação da corrente eléctrica.

Na mesma pergunta 2, foi verificado também, que vinte por cento (20%) dos alunos optaram pela alínea c) que diz "O brilho de L_2 é maior que L_1 ", reforçando a ideia de que há uma fraca compreensão sobre o comportamento da intensidade da corrente eléctrica em um circuito eléctrico simples.

Para identificar a consistência das respostas obtidos do questionário com relação à pergunta 2, foram feitas as entrevistas a seis alunos, cujos extractos se apresentam. Nas entrevistas a letra **P**, significa pesquisadora. Os nomes dos entrevistados são fictícios, por motivos de observação dos aspectos éticos na pesquisa.

Em seguida, se apresenta o extracto das entrevistas com o aluno Beto:

P. No circuito experimental (vide o esquema), na pergunta dois (2) o que tens a dizer sobre o brilho das lâmpadas no circuito?

Beto. Para mim a alternativa correcta é da alínea b), indicando que o brilho de L_1 é o mesmo que L_2 . Tudo bem, você poderia explicar o motivo dessa escolha?

Beto. Bom... eu acho que em um circuito em série, as lâmpadas sempre brilham do mesmo jeito, porque o fio é o mesmo.

P. Interessante! E você sabe o que acontece com a corrente eléctrica dentro do fio e das lâmpadas para que o brilho seja igual?

Beto. Não sei como explicar professora

Do extracto das entrevistas embora o aluno Beto tenha respondido correctamente, vê-se aqui que o aluno não tem a menor ideia da causa microscópica da luminosidade das lâmpadas.

A mesma pergunta sobre o brilho das lâmpadas foi feita à aluna Berta. Em seguida se apresenta os extractos da entrevista.

P. ... Então Berta, poderia me explicar porque e que acha que o brilho é o mesmo?

Berta. Sim, é porque a energia que passa pelo fio é a mesma para todas as lâmpadas, então elas brilham do mesmo jeito

P. Hum!... existe alguma diferença entre energia e corrente eléctrica?

Berta. É a mesma coisa, professora, não são sinónimos?...

Ao justificar sua resposta, a Berta demonstrou uma fraca compreensão conceptual ao associar a corrente eléctrica directamente à energia. Essa resposta indica que, apesar de ter chegado à alternativa correcta, escolhendo a alínea b), Berta ainda possui uma compreensão imprecisa sobre a corrente eléctrica.

Prosseguindo com as entrevistas programadas, a professora manteve a conversa com a aluna Yara

P. Yara, o que tens a dizer sobre o brilho das lâmpadas no circuito em série?

Yara. Eu acho que a lâmpada L_1 brilha mais do que a lâmpada L_2 .

P. Certo... poderia explicar o motivo dessa escolha?

Yara. Sim, porque a corrente sai da bateria e chega primeiro na lâmpada L_1 , então ela recebe mais energia. Depois a corrente que sobra vai para a lâmpada L_2 , que brilha menos.

P. Entendi! E você acha que a corrente eléctrica vai diminuindo à medida que percorre o circuito?

Yara. Sim, acho que sim, porque a primeira lâmpada já usou parte dela.

A Yara apresenta uma concepção alternativa não aceite do ponto de vista da Física.

As entrevistas revelam que, mesmo entre os alunos que escolheram a alternativa correcta no questionário b) "*O brilho de L_1 é o mesmo que L_2* ", persistem concepções alternativas sobre o fenómeno físico em questão. No caso do aluno Beto, apesar da resposta correcta, sua justificativa baseia-se em uma observação superficial ("*porque o fio é o mesmo*"),

demonstrando ausência de compreensão sobre os processos físicos subjacentes, especialmente em nível microscópico.

A aluna Berta, por sua vez, também respondeu correctamente, mas sua justificativa aponta uma confusão conceitual clara entre energia e corrente eléctrica, tratando esses conceitos como sinónimos. Isso indica uma compreensão imprecisa, que pode interferir no entendimento mais profundo dos fenómenos eléctricos.

Já a aluna Yara apresenta uma concepção alternativa mais evidente, ao afirmar que a corrente eléctrica "vai diminuindo" ao longo do circuito e que a lâmpada L_1 brilha mais por estar mais próxima da bateria. Essa visão está em desacordo com a Física, que afirma que, em um circuito em série, a intensidade da corrente eléctrica é a mesma em todos os pontos do circuito.

Fica evidente que muitos alunos possuem respostas correctas por intuição, memorização ou tentativa, mas sem domínio conceptual adequado. Portanto, é essencial promover práticas pedagógicas que incentivem a exploração do raciocínio dos alunos, para que concepções alternativas sejam identificadas e trabalhadas de forma eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

Pergunta 3: O que acontece se um fio for retirado do terminal da bateria? A resposta correcta é "b) *A corrente eléctrica para de circular, e os componentes param de funcionar*", escolhida por sessenta e dois por cento (62%) dos alunos. Isso indica que um número significativo dos alunos reconhece que um circuito eléctrico precisa estar fechado para que a corrente circule.

Entretanto, trinta por cento (30%) dos alunos optaram pela alternativa "c) *Apenas metade dos componentes continuam funcionando*", o que sugere uma dificuldade em compreender a necessidade do circuito completo e fechado para a passagem da corrente.

Na mesma questão, cinco por cento (5%) escolheram a alínea a, que diz "*a) O circuito continuará funcionando normalmente*", mostrando que há alguma confusão sobre o papel da bateria no fornecimento de energia para o circuito. Esses equívocos foram trabalhados com a montagem e desmontagem dos circuitos.

Também, para observar a consistência das respostas para esta pergunta foram feitas entrevistas a dois (2) alunos.

Primeiro, se apresenta os extractos das entrevistas com o aluno Cino.

P. O que acontece se num circuito um dos fios for retirado do terminal da bateria? Pode me dizer?

Cino. Professora, pode explicar melhor essa pergunta?

P. Claro! Você respondeu na pergunta 3 que uma lâmpada apagaria e a outra continuaria acesa. Poderia me explicar por que acha isso?

Cino. Acho que um fio sempre tem um lado positivo e outro negativo. Então, se tirar um, só uma lâmpada perde energia, mas a outra ainda pode funcionar.

Uma observação das respostas dadas por Cino, denota-se que ele apresentou a concepção do modelo unilateral da corrente abordado por Coelho (2007, p.36).

Em seguida, a professora entrevistou a aluna Lara, colocando a mesma pergunta. Eis os extractos das entrevistas:

P. O que acontece se num circuito um dos fios for retirado do terminal da bateria? Pode me dizer?

Lara. Se tirarmos um e ficar um, né?

P. sim, um qualquer aleatoriamente, não importa qual, o que vai acontecer

Lara. A corrente não terá de onde terminar, ou começar, então as lâmpadas não vão acender.

Embora a Lara não conseguiu explicar fisicamente o fenómeno em detalhes, sua resposta demonstra uma compreensão intuitiva aceite do ponto de vista da Física. Reconhece que, ao remover um dos fios da bateria, o circuito fica interrompido, impedindo o fluxo da corrente eléctrica.

Fica evidente que entrevista é umas ferramentas pedagógicas valiosas para revelar as concepções alternativas subjacentes às escolhas dos alunos em questionários de múltipla escolha.

Enquanto Cino representa um grupo de alunos com concepções alternativas persistentes, Lara ilustra aqueles que, mesmo sem domínio técnico, caminham rumo a uma compreensão aceite cientificamente. Esses dados mostram que o ensino de circuitos eléctricos deve ir além da memorização de respostas e focar na exploração dos modelos mentais dos alunos, promovendo reflexões que permitam a superação das concepções alternativas.

Pergunta 4: No circuito II os componentes do circuito são os mesmos, o que acontece com o brilho de L_2 se for retirada L_1 do circuito? A resposta correcta é “c) O brilho de L_2 permanece o mesmo” foi escolhida por apenas treze por cento (13%) dos alunos. O que mostra que uma parte dos alunos trás consigo uma concepção aceita pela física, ao retirar L_1 , a corrente eléctrica não é afectada em L_2 , pois ambos os componentes estão em caminhos independentes. Essa resposta indica um bom entendimento do princípio básico dos circuitos paralelos.

Agora, trinta e sete por cento (37%) dos alunos optaram pela opção “d) O brilho de L_2 desaparece”. Essa foi a opção mais escolhida. Podem ter associado a remoção de um componente à interrupção do circuito como acontece nos circuitos em série, onde a falha de um componente afeta todo o sistema.

Outros vinte e cinco por cento (25%) escolheram a opção "*b) O brilho de L_2 aumenta*". Reflecte uma ideia de que, ao remover L_1 , a corrente poderia ser "redistribuída" para L_2 , fazendo com que seu brilho aumentasse.

Pergunta 5: Como a corrente eléctrica se comporta em um circuito misto? A alternativa correcta é "*c) A corrente eléctrica é menor nas lâmpadas em série*", escolhida somente por cinco por cento (5%) dos alunos. Isso indica que a grande maioria dos alunos tem dificuldades em compreender como a corrente se divide em um circuito misto.

A opção mais escolhida foi "*a) A corrente eléctrica é a mesma para todas as lâmpadas*", com quarenta e sete por cento (47%) das respostas. O que sugere que muitos alunos enxergam o circuito misto como um simples circuito em série, sem considerar a divisão da corrente nos ramos paralelos.

Além disso, vinte e cinco por cento (25%) dos alunos selecionaram "*b) A corrente eléctrica é menor nas lâmpadas do ramo paralelo*". O que demonstra uma confusão sobre a distribuição da corrente.

4.2 Análise dos Resultados do Pós-teste

Após a realização do pré-teste, deu-se início à realização da experiência (*vide o anexo 4 e 5*) com o objectivo de explicar os conceitos relacionados à intensidade da corrente eléctrica. O procedimento experimental utilizado está detalhado no anexo, onde serão apresentados os materiais, as etapas realizadas e as observações feitas durante o experimento.

Em seguida, foi aplicado o pós-teste para avaliar a evolução do entendimento dos alunos sobre o conceito em questão, comparando os resultados obtidos com os do pré-teste. Os dados colectados durante o pós-teste foram organizados e apresentados também na tabela 1 e nos gráficos, permitindo uma análise mais clara das mudanças nas concepções dos alunos após a intervenção experimental.

Pergunta 1: Após a realização do experimento, observou-se uma melhoria significativa na compreensão dos alunos sobre o funcionamento do circuito em série. Muitos passaram a reconhecer que a corrente eléctrica circula igualmente por todos os componentes do circuito e que, se houver uma interrupção, todas as lâmpadas apagarão simultaneamente. Apesar dessa evolução, alguns alunos ainda não conseguiram explicar o fenómeno de maneira totalmente

científica, mas suas respostas indicam uma aproximação maior ao conceito correcto, demonstrando que a experiência prática contribuiu para a correção de concepções alternativas.

Algumas das respostas sobre a pergunta 1, incluem: (1) "As lâmpadas acendem juntas porque a corrente passa por todas ao mesmo tempo", (2) "A intensidade da corrente é a mesma em todas as partes do circuito, então as lâmpadas funcionam igual", (3) "Se uma lâmpada queimar, todas apagam porque o caminho da corrente eléctrica é interrompido", e (4) "A bateria empurra a corrente pelo fio, e como o caminho é único, todas recebem a mesma corrente".

Embora algumas dessas explicações ainda apresentem imprecisões conceituais, como a ideia de que a bateria "empurra" a corrente, elas representam um avanço significativo em relação ao pré- teste, evidenciando o impacto positivo da intervenção experimental.

Pergunta 2: No circuito II os componentes do circuito são os mesmos, o que acontece com o brilho de L_2 se for retirada L_1 do circuito?

Depois da intervenção experimental, setenta e três por cento (73%) dos alunos responderam correctamente, tendo escolhido a opção (b) *O brilho de L_1 é o mesmo que L_2* (vide o gráfico 1).

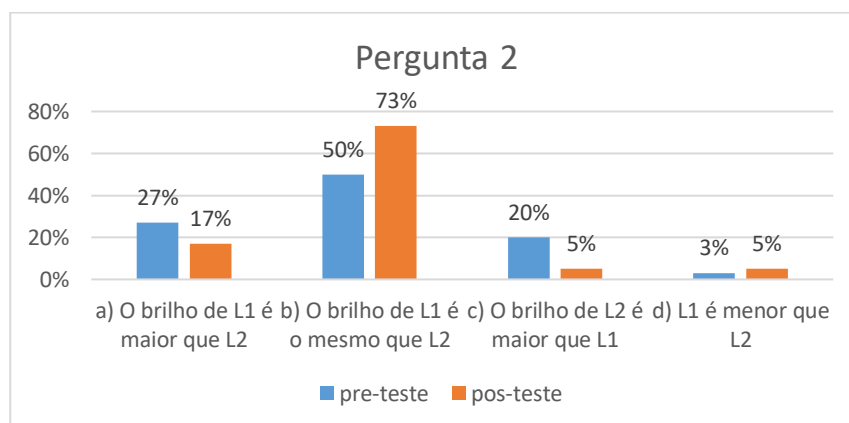


Gráfico 1: Resultados da pergunta 2, intensidade da corrente em um circuito em série.

Houve um aumento significativo de vinte e três por cento (+23%) em relação ao valor de cinquenta por cento (50%) no pré-teste, indicando que a maioria dos alunos compreendeu que, em um circuito em série, a corrente é a mesma em todos os pontos, resultando no mesmo brilho (intensidade) das lâmpadas.

Depois do pós-teste foram feitas entrevistas aos três (3) alunos que tinham sido entrevistados na fase do pré-teste com a finalidade de observar a consistência e evolução da compreensão sobre os conceitos em estudo.

Primeiro, se apresenta os extractos das entrevistas com o aluno Beto:

P. Beto, na pergunta 2, o que tens a dizer sobre o brilho das lâmpadas no circuito?

Beto: A alternativa correcta é a alínea (b), indicando que o brilho de L_1 é o mesmo que L_2

P. Ótimo... você poderia explicar o motivo dessa escolha?

Beto: Professora, em um circuito em série, as lâmpadas sempre brilham do mesmo jeito porque a intensidade da corrente eléctrica que passa por elas é a mesma.

P. Pode me explicar que acontece com a corrente eléctrica dentro do fio e das lâmpadas para que o brilho seja igual?

Beto: Acho que é porque a corrente eléctrica não se divide no circuito em série. Como não há outros caminhos para a correntes.

Depois da intervenção experimental, Beto apresenta uma explicação mais completa, demonstrando um avanço na compreensão do conceito. Ele agora reconhece que o brilho igual das lâmpadas está relacionado à intensidade da corrente eléctrica. Esse progresso sugere que a intervenção experimental contribuiu para uma melhor internalização do conceito.

Terminada a entrevista com o aluno Beto, agora foi convidada a aluna Berta a responder às questões das entrevistas relacionadas com a pergunta 2.

P. Poderia me explicar por que acha que o brilho das lâmpadas é o mesmo?

Berta: Sim, porque a corrente eléctrica que passa pelo fio é a mesma para todas as lâmpadas, então elas brilham do mesmo jeito.

P. Berta: o que é corrente eléctrica?

Berta. A corrente eléctrica é o movimento dos eletrões no circuito.

Após a intervenção experimental, Berta demonstra igualmente uma compreensão mais clara do conceito sobre a intensidade da corrente eléctrica.

A evolução nas respostas dos alunos Beto e Berta demonstra que, com o apoio metodológico adequado, os alunos são capazes de superar concepções alternativas e desenvolver explicações alinhadas com a ciência.

Esses avanços também reforçam a eficácia da estratégia metodológica utilizada na pesquisa, sobretudo no que se refere ao uso do pós-teste aliado às entrevistas como ferramenta para avaliar não apenas o acerto da resposta, mas a qualidade da compreensão alcançada pelos alunos.

Pergunta 3: A pergunta três (3) visava compreender dos alunos “o que acontece com o circuito se for retirado um dos fios?”. Após a intervenção experimental setenta e nove por cento (79%) dos alunos responderam correctamente (*vide gráfico 2*) (b) *A corrente eléctrica pára de circular, e os componentes param de funcionar.*

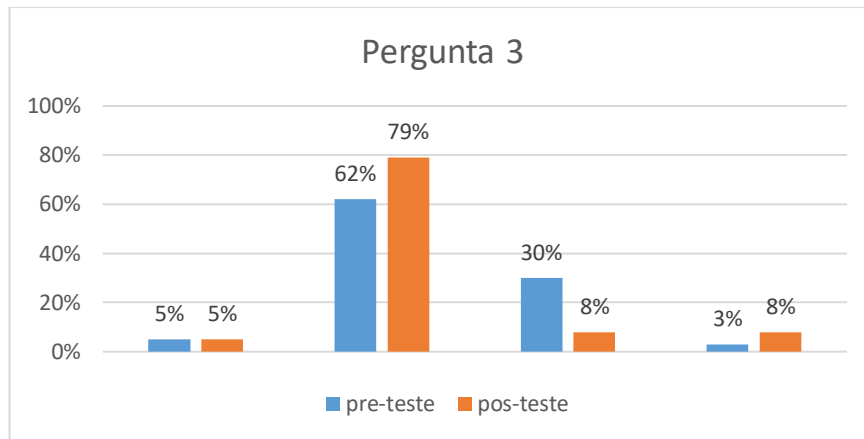


Gráfico 2: Resultados da pergunta 3, circuito fechado.

O aumento de dezassete por cento (+17%) em relação aos sessenta e dois por cento (62%) do pré-teste, sugere que os alunos consolidaram o entendimento sobre a necessidade de um circuito fechado para que a corrente eléctrica circule.

A pergunta 3 também foi objecto de entrevista e para observar a consistência das respostas foram feitas as entrevistas a dois alunos, cujos extratos das entrevistas se apresentam em seguida:

P. Cino..., O que acontece se, em um circuito, um dos fios for retirado do terminal da bateria? Pode me dizer?

Cino: Agora eu entendi melhor! Se um fio for retirado da bateria, o circuito fica interrompido, então a corrente eléctrica para de circular e todas as lâmpadas apagam. Porque a corrente precisa de um caminho completo para passar pelos componentes.

O aluno Cino, que anteriormente apresentava uma concepção alternativa baseada no modelo unilateral da corrente eléctrica, acreditando que parte do circuito poderia continuar funcionando mesmo com um fio desconectado, agora demonstra uma compreensão cientificamente adequada.

Ele reconhece que a corrente eléctrica precisa de um caminho completo para circular e que, ao retirar um fio da bateria, todas as lâmpadas apagam devido à interrupção do circuito.

Seguidamente, a pesquisadora entrevistou o aluno Gugu, que também mereceu muita atenção neste ponto, pois ele logo associou a resposta ao experimento outrora realizado.

P. ... O que acontece ao retirarmos um dos fios do terminal da bateria?

Gugu. Na experiência, quando tiramos, as lâmpadas apagam.

P. E por que isso aconteceu?

Gugu: Porque o circuito não funciona sem o fio. A corrente eléctrica não consegue passar, então as lâmpadas não acendem.

Gugu demonstrou que ainda lembrava da experiência realizada, associando correctamente a interrupção do circuito ao apagamento das lâmpadas. Sua resposta indica que o experimento foi significativo para sua aprendizagem, ajudando-o a compreender, de forma concreta, que a corrente eléctrica precisa de um caminho fechado para circular.

As respostas de Cino e Gugu evidenciam que a intervenção experimental com materiais de baixo custo foi eficaz na promoção da aprendizagem significativa. A vivência prática permitiu aos alunos relacionar teoria e observação, consolidando conceitos que antes eram fonte de dúvida ou mal-entendidos.

Além disso, essas entrevistas mostram que a aprendizagem não depende apenas da memorização de conteúdos, mas da compreensão activa baseada na experimentação e no raciocínio. O fato de os alunos conseguirem justificar suas respostas com explicações coerentes, e até fazer referência à experiência realizada, é um indicativo claro de que houve apropriação real do conhecimento, com potencial para ser transferido a outras situações-problema.

Esses resultados reforçam o valor das abordagens investigativas no ensino de Ciências, sobretudo em temas abstratos como os fenômenos eléctricos, onde a observação e a manipulação direta ajudam a desmontar concepções alternativas e construir significados mais próximos da ciência.

Pergunta 4: No circuito II os componentes do circuito são os mesmos, o que acontece com o brilho de L₂ se for retirada L₁ do circuito?

Cinquenta e cinco por cento (55%) dos alunos responderam corretamente tendo optado pela opção (c) O brilho de L₂ permanece o mesmo (*vide o gráfico 3*).

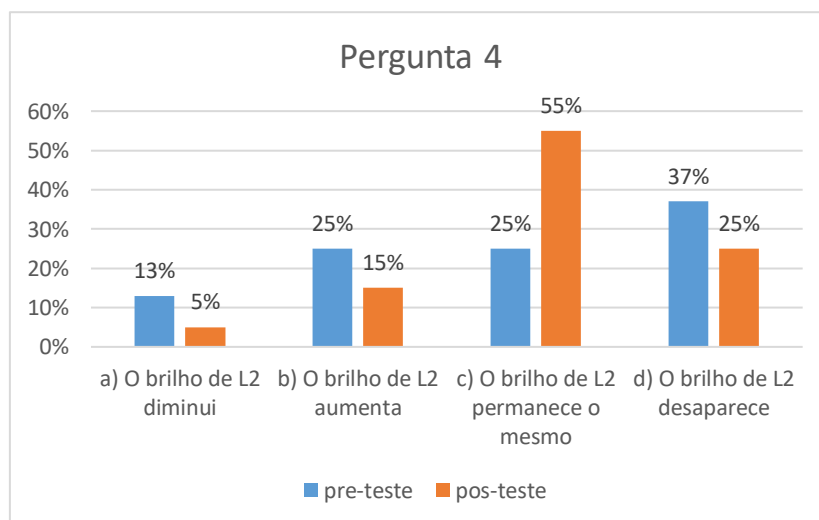


Gráfico 3: resultados da pergunta 4, intensidade da corrente eléctrica em um circuito em paralelo.

O facto de 55% dos alunos terem respondido corretamente no pós-teste, optando pela alternativa c) que afirma que *o brilho de L_2 permanece o mesmo*, demonstra um avanço significativo na compreensão do comportamento da corrente eléctrica em circuitos paralelos.

Esse resultado representa um aumento significativo de trinta por cento (+30%) em relação a vinte e cinco por cento (25%). Esse crescimento sugere que a intervenção pedagógica teve impacto positivo, ajudando os alunos a compreenderem que, em um circuito paralelo, a retirada de uma lâmpada não afeta o funcionamento da outra, já que cada uma está em um ramo independente.

Pergunta 5: Em um circuito misto (circuito III), o que acontece com a intensidade da corrente eléctrica ao atravessar cada conjunto de lâmpadas?

Cinquenta por cento (50%) dos alunos responderam corretamente (*vide o gráfico 4*), tendo optado pela opção (c) *A corrente eléctrica é menor nas lâmpadas em série*.

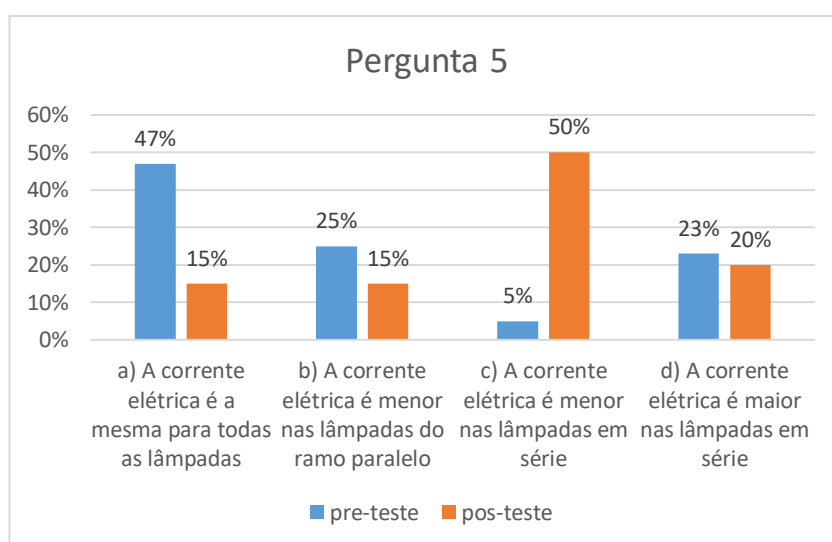


Gráfico 4: resultado da pergunta 5, intensidade da corrente eléctrica em um circuito misto.

Houve uma significativa melhoria em relação ao pré-teste, o aumento de, indicando que os alunos entenderam o comportamento da corrente eléctrica em um circuito misto.

Cinquenta por cento (50%) dos alunos responderam corretamente à pergunta sobre o comportamento da intensidade da corrente eléctrica em um circuito misto, escolhendo a opção (c), que afirma que *a corrente eléctrica é menor nas lâmpadas em série*. Esse número representa uma melhoria significativa de quarenta e cinco por cento (+45%) em relação ao desempenho observado no pré-teste de cinco por cento (5%).

O aumento expressivo sugere que a intervenção experimental e as actividades desenvolvidas foram eficazes para promover uma melhor compreensão dos alunos quanto ao funcionamento dos circuitos mistos, que combinam trechos em série e em paralelo. Os dados revelam progressos relevantes na aprendizagem sobre circuitos mistos, mas também sugerem a importância de continuar reforçando esses conteúdos para consolidar a compreensão dos alunos.

Capítulo V. Considerações finais e conclusão

Este capítulo foi reservado para as considerações finais dos objectivos, geral e específicos, também das entrevistas feitas com alguns alunos e as conclusões.

5.1 Considerações sobre o objectivo específico 1

Em relação ao primeiro objectivo específico, que consistia em identificar as principais concepções associadas ao conceito da corrente eléctrica contínua em circuitos eléctricos simples, verificou-se, tanto na revisão bibliográfica quanto na aplicação dos instrumentos de pesquisa, que os alunos apresentam diversas concepções alternativas, através dos dados dos testes verificou-se as seguintes (*Vide à tabela 3*):

Tabela3: Resumo das dificuldades conceptuais e concepções alternativas sobre o conceito da corrente eléctrica. **Fonte:** Autora

Corrente eléctrica	Dificuldades conceptuais	Concepções alternativas dos alunos
Circuito em série	Dificuldade em compreender que, num circuito em série, a corrente eléctrica é a mesma em todos os pontos.	1. Acreditam que uma lâmpada pode brilhar 2. Pensam que a ordem dos elementos influencia o brilho ou a intensidade da corrente.
Interrupção dos circuitos	Dificuldade em reconhecer que, ao retirar um fio da bateria, todo o circuito deixa de funcionar.	1. Pensam que apenas metade dos componentes continua a funcionar.
Efeito da retirada de uma lâmpada em série	Dificuldade em compreender que, ao retirar uma lâmpada em série, o circuito abre e a outra deixa de funcionar.	1. Pensam que o brilho da lâmpada remanescente diminui. 2. Outros acreditam que o brilho aumenta. 3. Parte considera que o brilho permanece igual.
Corrente eléctrica em circuito misto	Dificuldade em compreender que a intensidade da corrente varia conforme a configuração (série/paralelo).	1. Tendem a acreditar que a intensidade da corrente é sempre igual em todas as lâmpadas. 2. Alguns pensam que a intensidade é maior nas lâmpadas em série.

Estas concepções foram confirmadas nos dados do pré-teste e nas entrevistas, mostrando que se tratam de dificuldades persistentes também registadas na literatura, como referem autores como Coelho (2007), Dorneles, (2005), Saputro, et al., (2018) e outros. Assim, constatou-se a necessidade de trabalhar o conceito de forma prática e contextualizada, superando a limitação das abordagens tradicionais.

5.2 Considerações sobre o objectivo específico 2

No que se refere ao segundo objectivo específico que visava adoptar uma estratégia didáctica para ultrapassar as dificuldades identificadas, foi elaborada uma experiência de baixo custo, com o procedimento metodológico detalhado, que permitiu reformular as respostas do pré-teste.

Na questão 2, sobre o brilho das lâmpadas em série (Circuito I), muitos alunos inicialmente acreditavam que uma lâmpada brilha mais do que a outra. No entanto, depois das actividades experimentais, houve um aumento considerável de respostas correctas, com os alunos reconhecendo que as lâmpadas apresentam brilho igual, o que indica maior compreensão da conservação da corrente neste tipo de ligação.

Na questão 3, relacionada à retirada de um fio do terminal da bateria, observou-se que antes da intervenção um número considerável dos alunos acreditavam que o circuito continuaria a funcionar normalmente ou apenas parcialmente. Após a experiência prática, a maioria passou a responder que a corrente deixa de circular e todos os componentes param de funcionar, evidenciando compreensão da necessidade de um circuito completo.

5.3 Considerações sobre o objectivo específico 3

O terceiro objectivo visava analisar o impacto da intervenção metodológica, os resultados apresentados na Tabela 1 confirmam que a metodologia experimental contribuiu para avanços significativos.

Antes da intervenção experimental, a percentagem de alunos que dificuldades sobre a compreensão da corrente eléctrica era de vinte e oito por cento (28%) mas depois da actividade

experimental aumentou para cinquenta e um por cento (51%), demonstrando que a intervenção experimental foi responsável pelo desenvolvimento noptável.

As entrevistas pós-teste reforçaram o impacto positivo da intervenção. Os alunos passaram a apresentar justificativas mais coerentes, como no caso de Beto, que deixou de acreditar que a corrente se divide em série, ou de Cino e Gugu, que compreenderam a necessidade de um circuito fechado para o funcionamento dos componentes.

Apesar disso, notou-se que algumas concepções alternativas persistem, como a ideia de que a bateria é uma fonte de corrente constante ou a associação da corrente a um fluxo de energia. Isso indica que uma única intervenção experimental não é suficiente para eliminar todas as dificuldades, mas representa um passo importante no processo de mudança conceptual.

5.4 Conclusões

Portanto, a intervenção pedagógica baseada na experimentação contribuiu positivamente para o desenvolvimento do conhecimento dos alunos, mostrando que actividades práticas e contextualizadas são eficazes para superar concepções alternativas e promover uma aprendizagem mais significativa dos conceitos de electricidade.

O resultado mais noptável obtido nesta pesquisa talvez seja a confirmação da recorrência de concepções alternativas relatadas na literatura. Por exemplo, confirmou-se nesta pesquisa a prevalência da ideia de que a bateria é uma fonte de corrente eléctrica constante e além disso, alguns alunos associaram a corrente eléctrica a um fluxo de energia, conforme refere Caldeira, (2008).

As entrevistas realizadas antes e depois da realização de actividades experimentais confirmaram que a simples realização das experiências não é capaz de superar na totalidade as concepções alternativas mais persistentes, mas este tipo de abordagem pedagógica, ou seja, o uso de experiências e entrevistas clínicas, pode ser potencialmente útil para proporcionar a mudança conceptual, levando o aluno ao desenvolvimento de conceitos da corrente eléctrica em circuitos eléctricos simples.

5.5 Limitações da Pesquisa

Uma das principais limitações desta pesquisa foi a necessidade de sua realização dentro do âmbito de um projecto dirigido pelo supervisor. No entanto, devido a questões burocráticas, não foi possível obter o financiamento necessário para a execução das actividades planeadas. Isso restringiu a implementação de alguns aspectos metodológicos inicialmente previstos, exigindo adaptações para viabilizar a pesquisa com os recursos disponíveis.

Além disso, a pesquisa foi desenvolvida em um período de tensão política, o que impactou directamente a captação de recursos financeiros e flexibilidade da mesma. A instabilidade nesse contexto dificultou ainda mais a obtenção de apoio para a pesquisa, tornando desafiadora a aquisição de materiais e a realização de actividades complementares. Esses factores limitaram algumas escolhas metodológicas e influenciaram o andamento da pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Aquino, P; Silva, J; Medeiros, S (2023). *Ensino de circuitos elétricos pela teoria da aprendizagem significativa: contextualização no ensino e aprendizagem de física*. Contribuições a Las Ciências Sociales, São José dos Pinhais, v.16, n.8.
- Pasqualetto, T. I., Veit, E. A., & Araujo, I. S. (2017). Aprendizagem baseada em projetos no Ensino de Física: uma revisão da literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 551-577.
- Andrade, F; Barbosa, G; Silveira, F (2018). *Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 40, nº 3, e3406.
- Caldeira, F (2008). A Estratégia “Prediga-Observa-Explique” Suportada por Computador na Aprendizagem de Conceitos da Eléctricidade.” Dissertação- Universidade Aberta, Lisboa.
- Clement, L; Duare,D ; Fissmer, S (2010). *Concepções Espontâneas em Física: Calouros de um Curso de Licenciatura*. R.B.C.E.T., vol 3, num 2, mai./ago.
- Coelho, G (2007). *A evolução dos modelos explicativos dos estudantes sobre circuitos elétricos e sobre a natureza da luz em um currículo recursive*. Universidade federal de Minas Gerais, Faculdade De Educação, Belo Horizonte.
- Coelho, C (2011). *A evolução do entendimento dos estudantes em eletricidade: um estudo longitudinal*. Tese - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
- Dorneles, P (2005). *Investigação De Ganhos Aprendizagem De Conceitos Físicos Envolvidos Em Circuitos Eléctricos Por Usuários Da Ferramenta Computacional Modellus*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Gil, A. C. (2009). *Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa*, volume 4, 44-46.
- Küçüközer, H; Kocakulah,S (2007). *Secondary School Students’ Misconceptions about Simple Electric Circuits*. *Journal of Turkish science education* Volume 4, Issue 1.
- Köche, J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica : teoria da ciência e iniciação à pesquisa*, Petrópolis, RJ, vozes editoras.
- Laburu, C; Gouveia,A; Barros, M (2008). *Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais*. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 26, n. 1: p. 24-47.

- Moresi, E (2006). *Metodologia da pesquisa*. Universidade Católica de Brasília, programa de pós-graduação stricto sensu em gestão do conhecimento e tecnologia da informação, Brasília-DF.
- Oliveira, F. M (2011). *Metodologia Científica: Um manual para a realização de pesquisas em administração*. Universidade federal de goias, Campus catalão, Catalão-Go.
- Pacca, J; Fukui, A; Bueno M; Costa R; Amaral,E; Valério R; Mancini, S (2003). *Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum*. Cad.Bras.Ens.Fís., v.20, n.2: p.149-165.
- Rodrigues, D; Mota, A; Souza P (2019). *Circuitos Elétricos com Materiais de Baixo Custo: uma proposta pautada na aprendizagem significativa de Ausubel*. Revista do Professor de Física, v. 3, n. 1, p. 133-154.
- Filippo, D., Pimentel, M., & Wainer, J. (2011). *Metodologia de pesquisa científica em sistemas colaborativos*. Sistemas Colaborativos, 1, 379-404.
- Robaina, J; Fenner R; Martins L; Barbosa R; Soares J (2021). *Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação em ciências*. Bagai editora, volume 1.
- Raupp, F. M., & Beuren, I. M. (2006). *Metodologia da pesquisa aplicável às ciências. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*. São Paulo, Atlas editora, 76-97.
- Sacate, A; Mutimucuo, I; Kotchkareva, M (2023). *Uma exploração da contribuição de algumas estratégias para promover o desenvolvimento conceptual no domínio da electricidade*. Revista Científica ISU Research, Vol. 1, Nº.01.
- Salvador, A (2016). *O Ensino e a Aprendizagem dos Circuitos Elétricos: utilização de Analogias e da Resolução de Problemas*. Universidade de Coimbra, Departamento de Física da Universidade de Coimbra.
- Santos, R (2022). *Experimentos no ensino de Física: circuitos elétricos*. Pontifícia universidade católica de goiás escola de formação de professores e humanidades, Goiânia.
- Saputro,D; Sarwanto,S; Sukarmin,S; Ratnasari (2018). *Students' conceptions analysis on several electricity concepts*. Journal of Physics: Conf. Series 1013 (2018) 012043.
- Soares, J (2012). *Experimento com o uso de materiais de baixo custo como ferramenta pedagógica aplicado ao ensino de física: um estudo sobre circuitos elétricos no 3º ano do ensino médio*. Universidade federal do ceará, Centro de ciências, Departamento de física.
- Halliday, D; Resnick, R; Walker J (2016). *Fundamentos De Física III*, 4ª edição, LTC editora.

- Teixeira, A (2011). *Concepções alternativas em ciência: um instrumento de diagnóstico*. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Zara, R; Weizenmann, L (2020). *Sequência didática para ensino de eletricidade a partir de concepções espontâneas*. Arquivos do Mudi, volume 24, n. 3, p. 256-266.

ANEXOS

Anexo

O presente questionário foi elaborado com base em instrumentos já utilizados em investigações anteriores sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de corrente eléctrica em circuitos simples. Para assegurar a validade científica e a adequação metodológica, o questionário foi adaptado de Andrade et al., (2018) e Rodrigues et al., (2019), que investigaram a recorrência de concepções alternativas sobre corrente eléctrica em alunos do ensino básico.

A adaptação consistiu na selecção e reformulação de algumas perguntas, de modo a adequar o conteúdo ao contexto específico desta pesquisa, mantendo, contudo, a essência conceptual e metodológica proposta pelos autores originais.

1. Pré-teste e pós-teste

Arménia Adolfo Machava

Estudante Finalista da Universidade Eduardo Mondlane

Curso: Licenciatura em Física

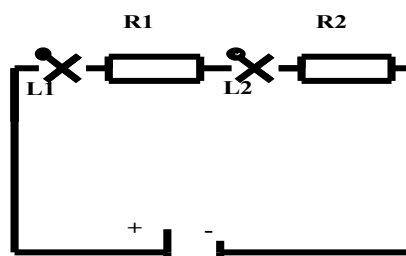
Nome: _____

Turma: _____

Leia atentamente as perguntas e responda, marque com X nas alternativas correctas. Evite rasuras!

1. Por que as lâmpadas acendem ou apagam todas juntas num circuito em série (Circuito I)?

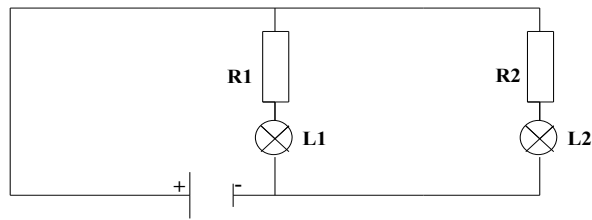
Resposta:



Circuito I

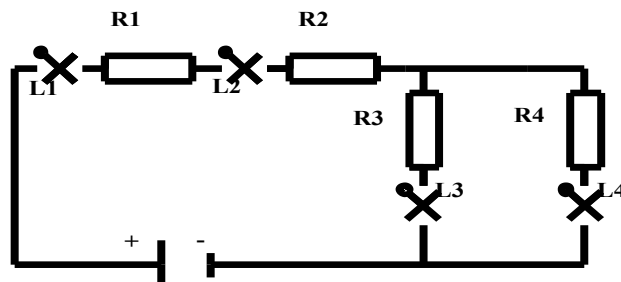
2. No circuito I, os componentes (as lâmpada L e as resistências R) são os mesmos e estão ligados na mesma bateria. Nesta situação:
- O brilho de L_1 é maior que L_2 . _____
 - O brilho de L_1 é o mesmo que L_2 . _____
 - O brilho de L_2 é maior que L_1 . _____
 - L_1 é menor que L_2 . _____
3. O que acontece com o circuito I se um dos fios for retirado do terminal da bateria?:
- O circuito continuará funcionando normalmente. ____
 - A corrente eléctrica para de circular, e os componentes param de funcionar. _____
 - Apenas metade dos componentes continua funcionando. _____
 - A intensidade de corrente eléctrica aumenta, pois há menos resistência. _____

4. No circuito II os componentes do circuito são os mesmos, o que acontece com o brilho de L_2 se for retirada L_1 do circuito?



Circuito II

- a) O brilho de L_2 diminui, pois, a intensidade da corrente se divide entre menos ramos. ____
- b) O brilho de L_2 aumenta, pois, a intensidade da corrente total será agora distribuída apenas para ela. ____
- c) O brilho de L_2 permanece o mesmo, pois o circuito permanece equilibrado. ____
- d) O brilho de L_2 desaparece, pois, o circuito estará incompleto. ____
5. Em um circuito misto (circuito III), o que acontece com a intensidade da corrente eléctrica ao atravessar cada conjunto de lâmpadas?



Circuito III

- a) A intensidade corrente eléctrica é a mesma para todas as lâmpadas, independentemente de estarem em série ou paralelo. ____
- b) A corrente eléctrica é menor nas lâmpadas que estão no ramo paralelo do que nas lâmpadas do ramo em série. ____
- c) A corrente eléctrica é menor nas lâmpadas que estão ligadas em série em comparação com as que estão em paralelo. ____
- d) A corrente eléctrica é maior nas lâmpadas que estão em série do que nas que estão em paralelo. ____

Anexo 2.



Foto: Realização do pré-teste na Escola secundaria Magoanine c

*Os nomes são fictícios para garantir a privacidade os alunos.

Anexo 4. Execução da experiência

