

# Mapeamento das dificuldades de aprendizagem dos conceitos básicos de electricidade entre alunos da 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes em três Escolas Secundárias do sul de Moçambique

Alexandre F. Dambe<sup>1,2\*</sup>, Inocente V. Mutimucio<sup>1</sup>, Adriano R. Sacate<sup>1,2</sup> e Marina Y. Kotchkareva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Educação, Universidade Eduardo Mondlane, Av. J. Nyerere, Campus Principal, UEM, Maputo, Moçambique

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Básicas, Instituto Superior de Transportes e Comunicações, Prol. Av. Kim Il Sung, Maputo, Moçambique

\*e-mail do autor correspondente: [alexandre.vishell@gmail.com](mailto:alexandre.vishell@gmail.com)

**Resumo** – O domínio dos conceitos básicos de electricidade é fundamental para o desenvolvimento académico dos alunos, uma vez que possibilita a compreensão de fenómenos científicos e tecnológicos. Contudo, o ensino destes conteúdos em Moçambique enfrenta sérias limitações, sobretudo devido à carência de laboratórios e materiais didácticos. Neste cenário, as concepções alternativas — entendimentos não científicos construídos a partir do senso comum e de experiências quotidianas — constituem obstáculos persistentes à aprendizagem. A presente pesquisa tem como objectivo mapear as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos da 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes na aprendizagem da corrente eléctrica, resistência, diferença de potencial e potência dissipada, em três escolas secundárias da região sul de Moçambique, bem como propor estratégias inovadoras que favoreçam o desenvolvimento conceptual. Os resultados do teste diagnóstico indicam a presença de concepções alternativas recorrentes, como a ideia de que a corrente é “consumida” ao longo do circuito, a crença de que resistências adicionadas em paralelo aumentam sempre a resistência total e a interpretação fragmentada da potência dissipada. Estas dificuldades revelam obstáculos epistemológicos, agravados pela ausência de práticas experimentais e pelo uso excessivo de métodos tradicionais centrados na memorização. Para superar tais barreiras, propõe-se a integração da metodologia POER (Prediga, Observe, Explique e Reflita) aliada à abordagem STEM, permitindo o uso de actividades práticas simples, reflexões críticas e aprendizagens interdisciplinares. Conclui-se que, mesmo em contextos com limitações estruturais, é possível promover uma mudança conceptual significativa, desde que se adoptem metodologias activas que coloquem o aluno no centro do processo de construção do conhecimento.

**Palavras-chave** – *Electricidade, Dificuldade de Aprendizagem, Concepções Alternativas, Desenvolvimento Conceptual.*

## I. INTRODUÇÃO

O Domínio dos conceitos básicos de electricidade é essencial para o crescimento académico dos alunos, pois facilita a compreensão de fenómenos nas áreas de engenharia, tecnologia e ciências. Contudo, o ensino destes

conceitos enfrenta grandes desafios, principalmente em escolas com recursos limitados, como muitas em Moçambique. Entre os principais obstáculos, destacam-se as concepções alternativas — entendimentos imprecisos que os alunos formam a partir de experiências diárias, influências familiares e até erros nos materiais didácticos (Vilanculo, Mutimucio & Silva, 2020; Leão, 2016). Embora essas concepções tenham sido estudadas desde a década de 1970, continuam a dificultar a aprendizagem desses conceitos básicos (Macêdo, Dickman & Andrade, 2012; Pereira, 2022).

Este estudo tem como propósito mapear as dificuldades de aprendizagem dos alunos assim como propor uma estratégia inovadora que possa promover o desenvolvimento conceptual desses alunos sobre esses conceitos básicos. Várias pesquisas mostram que a falta de materiais adequados e formação específica dos professores agrava as dificuldades de aprendizagem (INDE & MINEDH, 2021; MINEDH, 2022).

Considerando que os alunos das classes pré-universitárias (11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes) encontram-se num momento decisivo da consolidação destes conceitos, a presente pesquisa pretende contribuir de forma a tornar o ensino de electricidade mais acessível e eficaz, mesmo em ambientes com vários desafios. Ao identificar as principais dificuldades, espera-se oferecer subsídios para implementar estratégias didácticas e inovadoras que melhorem a qualidade do ensino e promovam a aprendizagem em Moçambique.

### 1.1. Contexto das Escolas Moçambicanas

O sistema educacional moçambicano enfrenta desafios históricos, especialmente desde a independência em 1975, quando o analfabetismo era de 93%. A guerra civil agravou essa situação, destruindo infraestruturas e prejudicando a qualidade do ensino (Fortes, Beirão & Santos, 2021). Apesar do crescimento económico após 1994, ainda persistem limitações estruturais que afectam sobretudo o ensino das ciências (MINEDH, 2020).

No ensino da Física, a ausência de laboratórios, a falta de materiais didácticos e as salas superlotadas restringem o ensino à teoria. Onde na electricidade, os conceitos básicos tais como corrente eléctrica, diferença de potencial, potência e resistência eléctrica tornam-se difíceis de entender e de assimilar (Halfen, 2025). Para

além de que os factores socio-económicos e culturais também influenciam o desempenho dos alunos.

O Plano Estratégico da Educação 2020-2029 procura melhorar a qualidade do ensino, mas enfrenta desafios como falta de recursos e baixa qualificação dos professores. Apesar do governo destinar entre “18% e 22% do orçamento à educação, o valor não cobre as necessidades de infra-estrutura, especialmente laboratórios do ensino” (MINEDH, 2020). A falta de práticas experimentais dificulta o desenvolvimento do pensamento científico e a compreensão dos fenómenos eléctricos.

Nos currícula da 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes, a electricidade é fundamental para o raciocínio lógico-científico, mas a ausência de laboratórios compromete a aprendizagem e mantém dominantes as concepções alternativas (INDE & MINEDH, 2021; Vilanculo et al., 2020). Os resultados da pesquisa feita em Fortes et al. (2021) indicam que 53,7% das escolas secundárias e superiores não dispõem de laboratórios adequados, o que afecta a formação académica e profissional dos alunos.

Perante este quadro, esta pesquisa pretende diagnosticar as dificuldades na aprendizagem da electricidade e sugerir soluções inovadoras. Neste contexto, torna-se necessário aprofundar a compreensão sobre os obstáculos que dificultam a aprendizagem dos conceitos básicos de electricidade nas escolas moçambicanas. Para isso, é fundamental identificar com clareza o problema que esta pesquisa se propõe a investigar, conforme apresenta-se seguir.

### 1.2. Problema de Pesquisa

A aprendizagem dos conceitos básicos de electricidade na maioria das escolas secundárias moçambicanas enfrenta desafios que limitam o desenvolvimento conceptual dos alunos, particularmente, a falta de laboratórios e de materiais didácticos adequados dificulta a compreensão prática dos fenómenos eléctricos (Krause & Scheld, 2018; Mutimucuo, 1998; Morales, 2016). Além disso, há poucos estudos sobre estratégias inovadoras para o ensino da electricidade no contexto moçambicano, o que torna difícil a adopção de metodologias mais eficazes (Marco & Pinto, 2003).

A literatura revela que grande parte das dificuldades advém das concepções alternativas dos alunos e pelo método tradicional utilizado pelo professor, que foca muitas vezes na memorização de fórmulas e não na compreensão profunda, o que trás uma visão equivocada dos conceitos (Nascimento, 2010; Andrade, Barbosa, Silveira e Santos, 2018; Lima, 2019; Leão, 2016).

No contexto escolar local, a falta de laboratórios e outros recursos pedagógicos agrava essa situação tornando o ensino teórico insuficiente para superar essas dificuldades, especialmente nos conceitos básicos da electricidade (Krause & Scheld, 2018; Mutimucuo, 1998). Várias pesquisas feitas em outros contextos e internacionalmente indicam que o uso de tecnologias educativas e actividades práticas pode melhorar a aprendizagem (Scarpato Júnior, 2017; Amaral, 2021; Carvalho & Araújo, 2022), mas a sua aplicação prática em escolas moçambicanas ainda enfrenta

desafios, dadas as suas limitações.

Esta pesquisa pretende contribuir para a melhoria do ensino da electricidade com estratégias inovadoras ajustadas à realidade das escolas e às necessidades dos alunos. A pergunta que guia esta pesquisa é:

*“Quais são as principais dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos alunos da 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes na compreensão dos conceitos básicos de electricidade em três escolas secundárias do Sul de Moçambique?”*

Perante esta realidade, conhecer as ideias que os alunos trazem para a sala de aulas sobre esses conceitos básicos é um passo importante para melhorar as práticas de ensino. Neste sentido, este trabalho tem como objectivo central e específicos os que se apresentam a seguir.

### 1.3. Objectivo Geral da Pesquisa

Mapear as dificuldades de aprendizagem dos conceitos básicos de electricidade entre alunos da 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes de três escolas secundárias do Sul de Moçambique.

### 1.4. Objectivos Específicos

1. Identificar as dificuldades incluindo as concepções que os alunos da 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes enfrentam na aprendizagem dos conceitos de corrente, resistência, diferença de potencial e potência dissipada.
2. Propor estratégias didácticas adequadas que ajudem os alunos a superar essas dificuldades e a construir uma compreensão mais clara dos conceitos estudados.

### 1.5. Perguntas de Pesquisa

1. Quais são as dificuldades incluindo as concepções que os alunos da 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes enfrentam na aprendizagem dos conceitos de corrente, resistência, tensão e potência dissipada?
2. Que estratégias didácticas podem ser propostas para ajudar os alunos a superar essas dificuldades e melhorar o seu desenvolvimento conceptual?

## II. DEFINIÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELECTRICIDADE

### 2.1. Corrente Eléctrica

A corrente eléctrica é definida como o movimento ordenado de cargas eléctricas ao longo de um condutor, o que exige a presença de electrões livres e uma tensão eléctrica aplicada nos seus extremos (MINEDH-DNES, 2021). A partir deste processo manifesta-se o efeito Joule, um fenómeno que provoca o aquecimento do condutor quando por ele passa a corrente eléctrica. Este efeito está na base do funcionamento de equipamentos como aquecedores, chuveiros eléctricos, secadores de cabelo e lâmpadas incandescentes, entre outros.

Na Unidade Temática IV do livro da 11<sup>a</sup> Classe, a intensidade da corrente eléctrica (I) é definida como “a quantidade de carga que atravessa uma secção de condutor por unidade de tempo” (MINEDH & DNES, 2021).

## 2.2. Resistência Eléctrica

Paiva e Texeira (2023) consideram que a “resistência eléctrica representa a oposição que um material oferece à passagem de corrente eléctrica” quando é submetido a uma diferença de potencial medida em Ohm. Matematicamente, resistência eléctrica pode ser definida pela primeira lei de Ohm, conforme a equação (1).

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

Onde R é a resistência, V a tensão e I a intensidade da corrente eléctrica.

## 2.3. Potencial Eléctrico (Tensão)

A diferença de potencial é o “trabalho realizado por um campo eléctrico ao mover uma carga de prova de um ponto mais distante para um outro ponto mais próximo” (Alvarenga & Máximo, 2006).

## 2.4. Potência Dissipada

A potência eléctrica de um aparelho eléctrico corresponde “a quantidade de energia eléctrica transformada em outras formas de energia, por unidade de tempo, medida em watts” (Scarpatti, 2018).

Para favorecer o entendimento integrado dos conceitos de corrente, resistência, tensão e potência dissipada deve-se promover uma aprendizagem significativa, alinhada às necessidades dos alunos e ao contexto social e tecnológico (INDE-MINED, 2010), da seguinte forma:

- Realizar experiências onde os alunos para além de construir circuitos simples, poderão medir as grandezas utilizando instrumentação adequada (multímetro);
- Uso de softwares educacionais para modelar circuitos e visualizar como a variação da resistência afecta a corrente e a potência;
- Resolução de exercícios práticos que envolvam a análise de redes eléctricas e cálculo de tensão em nós e corrente em ramos;
- Promoção de debates reflexivos sobre a eficiência energética de dispositivos e fontes de energia sustentáveis.

Deste modo, as estratégias apresentadas constituem a base para a proposta desta pesquisa, que procura promover o desenvolvimento conceptual dos alunos por meio de práticas inovadoras e adaptadas ao contexto escolar moçambicano.

## 2.5. Tipos de Dificuldades na Aprendizagem de Ciências

A aprendizagem das Ciências Naturais em Moçambique, particularmente de Física, enfrenta uma série de dificuldades. Uma das principais dificuldades é a abstracção dos conceitos científicos, como electrões ou

átomos, difíceis de visualizar e contextualizar, levando à formação de concepções alternativas e dificultando a aprendizagem significativa (Nonenmacher, 2007; Nehring, Silva, Trindade, Pietrocola, Leite e Pinheiro, 2000). A superação desses obstáculos exige integração entre os conhecimentos prévios dos alunos e experiências do seu quotidiano (Leão, 2016), bem como metodologias activas que promovam mudança conceptual (Duart & Zanatta, 2016).

Outro desafio reside na linguagem científica, cuja complexidade é agravada pelo facto de poucos alunos moçambicanos terem o português como língua materna (MINEDH, 2020). O uso de termos técnicos e ambíguos pode dificultar a compreensão, sendo necessária a alfabetização científica para uma apropriação efectiva dos conteúdos (Oliveira, Freire, Carvalho, Azevedo, Freire e Baptista, 2009; Nehring et al., 2000).

As metodologias tradicionais, centradas na memorização e uso exclusivo de livros, desmotivam os alunos e pouco contribuem para o desenvolvimento conceptual, sobretudo em contextos com poucos recursos (Melo et al., 2012; Fortes et al., 2021). Bachelard (1996) alerta que esse ensino dogmático – sem questionamento – inibe o espírito científico, afastando os alunos da investigação crítica.

Vários estudantes não conseguem compreender a aplicação dos conteúdos ministrados, o que afecta a motivação e o processo de aprendizagem (Vilanculo et al., 2020; Melo et al., 2012). Para superar esta dificuldade, recomenda-se a contextualização do ensino e a realização de actividades práticas e experimentais (Nehring et al., 2000).

Do ponto de vista cognitivo, dificuldades como o raciocínio abstracto e a limitação na memória de trabalho afectam o desempenho dos alunos (Mól & Wechsler, 2008). Os “obstáculos epistemológicos”, conforme Bachelard (1996), exigem metodologias que desafiem o senso comum e promovam rupturas construtivas no conhecimento prévio (Lopes & Piaget, 1996; Jófili, 2002).

Factores sociais, culturais e económicos como a pobreza, não uso de electrodomésticos, contribuem para a desigualdade na alfabetização científica dos alunos (MINEDH, 2020). Essa realidade compromete o desenvolvimento de competências científicas e o interesse pelas áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

## 2.6. Concepções Alternativas e Dificuldades de Aprendizagem no Estudo da Electricidade

As concepções alternativas são ideias que os alunos têm e que resultam de experiências pessoais (do senso comum), muitas vezes incompatíveis com a ciência (Duart & Zanatta, 2016). Essas concepções, especialmente no ensino de electricidade, reflectem interpretações individuais sobre fenómenos abstractos ou invisíveis (Gobara et al., 2002). Marcos e Pinto (2003) definem-nas como ideias prévias incorrectas em relação às abordagens científicas, e Freiesleben et al. (2013) afirmam que elas “...criam barreiras para a construção de novos modelos mentais...”.

Essas concepções também são vistas como informações adquiridas na educação informal, mas que não têm base científica (Leão, 2016; Krause & Scheld, 2018). No contexto do ensino de electricidade, elas surgem devido à dificuldade dos alunos em compreender conceitos abstractos, agravada pela falta de recursos, como laboratórios, nas escolas (Duart & Zanatta, 2016). Este é também o caso para a realidade das escolas moçambicanas.

Essas dificuldades de aprendizagem, particularmente na área de electricidade, anteriormente têm sido objecto pesquisas, especialmente no ensino médio. Por exemplo, Leão (2016) identificou que muitos alunos têm dificuldades em compreender os conceitos básicos como corrente, tensão e resistência devido à natureza abstrata desses conceitos. Ainda segundo este autor, nota-se a confusão entre corrente e tensão, sendo que muitos alunos acreditam que a corrente é consumida nas lâmpadas ou que a resistência reduz a corrente de forma proporcional, considerando que a tensão é constante.

Ainda segundo Krause e Scheld (2018), o estudo realizado com estudantes de engenharia revelou concepções alternativas semelhantes, demonstrando que essas dificuldades não se limitam ao ensino básico, mas também afectam os níveis superiores. Esses resultados reforçam a necessidade de rever as abordagens pedagógicas, tanto no ensino médio quanto no superior, de forma a facilitar a compreensão de conceitos abstractos.

As concepções alternativas representam um grande obstáculo para a aprendizagem, e sua superação é

dependente de uma abordagem pedagógica adequada.

A Tabela 1 que sintetiza as principais dificuldades conceptuais observadas entre os alunos do ensino médio e superior, bem como as concepções alternativas mais recorrentes associadas a cada conceito abordado, conforme Dorneles (2005) e Caldeira (2008).

As dificuldades e concepções alternativas encontradas mostram que muitos alunos constroem as suas próprias ideias sobre electricidade, muitas vezes baseadas no senso comum ou em experiências do dia a dia. Quando essas ideias não são identificadas nem discutidas em sala de aula, acabam por se manter e atrapalhar a aprendizagem dos conceitos científicos.

## 2.2. Enquadramento Teórico da Pesquisa

O desenvolvimento conceptual refere-se ao processo de transformação das concepções alternativas dos alunos em conceitos cientificamente aceites (Mortimer, 1996). Este processo implica uma reorganização do conhecimento prévio dos alunos, promovida por interações sociais e experiências que favorecem a construção de novos entendimentos (Duit & Rhöneck, 1998). No contexto desta pesquisa, o desenvolvimento conceptual é fulcral para a evolução das ideias dos alunos sobre os conceitos básicos de electricidade, possibilitando a transição de interpretações intuitivas para um entendimento mais científico e robusto.

Tabela 1. Síntese das dificuldades conceptuais e concepções alternativas detectadas e identificadas na literatura (adaptado de Dorneles, 2005; Caldeira, 2008).

Conceitos	Dificuldades Conceptuais	Concepções Alternativas
<b>1. Corrente Eléctrica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compreender que a intensidade da corrente eléctrica num circuito depende das características da fonte, mas também da resistência equivalente do agrupamento acoplada aos seus terminais.</li> <li>2. Reconhecer a conservação espacial da corrente eléctrica.</li> <li>3. Feconhecer que a intensidade da corrente eléctrica não depende da ordem em que se encontram os elementos no circuito nem do sentido da corrente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a)... pensar que a corrente é consumida no circuito.</li> <li>b)... pensar que a corrente se desgasta ao passar por uma resistência eléctrica.</li> <li>c)... acreditar que a ordem dos elementos no circuito e o sentido da corrente eléctrica são relevantes.</li> <li>d)... pressupor que a fonte fornece os portadores de carga responsáveis pela corrente eléctrica no circuito.</li> <li>e)... pensar que a bateria é uma fonte de corrente eléctrica constante e não como uma fonte de diferença de potencial constante.</li> </ol>
<b>2. Diferença de Potencial</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distinguir os conceitos de diferença de potencial e de corrente eléctrica.</li> <li>2. Distinguir os conceitos de diferença de potencial e de potencial eléctrico.</li> <li>3. Reconhecer que uma bateria ideal mantém uma diferença de potencial constante entre os seus terminais.</li> <li>4. Calcular a diferença de potencial entre pares de pontos ao longo do circuito</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>f)... perceber a diferença de potencial como uma propriedade da corrente eléctrica.</li> <li>g)... considerar que as diferenças de potencial entre os pontos ao longo do circuito permanecem constante.</li> <li>h)... associar o brilho da lâmpada com o valor do potencial em um dos terminais da lâmpada.</li> <li>i)... frequentemente pensar na resistência equivalente no circuito como se fosse uma propriedade de um elemento individual do circuito.</li> </ol>
<b>3. Resistência Eléctrica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distinguir resistência equivalente de uma parte do circuito e a resistência eléctrica de um elemento individual.</li> <li>2. Perceber que a resistência equivalente é uma abstração útil para obter a corrente total.</li> <li>3. Compreender que a divisão da corrente eléctrica num ponto de junção do circuito depende da configuração do circuito.</li> <li>4. Identificar associações em série e em paralelo, e distinguir as suas implicações no circuito.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>j)... ao determinar como se divide a corrente eléctrica em ramos paralelos de um circuito, considerar somente o número de ramos e não as resistências eléctricas relativas dos vários ramos.</li> <li>k)... pensar que um resistor reduz a corrente por x, dois resistores vão reduzir por 2x, independentemente do arranjo dos resistores.</li> <li>l)... considerar que resistores alinhados em série estão associados em série quer haja uma junção ou não entre eles e que resistores alinhados geometricamente em paralelo mesmo se há uma bateria no ramo.</li> </ol>

Uma das principais contribuições teóricas para essa abordagem é a teoria dos obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard. Segundo Bachelard (1966), os obstáculos epistemológicos são barreiras que dificultam a resolução de problemas científicos, podendo ser de natureza cognitiva ou material. Ele distingue entre “obstáculos materiais” — ligados à falta de recursos — e “obstáculos espirituais”, como concepções errôneas construídas ao longo da experiência (Bachelard, 1947). No ensino da electricidade, essas barreiras manifestam-se, por exemplo, em ideias equivocadas como a de que a corrente eléctrica é consumida pelas lâmpadas. Tais concepções devem ser superadas para que os alunos desenvolvam uma compreensão científica sólida.

Neste estudo, a teoria de Bachelard será utilizada para identificar os obstáculos enfrentados pelos alunos, sendo que a sua superação requer estratégias pedagógicas que desafiem activamente as concepções prévias e incentivem o desenvolvimento conceptual (Bachelard, 1966). Como destaca De Melo (2006), esta superação é essencial ao progresso científico e exige métodos de ensino que integrem teoria e prática, promovendo uma aprendizagem significativa.

Complementarmente, a teoria de Jean Piaget concebe a aprendizagem como “um processo de adaptação, que ocorre por meio da assimilação e da acomodação” (De Castro & Tredezini, 2014). A compreensão dos conceitos básicos de electricidade pode ser favorecida quando se respeitam os estágios do desenvolvimento cognitivo dos alunos, permitindo-lhes reconstruir suas concepções iniciais em direcção a uma compreensão mais científica. Nesta perspectiva, o progresso conceptual será analisado a partir da forma como os alunos ajustam suas interpretações ao entrarem em contacto com novas situações, integrando-as nos seus esquemas cognitivos prévios.

Esta abordagem valoriza práticas pedagógicas que fomentem a participação activa dos alunos na construção do conhecimento, facilitando o equilíbrio entre o que eles já sabem e o que precisam aprender. Nessa linha, a teoria sociocultural de Vygotsky (1978) destaca a importância da mediação social na aprendizagem, ocorrendo na chamada Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que representa o que o aluno pode aprender com o apoio de um interlocutor mais experiente. As ferramentas culturais, como a linguagem, desempenham um papel essencial nesse processo (Vygotsky, 1986).

Neste estudo, a teoria de Vygotsky será aplicada para analisar como as interacções sociais e culturais — incluindo as condições socioeconómicas das escolas moçambicanas — influenciam a aprendizagem dos conceitos de electricidade. Será dada especial atenção à importância do suporte pedagógico e de recursos didácticos que auxiliem os alunos a ultrapassar as dificuldades específicas do seu contexto escolar.

### 2.3. Estratégias Inovadoras de Ensino Centradas no Aluno

Considerando que o ensino dos conceitos básicos da electricidade permanece um desafio nas escolas

moçambicanas, torna-se necessário adoptar estratégias inovadoras que coloquem o aluno no centro do processo de aprendizagem e incentivem o desenvolvimento de competências por meio da participação activa.

Entre essas estratégias, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que convida os alunos a resolverem situações reais, desenvolvendo o pensamento crítico e tornando o professor um facilitador (Lima et al., 2019; Souza & Dourado, 2015). As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e as simulações digitais, como as da plataforma PhET, também têm mostrado bons resultados ao permitir a visualização e manipulação de fenómenos eléctricos, mesmo sem equipamentos físicos de laboratório (Santos, 2006; Neves & dos Santos, 2021).

Outra abordagem eficaz é o método POER – Prediga, Observa, Explica e Reflete –, que, com materiais simples e facilmente acessíveis, incentiva a experimentação prática e a reflexão sobre os fenómenos observados (Leite, 2002; Caldeira, 2008). Esta estratégia é especialmente adequada para realidades escolares com poucos recursos, como é o caso de muitas escolas moçambicanas.

Para reforçar o impacto destas práticas, propõe-se nesta pesquisa a combinação entre o método POER e a abordagem STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). A metodologia STEM, originada nos Estados Unidos e adoptada por vários países, tem um carácter interdisciplinar e estimula a criatividade dos alunos ao integrá-los em projectos práticos e contextualizados. Esta integração permite que os alunos apliquem conhecimentos científicos e matemáticos na construção de soluções, mesmo com recursos de baixo custo, como fios, pilhas, retalhos de madeira ou pequenos motores.

Segundo Neves e dos Santos (2021), estas ferramentas, quando bem articuladas com os conteúdos teóricos, contribuem para uma aprendizagem mais visual, dinâmica e significativa. Em Moçambique, onde as condições de ensino são muitas vezes limitadas, esta abordagem mista entre POER e STEM, com o uso de materiais locais ou recicláveis, representa uma alternativa realista e eficaz para o ensino da electricidade.

Assim, defende-se que a estratégia mais adequada ao contexto moçambicano é a integração entre o POER e a metodologia STEM, utilizando materiais de fácil acesso ou de baixo custo, promovendo, assim, uma aprendizagem mais activa, inclusiva e centrada no aluno.

## III. METODOLOGIA

Quanto a natureza a investigação é empírica, pois baseou-se na recolha de dados directos e observáveis do fenómeno em análise. Neste estudo, procurou-se mapear as dificuldades de aprendizagem e as concepções alternativas dos alunos sobre conceitos básicos da electricidade, com base nas respostas ao questionário diagnóstico.

Quanto a abordagem do problema adaptou-se uma metodologia mista. A vertente qualitativa permitiu compreender os significados, crenças, atitudes e valores dos participantes, os quais não se reduzem a variáveis mensuráveis (Lima, 2021), enquanto a vertente quantitativa possibilitou a análise numérica das respostas obtidas.

Quanto aos objectivos da pesquisa a investigação teve um enfoque inicial de carácter exploratório, englobando levantamento bibliográfico e aplicação de questionários a alunos com vivências escolares relacionadas ao tema.

E quanto aos procedimentos técnicos, tratou-se de uma pesquisa de campo, “direccionada à descrição e compreensão do fenómeno observado, tanto sob a perspectiva dos dados recolhidos quanto das relações identificadas entre os elementos em análise” (Marconi & Lakatos, 2003). O trabalho centrou-se num número limitado de participantes, sem aplicação de técnicas probabilísticas de amostragem.

### 3.2. População

A população-alvo desta pesquisa foi constituída por 2.392 alunos (1.261 do género feminino e 1.131 do género masculino) que frequentaram a disciplina de Física nas 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> Classes em três escolas seleccionadas e codificadas a saber: Escola Secundária da Manhica (Escola A), na Província de Maputo, Escola Secundária de Chidenguele-Mandlakazi (Escola B), na Província de Gaza e Escola Secundária 25 de Novembro de Quissico-Zavala (Escola C), na Província de Inhambane. Deste total, 801 alunos (sendo 324 do sexo feminino e 477 do sexo masculino) pertenciam à Escola A; 432 alunos (247 do sexo feminino e 185 do sexo masculino) à Escola B; e 1.159 alunos (690 do sexo feminino e 469 do sexo masculino) à Escola C.

### 3.3. Amostra

A amostra, foi constituída por 132 alunos da 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> Classes, dos quais 62 do género masculino e 61 do género feminino, com idades compreendidas entre os 16 e os 20 anos. Os participantes eram provenientes de três escolas secundárias localizadas na zona sul de Moçambique, sendo 38 alunos da Escola A, 48 da Escola B e 37 da Escola C.

A selecção desta amostra resultou da conveniência e dos critérios definidos pelo projecto interdisciplinar PE-98 da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), entidade responsável pelo financiamento integral da pesquisa. Este número correspondeu aos alunos que compareceram aos encontros marcados para as actividades da pesquisa, embora o limite máximo estabelecido no âmbito do referido projecto fosse de 150 alunos.

Os alunos participantes encontravam-se no quarto estágio do desenvolvimento cognitivo do Piaget (o estágio das operações formais), fase em que “o pensamento já permite a formulação de hipóteses e a dedução de conclusões sem depender exclusivamente da observação concreta” (Piaget, 1999). Tal facto indica que os alunos já eram capazes de realizar raciocínios mais abstractos e elaborados, embora ainda necessitassem de estímulos e orientações adequadas para o desenvolvimento pleno dessa capacidade.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

A presente pesquisa utilizou dois instrumentos principais: questionário e revisão bibliográfica, cada para

responder a cada uma das perguntas de investigação.

Para responder a primeira pergunta (Quais são as dificuldades incluindo as concepções que os alunos da 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes enfrentam na aprendizagem dos conceitos de corrente, resistência, tensão e potência dissipada?), foi aplicado um teste de diagnóstico com base no DIRECT (*Determining and Interpreting Resistive Electric Circuit Test*), contendo 15 questões de escolha múltipla (Nascimento, 2010; Caldeira, 2008). O teste de diagnóstico aplicado pode ser encontrado no material complementar, cujo link está disponível no final deste artigo (após as referências).

Para a segunda pergunta (Que estratégias didácticas podem ser propostas para ajudar os alunos a superar essas dificuldades e melhorar o seu desenvolvimento conceptual?), recorreu-se à revisão da literatura, que forneceu base teórica para identificar metodologias adequadas ao contexto dessas escolas envolvidas na pesquisa (Fortes et al., 2021; Krause & Scheld, 2018).

Com a aplicação do questionário nas três escolas participantes, foram obtidos dados relevantes que permitem compreender melhor as dificuldades de aprendizagem e as concepções alternativas dos alunos. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos, acompanhados da sua respectiva análise e interpretação.

## IV. ANALISE QUANTITATIVO E QUANTITATIVA

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados em forma de frequência das respostas onde destacam-se as respostas correctas.

Tabela 2: Respostas por questão (frequência). As respostas correctas estão destacadas em negrito.

Questão	Opções					Acertos (%)	Erros (%)
	A	B	C	D	E		
Q1	54	12	<b>57</b>	---	---	46,34	53,66
Q2	17	17	81	<b>8</b>	---	6,501	93,50
Q3	<b>46</b>	30	46	1	---	37,40	62,60
Q4	20	24	<b>68</b>	9	2	55,28	44,72
Q5	49	9	<b>59</b>	5	1	47,97	52,03
Q6	53	<b>33</b>	37	---	---	26,83	73,17
Q7	39	<b>31</b>	53	---	---	25,20	74,80
Q8	<b>37</b>	5	60	21	---	30,08	69,92
Q9	37	49	<b>37</b>	---	---	30,08	69,92
Q10	12	6	71	<b>34</b>	---	27,64	72,36
Q11	47	32	<b>44</b>	---	---	35,77	64,23
Q12	11	6	65	<b>15</b>	26	12,20	87,80
Q13	35	<b>51</b>	37	---	---	41,46	58,54
Q14	23	25	34	<b>41</b>	---	33,33	66,67
Q15	30	34	<b>59</b>	---	---	47,97	52,03

Observando a Tabela 2 nota-se que, as questões Q3, Q9, Q11 e Q14 apresentaram menor desempenho (< 40%), indicando dificuldades com conceitos abstractos e análise de circuitos. As questões Q2, Q4, Q10 e Q12 tiveram melhor desempenho (> 55%), mostrando bom domínio de conceitos. A maioria das questões (40 – 55%) revela dificuldades moderadas, e os erros distribuídos por várias opções sugerem concepções alternativas diversas.

### 4.1. Análise da Questão Relacionada a Corrente Eléctrica

**Questão 2 (Q2):** No circuito da Figura 1, “Se aumentarmos o valor da resistência  $R$  o que acontece à corrente nas lâmpadas  $L_1$  e  $L_2$ ?”

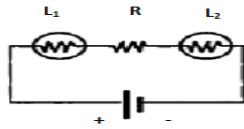


Figura 1. Esquema do circuito eléctrico, usado na Questão 2, contendo as lâmpadas  $L_1$  e  $L_2$  e o resistor  $R$ .

Opções de resposta para a Q2:

- A.   $L_1$  mantém-se e  $L_2$  diminui
- B.   $L_2$  mantém-se e  $L_1$  diminui
- C.   $L_1$  e  $L_2$  aumentam
- D.  Outra. Escreve-a aqui?  $L_1$  e  $L_2$  Diminuem igualmente

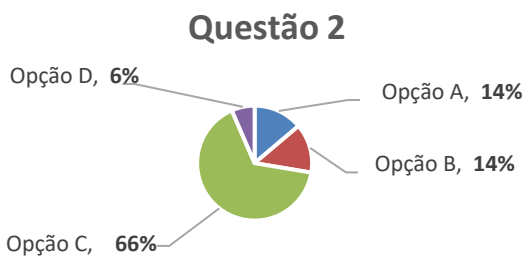


Figura 2. Distribuição das principais respostas da Questão 2 (Q2).

Aproximadamente 86% dos alunos seleccionaram respostas cientificamente incorrectas (Tabela 2 e Figura 2), manifestando três principais concepções:

- Cerca de 14% dos alunos que escolheram a opção A acreditam que “a corrente eléctrica diminui à medida que atravessa os componentes do circuito”, como se os componentes consumissem parte da corrente. Esta concepção demonstra incompreensão da conservação da corrente em circuitos em série, onde a corrente se mantém constante em todos os pontos.
- Outros 14% dos alunos pensam que “a corrente diminui logo no início (em  $L_1$ ), mantendo-se constante depois”. Esta visão revela confusão entre os efeitos da resistência e a distribuição da corrente, e possivelmente um raciocínio baseado numa leitura sequencial do circuito, como se os componentes fossem percorridos em etapas com efeitos distintos.
- A maioria, cerca de 66% dos alunos, acredita que “aumentar a resistência faz aumentar a corrente no circuito”, o que contradiz frontalmente a Lei de Ohm ( $I = V/R$ ). Esta ideia errada pode estar relacionada com a associação intuitiva entre mais resistência e “mais energia” no sistema, ou com experiências anteriores mal compreendidas.

Segundo Bachelard (1966) essas concepções são obstáculos epistemológicos de natureza espiritual, resultantes de interpretações intuitivas construídas ao longo

da experiência.

Apenas um pequeno grupo de alunos (6%) escolheu a opção D (Outra), sendo convidados a escrever a sua própria explicação. Estas respostas estão ilustradas na Tabela 3. Dentre estes, apenas um aluno apresentou a resposta correcta “ $L_1$  e  $L_2$  diminuem igualmente”, que reflecte a compreensão adequada de que a corrente diminui globalmente quando se aumenta a resistência total, mas que permanece constante em todos os pontos do circuito em série.

Os restantes alunos que escolheram a opção D, mesmo tendo a possibilidade de justificar livremente, apresentaram respostas que reproduzem concepções alternativas já mencionadas, como a ideia de que apenas uma das lâmpadas é afectada, ou que a corrente se mantém inalterada (Tabela 3).

Tabela 3. Respostas da Opção 4 da questão relacionada à resistência eléctrica

Aluno	Resposta Escrita	Análise
A017	“Ambas diminuem”	✓ Demonstra compreensão adequada da conservação da corrente num circuito em série e do efeito do aumento da resistência total.
A021	“Ambas mantêm”	✗ Indica uma concepção alternativa, possivelmente baseada na ideia de que a resistência adicional afecta apenas parte do circuito, ou desconhecimento do impacto da resistência total na corrente.
A026	“Ambas mantêm”	✗ Semelhante ao A021. Reforça a ideia errada de que a corrente não depende da resistência total.
A031	“Ambas mantêm”	✗ Mostra dificuldade em aplicar a Lei de Ohm ao circuito em série.
A033	“ $L_1$ aumenta e $L_2$ diminui”	✗ Esta resposta revela uma grande confusão conceptual: sugere uma corrente que varia entre componentes em série, o que viola a conservação da corrente.
A020	“Ambas mantêm-se”	✗ Repete o erro dos colegas: ausência de compreensão do efeito global do aumento da resistência.

### 4.2. Análise da Questão Relacionada a Resistência Eléctrica

**Questão 7 (Q7):** “Como varia a resistência equivalente ao fechar o interruptor no circuito da Figura 3 (considere  $R_1 = R_2 = R_3 = R$ )?”

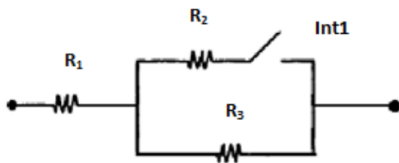


Figura 3. Esquema do circuito elétrico, usado na Questão 7, contendo os resistores ( $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ ) e o interruptor ( $Int1$ ).

Opções de resposta para a Q2:

- A.  Aumenta  
 B.  Diminui  
 C.  Mantém-se a mesma  
 D.  Outra

Ao fechar o interruptor,  $R_2$  passa a funcionar em paralelo com  $R_3$ . Como:

$$\frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \rightarrow \quad R_{eq1} = \frac{R}{2}$$

E essa resistência equivalente em paralelo ( $R_1$  e  $R_2$ ) está em série com  $R_1$ , logo:

$$R_T = R_1 + R_{eq1} = \frac{R}{2} + R = \frac{3R}{2}$$

Antes, com o ramo de  $R_2$  aberto tínhamos

$$R_T = R_1 + R_3 = 2R$$

Contudo, com as deduções acima conclui-se que resistência total do circuito reduz.

As respostas dos alunos a questão em causa (Q7) revelam que 32% (Figura 4) entende que com o aumento de resistência num circuito com qualquer tipo de ligação sempre resulta no aumento na resistência equivalente total. Esta dificuldade revela problemas no processo de assimilação e acomodação, conforme mencionado por De Castro e Tredezini (2014), uma vez que a nova informação não foi incorporada de forma a promover a reorganização dos esquemas cognitivos já estabelecidos. A compreensão incorrecta sobre a redução da resistência nas ligações em paralelo demonstra a necessidade de estratégias de ensino que permitam aos alunos observar e manipular circuitos, integrando teoria com prática.



Figura 4. Distribuição das principais respostas da Questão 7 (Q7).

Foi possível identificar que cerca de 43% dos alunos manifestam a ideia de que o resistor  $R_2$  não altera o funcionamento do circuito. Essa interpretação evidencia a dificuldade em reconhecer que a introdução de um novo caminho ( $R_2$ ) modifica de forma efectiva o comportamento

eléctrico do circuito.

#### 4.3. Análise da Questão Relacionada a Potência Eléctrica

Quando se adiciona uma resistência em série, a resistência total do circuito aumenta. Isso provoca uma redução da corrente total fornecida pela fonte (já que a corrente em um circuito em série é igual em todos os componentes e obedece à lei de Ohm

Consequentemente, tem-se menor potência dissipada nas lâmpadas  $P = I^2R$ . Neste caso, o brilho das duas lâmpadas diminui.

Verificou-se que aproximadamente 19% dos alunos considera que a potência dissipada em cada lâmpada está ligada à posição que ocupa no circuito em relação à resistência. Dessa forma, confundem o papel da resistência como reguladora da corrente com a falsa ideia de que ela consome energia e bloqueia a passagem para os outros elementos do circuito.

Outros 10% acredita que a potência dissipada numa lâmpada só depende da corrente que a atinge directamente, como se a corrente se perdesse ao longo do caminho. Constatou-se igualmente que perto de 45% dos alunos defendem que a intensidade luminosa das lâmpadas não sofre influência das variações na resistência externa, revelando uma fraca compreensão da relação existente entre resistência equivalente, corrente no circuito e potência dissipada.

No geral, confirma-se a persistência de dificuldades de aprendizagem nas três escolas participantes (Tabela 4). A superação dessas dificuldades exige interações mediadas na Zona de Desenvolvimento Proximal (Vygotsky, 1978).

#### V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do teste diagnóstico indicam que os alunos da 11ª e 12ª classes apresentam concepções alternativas persistentes e dificuldades significativas na compreensão dos conceitos básicos de electricidade, confirmando o objectivo geral de mapear essas dificuldades.

Em relação à corrente eléctrica, muitos alunos acreditam que esta é “consumida” ao longo do circuito ou que diminui após atravessar cada componente, tratando os elementos como se funcionassem de forma independente. Aproximadamente 43% percebem o resistor  $R$  como um elemento sem efeito no circuito, enquanto 45% consideram que o brilho das lâmpadas permanece inalterado mesmo com alterações na resistência externa, evidenciando dificuldades em articular os conceitos de corrente, resistência e potência dissipada. Cerca de 19% confundem a função da resistência como limitadora da corrente com a ideia de que ela consome energia e bloqueia a passagem para os elementos seguintes, configurando uma nova concepção (NC).

Quanto à resistência eléctrica, persistem dificuldades em compreender a resistência equivalente em diferentes configurações e na aplicação correcta da Lei de Ohm. Muitos alunos assumem erroneamente que a adição de resistores aumenta sempre a resistência total, tanto em série

quanto em paralelo, caracterizando outra nova concepção..

Tabela 4. Resumo das Dificuldades levantadas na pesquisa

Conceito	Concepções Alternativas	Dificuldades de Aprendizagem
<b>1. Corrente Eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A corrente é “consumida” pelos componentes, diminuindo após cada elemento [concepção a) em Dorneles, 2005, p.489, Caldeira, 2008, p.59].</li> <li>- Alunos tratam os elementos do circuito como se operassem de maneira independente [concepção c) em Dorneles, 2005, p.489, Caldeira, 2008, p.59].</li> <li>- Em paralelo, a lâmpada recebe uma maior quantidade de corrente [Nova Concepção – NC]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade em compreender que a corrente é constante num circuito em série [Dificuldade 2) em Dorneles, 2005, p.489, Caldeira, 2008, p.59].</li> <li>- Dificuldade em perceber a relação entre a resistência equivalente do circuito e o valor da corrente que nele circula [Nova Dificuldade – ND].</li> <li>- Não consegue entender o efeito da divisão de corrente [Dificuldade 3) em Dorneles, 2005, p.489, Caldeira, 2008, p.59].</li> </ul>
<b>2. Potencial Eléctrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A tensão se divide entre os motores em paralelo [NC].</li> <li>- Retirar uma lâmpada de um circuito altera a diferença de potencial entre os pontos onde ela estava [NC]</li> <li>- Crença de que, quando o circuito se encontra aberto, deixa de existir diferença de potencial entre os terminais da pilha [nova concepção].</li> <li>- Duas fontes em paralelo fornecem mais tensão que uma só [NC]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade em compreender que a diferença de potencial entre dois pontos ligados por um ramo condutor permanece constante numa ligação em paralelo [Dificuldade 3) em Dorneles, 2005, p.489, Caldeira, 2008, p.59].</li> <li>- Confundem o papel da resistência como reguladora da corrente com a falsa ideia de que ela consome energia e bloqueia a passagem para os outros elementos do circuito [ND].</li> <li>- Dificuldade em compreender que a tensão existe mesmo sem corrente [concepção e) em Dorneles, 2005, p.489, Caldeira, 2008, p.59].</li> </ul>
<b>3. Resistência Eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mais resistências significam mais energia para cada componente [concepção c) em Dorneles, 2005, p.489, Caldeira, 2008, p.59].</li> <li>- Concepção de que, ao somar resistências em série ou em paralelo, a resistência global do circuito cresce inevitavelmente [NC]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitação na compreensão do efeito do aumento da resistência sobre o valor da corrente eléctrica [Dificuldade 2) em Dorneles, 2005, p.489; Caldeira, 2008, p.59]</li> <li>- Dificuldade em compreender o comportamento da resistência equivalente em paralelo [Dificuldade 4) em Dorneles, 2005, p.489, Caldeira, 2008, p.59]</li> </ul>
<b>4. Potência Dissipada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar a resistência faz com que o brilho de apenas uma das lâmpadas diminua, enquanto a outra permanece igual [NC].</li> <li>- O número de fontes não influencia o brilho da lâmpada, ou que a energia se divide entre as fontes, reduzindo o efeito [NC].</li> <li>- Todas as lâmpadas dissipam igual potência, mesmo quando estão ligadas de formas diferentes (série e paralelo) [NC].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade em compreender que o aumento da resistência equivalente reduz a corrente e, portanto, a potência dissipada (e o brilho) em todas as lâmpadas [ND]</li> <li>- Dificuldade em compreender a relação entre tensão total, corrente eléctrica e potência dissipada (<math>P = V^2/R</math>), especialmente quando há múltiplas fontes ligadas em série [ND].</li> <li>- Dificuldade em compreender como o tipo de associação (série ou paralelo) afeta a potência dissipada e, portanto, o brilho das lâmpadas [ND].</li> <li>- Dificuldade em compreender o efeito da divisão de corrente [ND]</li> </ul>

No que diz respeito ao potencial eléctrico, os alunos acreditam que esta se divide entre motores em paralelo, e que retirando uma lâmpada altera a diferença de potencial, que circuitos abertos não possuem tensão ou que duas fontes em paralelo fornecem mais tensão que uma só. Esses resultados revelam um modelo mental fragmentado e evidenciam a necessidade de intervenções pedagógicas para promover a reconstrução conceptual e a compreensão correcta da diferença de potencial.

Em relação à potência dissipada, verifica-se que predomina um raciocínio local, no qual o brilho das lâmpadas é avaliado de forma independente, sem considerar a relação entre corrente, tensão e potência. Alguns alunos pensam que a potência dissipada depende da posição da lâmpada em relação ao resistor, confundindo ainda a limitação da corrente com a interrupção do fluxo de

energia, constituindo outra NC.

Estas concepções alternativas evidenciam um modelo mental construído a partir de experiências do quotidiano, demonstrando que a aprendizagem anterior não foi suficiente para a construção de conceitos científicos sólidos. Tal cenário está de acordo com Bachelard (1966), que aponta os obstáculos epistemológicos como “barreiras ao desenvolvimento do pensamento científico”, agravados no contexto moçambicano pela escassez de recursos experimentais (Bachelard, 1947).

Para superar essas barreiras, é necessária uma mudança conceptual, transformando concepções alternativas em conceitos cientificamente aceites, processo que envolve reorganização do conhecimento prévio dos alunos (Mortimer, 1996) e é favorecido por interações sociais e experiências que estimulem a construção de novos

entendimentos (Duit & Rhöneck, 1998). Neste sentido, é essencial que o professor identifique o ponto de partida de cada aluno e proponha desafios adequados à sua zona de desenvolvimento proximal (Vygotsky, 1984), incentivando a aprendizagem gradual e orientada. Além disso, como sublinha Richit (2004), o aluno deve assumir um papel activo, reforçando a importância de metodologias que promovam participação, reflexão e experimentação.

A integração da estratégia POER (Prediga, Observe, Explique e Reflita) com a abordagem STEM mostra-se particularmente eficaz neste contexto, promovendo actividades prática-experimentais e reflexão crítica sobre os fenómenos observados, mesmo com materiais simples (Leite, 2002; Caldeira, 2008). Estas metodologias permitem que os alunos comparem previsões com observações reais, expliquem fenómenos com base científica e reflitam sobre aplicações no quotidiano (Neves & dos Santos, 2021).

Deste modo, os resultados do pré-teste evidenciam a necessidade de uma intervenção pedagógica estruturada, capaz de provocar conflito cognitivo e favorecer o desenvolvimento conceptual. A implementação da abordagem POER-STEM contribui para a superação das dificuldades diagnosticadas, respondendo às recomendações de pesquisas anteriores (Leão, 2016) e demonstrando que conceitos abstratos como corrente, tensão, resistência e potência podem ser aprendidos de forma activa, significativa e duradoura, mesmo em contextos com limitações de recursos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarenga, B. & Máximo, A. (2006) – “Física: Ensino médio”, Programa Livro na Escola, editora Scipione, 1ª edição, São Paulo, Brasil.
- Amaral, A. C. D. (2021). *O uso de experimentos reais e virtuais para o ensino de circuitos eléctricos simples e automáticos*, Programa de Mestrado Nacional Profissional de Física (Dissertação), CNPQ::CIENCIAS EXATAS E DA TERRA::FÍSICA, Juiz de Fora, Brasil.
- Andrade, F. A. L. Barbosa, G. F., Silveira, F. L. & Santos, C. A. (2018). *Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples*, Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, no 3, e 3406, Brasil.
- Bachelard, G. (1966). *La formation de l'esprit scientifique*. (J.Vrin: Paris).
- Bachelard, G.(1947). *Laformation de l'esprit scientifique*. (J.Vrin: Paris).
- Bachelarde, G. (1966). *Laformation de l'esprit scientifique*. (J.Vrin: Paris).
- Caldeira, F. J. P. (2008). *A estratégia Prediga-observe-explique suportada por computador na aprendizagem de conceitos da electricidade [Em linha]*”. S.n, 186 p., Lisboa – Portugal.
- Carvalho, P. S e Araújo, P. P. (2022). *Proposta Visual para a retificação da Corrente elétrica alternada: Uma Abordagem Ativa e Inclusiva*, Do campo para a cidade: proposta para uma Educação inclusiva, 1. Ed. Joinville, SC: Editora Santorini, E-Book (ePub; 250 Mb). ISBN 978-65-80065-27-1.
- Da Fonseca, J. J. S. (2002) – *Metodologia da pesquisa científica*, Curso de especialização em comunidades virtuais de aprendizagem informática educativa – Universidade Estadual de Ceará.
- De Castro, D.F.D.; Tredezini, A.L.D. (2014) . *A Importância do Jogo/Lúdico no processo de Ensino e Aprendizagem*. Revista Perquirere, p. 166-181.
- De Melo, A. (2006). *A construção do objeto turístico: diálogos com a epistemologia de Gaston Bachelard e Pierre Bourdieu*, IV SeminTUR – Seminário de Pesquisa em Turismo do MERCOSUL RS.
- Dorneles, P.F.T. (2005). *Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos eléctricos por usuários da ferramenta computacional Modellus*, Porto Alegre
- Duarte, B. M. & Zanatta, S. C. (2016). *A Enseñanza de Conceptos de la Ciencia*, <sup>SEP</sup> *Concepciones Alternativas en el Contexto de las Teorías Epistemológicas del Siglo XX*, Paradigma, Vol. XXXVII, No 1, pp. 26 – 45
- Duit, R. & Rhöneck (1998). *Aprendizagem e Compreensão de Conceitos Chave em Eletricidade*, Ver I.C.P.E. Book © International Commission on Physics Education.
- Fortes, A. G. Beirão, A. H. F. & Santos A. (2021). *Ensino da Física em Moçambique: desafio das TICs e prática do ensino centrado no aluno*, Revista do professor de Física, v.5, n. 2, p. 44-60, Brasília.
- Freiesleben, F. B., Loder, L. L. Becker, M. L. (2013). *Um Debate Académico sobre a Aprendizagem de Circuitos Eléctricos: O Estado da Arte, Educação na Era do Conhecimento*, XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia COBENGE, São Paulo, Brasil.
- Gobara, S. T. Rosa, P. R. Spinelli, U. G. Bonfim, A. K. (2002). *Estratégias para utilizar o programa Prometeus na Alteração das Concepções em Mecânica* – Revista brasileira de ensino de física, vol. 24, no. 2, Campo grande, Ms, Brasil.
- Halfen, T. P. (2025). *Eletricidade e magnetismo no ensino fundamental para a realidade da escola pública atual: Uma proposta pedagógica de modelo misto*, requisito parcial para a obtenção do Título de Especialista em Ensino de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental.
- Halliday, D. & Resnick, R. (1984). *Física*, Livros técnicos e científicos editora S.A., travessa de oliveira, 4ª Edicao, Rio de Janeiro, Brasil.
- INDE & MINEDH (2010). *Física, Programa da 11ª Classe*, Edição ©INDE/MINEDH, n. de Registo: 6271/RLINLD/2010
- INDE e MINED (2021). *Física, Programa da 11ª Classe*, n.º de Registo: INDE/MINED – 6271/rlinld, Maputo/Moçambique.
- Jófil, Z. (2002) – *Piaget, Vigotsky, Freire e a construção de conhecimento na escola*. Educação, Teorias e práticas, n.2, Universidade Católica de Pernambuco, Brasil.
- Scarpat Júnior, A. (2017). *Uma Proposta de Atividades Investigativas com o uso de um Software Simulador de Circuitos Eléctricos em Sala de Aula*, Dissertação de Mestrado, Instituto Federal do Espírito Santo – Mestrado Profissional em ensino de Física, Cariacica / Brasil.
- Krause & Scheid (2018). *Concepções Alternativas sobre conceitos básicos de Física de estudantes ingressantes em curso superior da área tecnológica: Um estudo comparativo*,

<http://dx.doi.org/10.5335/rep.v25i2.8157>, Brasil.

Leão, N. M. M. (2016). *Concepções Alternativas da Disciplina de Física no primeiro ano do ensino médio em uma escola pública da cidade de Manaus* – Universidade do estado do Amazonas, mestrado acadêmico Educação em Ciência, Manaus, Brasil.

Leite, Laurinda (2002). *As actividades laboratoriais e o desenvolvimento conceptual e metodológico dos alunos*. In Actas do XV Congresso de ENCIGA. Santiago de Compostela: Boletín das Ciencias, pp. 83-92.

Lima, F. C. B. (2019). *Experimentos de baixo custo para abordar concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples*, Dissertação (Mestrado – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – UFERSA, 143 p. Mossoró.

Lima, L. S. (2021). *Contribuição da Metodologia na Investigação Científica*, revista de administração do Cesmac, Volume 9, SSN 2675-3766, [lucinetesabino17@gmail.com](mailto:lucinetesabino17@gmail.com).

Lopes, J. & Piaget, J. (1996) – Nova Escola. A XI, n. 95

Marconi, M. A. & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*, 5. Ed. – São Paulo.

Marcos, M. A. Pinto, A. O. (2003). *Dificuldade de alunos na aprendizagem da lei de Ampere à luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird*, revista brasileira do ensino de Física, vol. 25, no. 3, Brasil.

Melo, E. A., Abreu, F. F., Andrade, A. B. & Araújo, M. I. O. (2012). *A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: dificuldades e desafios*. Scientia Plena Vol. 8, n.8, Cristóvão-Se, Brasil

MINED (2020). *Plano Estratégico da Educação 2020 -2029*, por uma Educação Inclusiva, Patriótica e de Qualidade, Maputo-Moçambique, <https://planipolis.iiep.unesco.org/sites/default/files/ressources/2020-22-mozambique-esp.pdf>.

MINEDH (2022). *Plano Curricular do Ensino Secundário (PCES)*, Instituto Nacional do Desenvolvimento Humano (INDE), Maputo-Moçambique.

MINEDH-DINES (2021). *O meu caderno de actividades de Física 10ª Classe*, Direcção Nacional de Ensino Secundário-MINEDH

Mól, D. A. R. e Wechsler, S. M. (2008). *Avaliação de crianças com indicação de dificuldades de aprendizagem pela bateria Woodcock-Johnson III*, Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE) • Volume 12, pp. 391-399, Campinas – SP, Brasil.

Morales, C. M. (2016). *Introdução de conceitos de Física sobre Eletricidade no Ensino Fundamental I*, Universidade Estadual de Maringá – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Departamento de Física, Maringá-PR.

Mortimer, E. F. (1996). *Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos?* Investigações em Ensino de Ciências – V1(1), pp.20-39

Mutumucuo, I. V. (1998). *Improving Students Understanding of Energy: A study of the conceptual Development of Mozambican First-Year University Students*, Vrije Universiteit, geboren te Chibuto, Gaza, Mozambique.

Nascimento, T. L. (2010). *Repensando o Ensino da Física no Ensino Médio*, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza- Ceará, Brasil.

Nehring, C. M., Silva, C. C., Trindade, J. A. O., Pietrocola, M., Leite, R. C. M. e Pinheiro, T. F. (2000). *As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos*, Ver. Ensaio, Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v.02, n.01, p.88-105, Brasil

Neves, N. N., & dos Santos, A. R. (2021). *O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação para a experimentação no ensino de química: uma proposta usando sequências didáticas*. Scientia Naturalis, 3(1).

Nonenmacher, H. B. S. E. B. (2007). *O gosto e o aprender no Ensino de Física: Uma Proposta Metodológica*, Cad. Bras. Ens. Fis., v. 24, n. 2: p. 194-223, RS – Brasil

Oliveira, T., Freire, A., Carvalho, C., Azevedo, M., Freire, S. e Baptista, M. (2009). *Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências*, Educar, Curitiba, n. 34, p. 19-33, Editora UFPR, Portugal

Pereira, P. F. (2022). *Ensino de circuitos eléctricos simples em uma perspectiva Ausubeliana: uma Experiência didáctica com laboratórios didáticos e Peer instruction*, instituto estadual do rio branco, porto alegre.

Piaget, J. (1999). *A formação do símbolo na criança: Imitação, jogo e sonho, imagem e representação*. 3º ed. Rio de Janeiro: LTC, Tradução: Maria Alice Magalhães D' Amorim e Paulo Sergio Lima Silva – 24º Ed. Rio de Janeiro: ForenseUniversitária.

Santos, J. L. D. (2006). *A escrita e as TIC em crianças com dificuldades de aprendizagem: um ponto de encontro* (Doctoral dissertation).

Scarpati, R. (2018). *Atividades computacionais e experimentais como çãoferramentas de ensino de electricidade* – Dissertação de Mestrado, Universidade do vale do Taquari, Lageado – Brasil

Souza, S. C. & Dourado, L. (2015). *Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): Um método de aprendizagem inovadora para o ensino educativo*, Rio grande do Norte, Brasil.

Vilanculo, J. A., Mutimucuo I. V. & Silva C.S. (2020). *Avaliação da Influência das Concepções Alternativas no Ensino e Aprendizagem de Física: Um estudo de caso em Moçambique*, Revista REAMEC, Cuiabá (MT), v. 8, n. 3, p. 515-532

Vygotsky L. S. (1978). *Mind in Society — The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge MA: Harvard University Press.

Vygotsky, L.S. (1984). *A formação social da mente*. São Paulo, livraria Martins Fontes Editora Ltda.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

O material complementar deste artigo pode ser acedido através do link: <https://bit.ly/4rf5Ddn>