



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE SAÚDE E BIOTECNOLOGIA-ISB CAMPUS MÉDIO SOLIMÕES
INSTITUTO/DEPARTAMENTO - COARI
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 64

Eleilson Ferreira Gomes

O uso do multímetro como tema gerador para o ensino de Eletrodinâmica: uma proposta para o Ensino Médio

Coari-AM

2026

Eleilson Ferreira Gomes

O uso do multímetro como tema gerador para o ensino de Eletrodinâmica: uma proposta para o Ensino Médio

Dissertação apresentada ao Polo 64 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi
Coorientador: Prof. Dr. Tiago Gonçalves Santos

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G633u	Gomes, Eleilson Ferreira O uso do multímetro como tema gerador para o ensino de Eletrodinâmica: uma proposta para o Ensino Médio / Eleilson Ferreira Gomes. - 2026. 176 f. : il., color. ; 31 cm. Orientador(a): Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi. Coorientador(a): Tiago Gonçalves Santos. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Coari-AM , 2026. 1. Ensino de Física. 2. Eletrodinâmica. 3. Multímetro. 4. Pedagogia Freireana. I. Yamaguchi, Klenicy Kazumy de Lima. II. Santos, Tiago Gonçalves. III. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título
-------	--

Eleilson Ferreira Gomes

O uso do multímetro como tema gerador para o ensino de Eletrodinâmica: uma proposta para o Ensino Médio

Dissertação apresentada ao Polo 64 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física.

Aprovada em 18/06/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi (Presidente)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Prof. Dr. Gérson de Souza Mól (Membro externo)
Universidade de Brasília (UnB)

Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva (Membro externo)
Universidade estadual da Paraíba (UEPB)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha filha Elissa Sofia dos Santos Gomes, à minha esposa Simone Souza dos Santos e à minha mãe Evandir Ferreira Gomes, pelo amor, carinho e dedicação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

A Elissa Sofia dos Santos Gomes, filha amada, esperança e força motriz de todos os dias; Simone Souza dos Santos, amada esposa, revisora e companheira de todos os momentos; Evandir Ferreira Gomes, mãe maravilhosa cujo apoio possibilitou esta conquista; Raimundo dos Anjos Azevedo, pai e amigo querido; Miquéias Ferreira Gomes de Azevedo, irmão que me emprestou seu notebook.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

RESUMO

Desta dissertação surge uma proposta pedagógica. Ela se baseia na pedagogia freireana, pois o objetivo da instrução é mostrar que os alunos podem aprender eletrodinâmica por meio do multímetro. A pesquisa se baseou em experiências no sistema escolar público do município de Coari–Amazonas, onde os alunos frequentemente tinham dificuldades para entender elementos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. O objetivo geral deste estudo foi projetar e implementar uma sequência didática usando o multímetro para ensinar os fundamentos da Eletrodinâmica e facilitar a aprendizagem significativa. A metodologia utilizada é qualitativa, intervencionista e aplicada conduzida em uma sequência didática como uma série do 2º ano do Ensino Médio de 5 aulas e com exercícios experimentais, diálogos, estudos de caso, pré-testes e pós-testes. O BEMA (Brief Electricity and Magnetism Assessment) foi empregado como instrumento experimental com a coleta de dados baseada em diários de campo, observações dos alunos e rodadas de discussão. Os resultados indicaram avanços conceituais relacionados aos conceitos de corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica e maior engajamento, interesse e participação dos alunos nos processos experimentais. A análise quantitativa usando os resultados do ganho normalizado de Hake deu um ganho médio de $\langle g \rangle = 0,109$, considerado baixo. No entanto, de qualquer ponto de vista freireano, os ganhos em conhecimento acumulam-se aos blocos de construção do pensamento crítico, participação ativa e contextualização da ciência no conteúdo da pesquisa foram notáveis. Foi deduzido que utilizar o multímetro como tema gerador foi propício à aproximação da teoria com a prática e isso tornou o ensino da Eletrodinâmica mais significativo e investigativo, e situado no ambiente escolar.

Palavras-chave: Ensino de Física; Eletrodinâmica; Multímetro; Pedagogia Freireana.

ABSTRACT

This dissertation gives rise to a pedagogical proposal grounded in Freirean pedagogy, as its instructional objective is to demonstrate that students can learn Electrodynamics through the use of a multimeter. The research was based on experiences within the public school system of the municipality of Coari, Amazonas, where students frequently faced difficulties in understanding concepts related to electric current, potential difference, and electrical resistance. The general objective of this study was to design and implement a didactic sequence using the multimeter to teach the fundamentals of Electrodynamics and to promote meaningful learning. The methodology adopted was qualitative, interventionist, and applied in nature, carried out through a didactic sequence consisting of five classes for a 2nd-year high school group, involving experimental activities, dialogues, case studies, pre-tests, and post-tests. The BEMA (Brief Electricity and Magnetism Assessment) was used as an experimental instrument, with data collection based on field journals, student observations, and discussion sessions. The results indicated conceptual advances related to the concepts of electric current, electric voltage, and electrical resistance, as well as greater student engagement, interest, and participation in the experimental processes. The quantitative analysis, based on Hake's normalized gain results, yielded an average gain of $\langle g \rangle = 0.109$, which is considered low. Nevertheless, from a Freirean perspective, the gains in knowledge associated with the development of critical thinking, active participation, and the contextualization of science within the research content were noteworthy. It was concluded that using the multimeter as a generative theme fostered a closer connection between theory and practice, making the teaching of Electrodynamics more meaningful, investigative, and situated within the school environment.

Keywords: Physics Teaching; Electrodynamics; Multimeter; Freirean Pedagogy.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
CAPITULO 1.....	15
REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
1.1 Breve histórico do Ensino Tradicional.	15
1.2 Revisão da literatura.....	16
1.3 Teoria de Paulo Freire	20
1.4 Tema Gerador: Multímetro.....	24
1.5 Recursos Tecnológicos.....	26
1.6 BNCC e LDB	27
CAPITULO 2.....	32
TÓPICOS DE ELETRODINÂMICA.....	32
2.1 Corrente Elétrica	32
2.2 Tópicos sobre corrente elétrica contínua e corrente elétrica alternada.....	35
2.3 Tópico sobre resistência, lei de Ohm, resistor e resistividade.	36
2.3.1 Lei de Ohm	37
2.3.2 Resistores	38
2.3.3 Resistividade (ρ)	39
2.3.4 Determinação da resistência através da resistividade (segunda lei de Ohm)	40
2.4 Trabalho, Energia, Força Eletromotriz.	41
2.5 Circuito Elétrico	42
CAPITULO 3.....	44
METODOLOGIA DE ENSINO.....	44
SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	47
CAPÍTULO 4.....	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
REFERÊNCIAS.....	96
APENDICE A -PRODUTO EDUCACIONAL	101
1. ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR.....	103
2. PLANEJAMENTO DE AULA.....	104
3. Cartilha “O uso do multímetro como ferramenta didática para o ensino de Eletrodinâmica no Ensino Médio”	107
ANEXO A - DIÁRIO DE CAMPO DO PESQUISADOR.....	156
ANEXO B- Folha de Registro de Dados dos Estudante	162
Folha de Registro de Dados – Multímetro como tema gerador.....	165
ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.....	166

ANEXO D – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE	169
ANEXO E – Teste: Avaliação de Conceito corrente elétrica, diferença de potencial ddp (tensão) e resistência elétrica (<i>Brief Electricity and Magnetism Assessment</i> - BEMA)	173

INTRODUÇÃO

A Física do Ensino Médio apresenta uma tarefa desafiadora na compreensão do conteúdo abstrato, especialmente no campo da Eletrodinâmica. Há uma tendência de ensinar certos conceitos como corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica de maneira descontextualizada, tornando-os difíceis de explicar e deixando o ensino excessivamente teórico. Aqui, são necessárias metodologias que fechem a lacuna entre teoria e prática e resultem em um estudo mais significativo e participativo.

A experimentação no ensino de Ciências e Física é de suma importância porque os alunos interagem com os fenômenos estudados, ajudando-os a construir o entendimento científico. Como argumentam Silva e Zanon (2000, p.134),

As atividades práticas podem assumir uma importância fundamental na promoção de aprendizagens significativas em ciências e, por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem essa potencialidade da experimentação: a de ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências.

Essa visão ilustra como a experimentação pode melhorar a educação para uma abordagem educacional mais investigativa e participativa, especialmente em materiais como a Eletrodinâmica. Além disso, a educação moderna está evoluindo com o progresso do avanço científico e tecnológico e os próprios professores que precisam de mudança nas práticas pedagógicas e na prática de ensino.

Nesse contexto, a tecnologia e as ferramentas de ensino experimentais são muito importantes no sentido de favorecerem novas oportunidades de aprendizagem. Nas palavras de Freire (1996), ensinar não é entregar conhecimento, é criar novas possibilidades para sua produção, para construir conhecimento. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. A abordagem pedagógica foca em fomentar oportunidades para que os alunos contribuam de forma significativa e crítica, e o papel dos alunos em sua própria aprendizagem.

Dentro do ensino de Física, especialmente os conteúdos de Eletrodinâmica, é um desafio comum para os alunos quando aplicado a relacionar termos científicos com sua vida cotidiana. Isso ocorre frequentemente porque os métodos tradicionais são, claro, populares, baseando-se na memorização mecânica de fórmulas e resultados baseados em exercícios mecânicos.

Conforme Paulo Freire (1987, p. 37), sobre essa pedagogia clássica: A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em ‘vasilhas’, em recipientes a serem ‘enchidos’ pelo

educador. Quanto mais vá ‘enchendo’ os recipientes com seus ‘depósitos’, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente ‘encher’, tanto melhores educandos serão.

Essa crítica ao modelo convencional de ensino exige uma compreensão das práticas pedagógicas em que a discussão, o estudo e a localização do conteúdo escolar são a base. A pedagogia freireana faz avanços significativos no ensino de Física nesse aspecto, proporcionando uma educação problematizadora que está enraizada na realidade como os alunos a conhecem. A ideia de um tema gerador, proposta por Freire, permite a construção do conteúdo escolar através de aplicações reais e práticas na vida dos alunos. Assim, o multímetro pode servir como ferramenta didática no ensino de Eletrodinâmica, como tema gerador para medições e experimentos na área de corrente elétrica, tensão e resistência elétrica.

O multímetro é um dispositivo essencial de medição elétrica em manutenção, laboratório e aplicações práticas onde são feitas medições de circuitos elétricos em diferentes locais de um circuito. Segundo Melo ([s.d.]):

O Multímetro é um dispositivo de medição elétrica com várias funções, sendo as principais amperímetro, voltímetro e ohmímetro. Para o multímetro funcionar, é necessário conectar o cabo vermelho ao terminal de teste vermelho apropriado, depois escolher a escala que se deseja medir, através do seletor, e então tocar as pontas de prova vermelha e preta no circuito elétrico.

Dessa forma, é possível que sua utilização em sala de aula possa melhorar a educação em Eletrodinâmica, tornando-a mais significativa e a ciência mais enraizada na realidade dos alunos, especialmente no nível da realidade dos alunos.

À luz disso, a questão que precisamos abordar neste caso é: como uma estratégia de ensino usando o multímetro como tema gerador pode facilitar o ensino de Eletrodinâmica em uma escola pública de Ensino Médio no município de Coari–Amazonas?

Com base nesse problema, as seguintes hipóteses podem se desenvolver: Se o multímetro é um instrumento atuado que pode fazer uma contribuição rica e dinâmica para a compreensão dos conceitos de correntes elétricas, diferenças de potencial e resistência elétrica pelos alunos, ele pode tornar o ensino mais vibrante, interativo e baseado em contexto. Acredita-se também que os exercícios experimentais incentivem mais a participação dos alunos e permitam conectar sua teoria com a prática.

A seleção dele é baseada no fato de que parece haver um forte argumento para melhorar o uso de práticas de ensino mais substantivas em Física, especificamente em escolas públicas que tendem a favorecer métodos de ensino tradicionais. Além disso, o estudo tem um potencial

social e educacional mais amplo, pois sugere um conjunto didático baseado na pedagogia freireana e na incorporação de atividades experimentais para a aprendizagem.

Portanto, o objetivo geral desta pesquisa é elaborar e aplicar uma proposta pedagógica baseada na pedagogia freireana, utilizando o multímetro como tema gerador dos conceitos de Eletrodinâmica no ensino médio. Os objetivos específicos são: Aplicar uma avaliação diagnóstica para identificar os conhecimentos de aprendizagem dos alunos sobre corrente elétrica, diferença de potencial ddp (tensão) e resistência elétrica; Utilizar o multímetro como tema gerador para examinar os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica; Desenvolver e aplicar uma Sequência Didática (SD) no formato de uma cartilha utilizando o multímetro; Avaliar a eficácia das atividades no aprendizado dos conceitos trabalhados.

A motivação para esta pesquisa vem da busca por uma pedagogia autêntica e contextualizada a ser encontrada no ensino de Física, que é, em particular, aplicada ao ensino de Eletrodinâmica. Percebe-se que muitos alunos estão tendo dificuldades para aprender material elétrico, pois estão aprendendo principalmente pelo método antigo, baseado na memorização de fórmulas e exercícios descontextualizados. Dentro disso, o multímetro pode servir como um auxílio na fusão dos componentes teóricos e práticos que, na prática e no entendimento mais aprofundado do comportamento elétrico, ajuda a estimular os alunos a se envolverem com os materiais de aprendizagem. Além disso, o emprego de métodos experimentais pode tornar o ensino das aulas mais investigativo, dinâmico e contextualizado.

O estudo também tem valor social e educacional, quando olhamos para as escolas públicas e seu uso no município de Coari–Amazonas, que pode ser confrontado com a limitação em relação aos materiais experimentais no ensino de Física. Portanto, o estudo pode contribuir para o desenvolvimento de novas abordagens pedagógicas e ajudar no avanço do ensino de Física no ensino médio. Tanto de uma perspectiva teórica quanto metodológica, a pesquisa contribui para conversas sobre ensino experimental e aprendizagem significativa, sobre abordagens ativas na educação no Ensino de Física apresentando uma proposta didática que é fundamentada na contextualização e no envolvimento dos alunos.

O estudo será realizado entre estudantes do ensino médio em uma escola pública no município de Coari–Amazonas. Uma metodologia qualitativa será utilizada na pesquisa, pois incluirá trabalho experimental e a realização de uma sequência didática sobre o uso do multímetro para o ensino de tópicos de Eletrodinâmica. O estudo será conduzido durante o ano letivo de 2026.

O estudo foca no ensino de tópicos de Eletrodinâmica no nível do ensino médio e não aborda outros conceitos de Física. Embora envolva metodologias ativas, tecnologias educacionais e formação de professores, esses domínios não estão no centro do estudo. Além disso, os resultados também serão específicos ao contexto da escola estudada e não podem ser generalizados para todos os ambientes educacionais.

O produto educacional é uma cartilha sobre corrente elétrica, diferença de potencial ddp (tensão) e resistência elétrica com um enfoque conceitual no conteúdo de Eletrodinâmica buscando fomentar o engajamento do aluno de forma ativa nas atividades de ensino. Assim, são feitos usos do multímetro como tema gerador, experimentos com fontes, baterias/pilhas, resistores, montagem de um circuito elétrico simples, acessados através de uma Cartilha

O Capítulo I introduz o referencial teórico da pesquisa, tratando de questões relativas ao ensino tradicional, pedagogia freireana, o tema gerador e a aplicação de recursos tecnológicos no ensino de física. Também discute trabalhos anteriores a respeito do ensino de Eletrodinâmica e pesquisa sobre metodologia investigativa.

Os fundamentos da Eletrodinâmica são abordados no Capítulo 2, incluindo corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica, Lei de Ohm e circuitos elétricos, com respeito ao uso do multímetro como ferramenta de ensino.

O Capítulo 3 descreve os procedimentos metodológicos da pesquisa, incluindo a abordagem qualitativa, os instrumentos de coleta de dados e a aplicação da sequência didática. Nesse capítulo também são discutidos os resultados obtidos durante a implementação da proposta pedagógica, seguidos das considerações finais da pesquisa.

O Capítulo 4 será abordado a aplicação do produto educacional e análise dos resultados. Por fim, apresentam-se as considerações finais da pesquisa, as referências bibliográficas e os anexos utilizados no desenvolvimento do estudo.

CAPITULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Breve histórico do Ensino Tradicional.

O ensino tradicional tem suas raízes na antiguidade, quando a educação era baseada na transmissão de conhecimento de uma geração para outra geração, onde o professor era o protagonista. “Desde o período paleolítico obtemos registros das mudanças proporcionadas pelo gênio humano. A criação de ferramentas que usavam pedras polidas, o uso doméstico dos animais a invenção da roda etc”. LIRA JUNIOR (2019, p.16).

A criatividade humana foi fundamental para que os primeiros seres humanos adquirissem o conhecimento necessário para transformar sua realidade. Ao substituir suas condições iniciais por novas perspectivas, eles desenvolveram uma visão renovada do mundo e deram origem a inovações constantes.

De acordo com Lira Junior (2019, P.16):

Essa capacidade criativa permitiu e garantiu ao homem primitivo ter o conhecimento necessário para modificar as suas condições de existência. Substituindo as suas condições primitivas por novos paradigmas que geraram uma nova visão do mundo e proporcionando a criação de incontáveis novos inventos. Dentro desses novos inventos temos a escrita cuneiforme que de acordo com dados históricos surgiu na Suméria por volta de 8 mil anos atrás e que proporcionou os primeiros registros escritos. Essa ferramenta possibilitou o aprimoramento dos registros da linguagem humana e tornaram melhores os meios de comunicação, além de permitir que se registrasse informações significativas dos modos de vida, da produção da cultura do povo. JUNIOR (2019, p.16).

Diante, do pensamento supracitado, a humanidade sempre buscou conhecimentos para progredir, desenvolvendo métodos de ensino eficazes em cada época. A educação tradicional evoluiu ao longo do tempo, mas a necessidade de inovação é constante. A escola desempenha um papel fundamental na propagação do conhecimento e na promoção das mudanças.

Muitas vezes, mesmo com recursos modernos e novas metodologias, ainda seguimos o modelo tradicional de ensino em nossas aulas. “O professor é muito mais um mediador do conhecimento, um problematizador. O aluno precisa construir e reconstruir o conhecimento a partir do que faz [...]. Ele deixará de ser um lecionador para ser um organizador do conhecimento e da aprendizagem” (Gadotti, 2010, p.14). É importante que os professores mudem essa abordagem e coloquem o aluno no “centro” do processo de aprendizado.

Muitos alunos não se interessam pelas aulas de Física no diz respeito ao conceito da Eletrodinâmica porque são muito tradicionais. O professor fala e os alunos ouvem, sem muita

interação. No ensino de física, isso não contribui, pois os alunos apenas memorizam fórmulas sem entender o conceito. Neste sentido Lira Junior afirma;

Atualmente é perceptível o desinteresse por grande parte dos alunos em relação à forma como o conteúdo é transmitido ou repassado a eles durante as aulas. Geralmente esses conteúdos são levados aos alunos através de uma aula tradicional na qual o professor se utiliza de uma aula oral expositiva e com o uso dos recursos habituais como o quadro branco e um material didático (livro ou apostila) que foi previamente selecionado pelo professor ou que faz parte dos recursos didáticos da escola. No ensino de física isso desfavorece o interesse do aluno pelo que está sendo ministrado, pois na maioria das vezes o professor quer que o aluno memorize fórmulas ou conceitos através da simples repetição de exercícios o que não estimula no aluno uma aprendizagem. LIRA JUNIOR (2019, p.20).

Com isso, o ensino tradicional, centrado no professor e na aula expositiva, precisou incorporar novas metodologias, transformando o papel da escola, os conteúdos e a relação professor-aluno, e tornando a construção do conhecimento e baseada nas experiências dos alunos.

1.2 Revisão da literatura

Nesta revisão da literatura é feito o relato de artigos e dissertações selecionadas a partir de uma busca nos repositórios de teses e dissertações do MNPEF e da base de busca do Google Acadêmico. A Tabela 1 apresenta as dissertações e artigos selecionados para esta revisão bibliográfica.

Tabela 1 – Dissertações e artigos revisados que discutem eletrodinâmica.

Autores e ano	Conteúdo de Eletrodinâmica	Série e local	Proposta didática
Silva Júnior e Miranda (2020)	Aplica <i>Peer Instruction</i> para abordar leis de indução e circuitos variáveis	Ensino médio – UFPA	Discussões em pares e perguntas conceituais para melhorar compreensão
Barros Filho e Silva (2002)	Ensino de eletrodinâmica clássica com foco em avaliação contínua	Ensino médio, UNICAMP (SP)	Avaliação integrada em atividades construtivistas

Moreira et al. (2021)	Eletrodinâmica com aprendizagem significativa	Ensino médio – Ceará	Experiências lúdicas, estudos em robótica, construção de conceitos
Moraes (2005)	Circuitos reais e virtuais para Eletrodinâmica	Ensino médio – UFRGS, RS	Pré-testes, aulas interativas, CD-ROM e simulações com <i>Edison/TelEduc</i>
Souza Júnior (2014)	Investigação conceitual por simulações e <i>applets</i>	Ensino médio – UFES, ES	Unidade investigativa com software, testes e diários de campo
Silva (2021)	Circuitos simples com LEDs para pele e prática experimental	Ensino médio – UFC, CE	Sequência baseada em experimentação com LEDs e reflexão conceitual
Barreto (2019)	Construção de conhecimento via experimentos em circuitos	Ensino médio – UFV, MG	Experimentos orientados com registro e análise de dados
Felizardo (2024)	Consumo consciente de energia elétrica via Transposição Didática	2ª e 3ª séries do Ensino Médio – RS	Aprendizagem ativa com experimentação, simulações e diários de bordo
Silva (2021)	Corrente elétrica e associação de resistores com ênfase em modelos	3º ano do Ensino Médio – Escola Hilda Miranda Nascimento, Serra/ES	Sequência didática com <i>Spiral Marble Machine</i> , vídeos, experimentos com lâmpadas, filme “A

	conceituais e analogias		Guerra das Correntes”, atividades em grupo e pré/pós-teste com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel
Silva (2022)	Corrente elétrica, Lei de Ohm, associação de resistores, potência elétrica	3º ano do Ensino Médio – EEEFM Dr. José Moysés, Cariacica/ES	Metodologia dos Três Momentos Pedagógicos com uso de vídeos, simuladores (<i>PhET</i>), experimentos e jogos lúdicos (caça-palavras), com apoio na pedagogia freireana

Fonte: Autoria própria

O artigo de Silva Júnior e Miranda (2020) apresentam uma proposta baseada na metodologia *Peer Instruction*, inspirada no modelo de Eric Mazur, aplicando-a ao ensino de leis de indução eletromagnética e circuitos variáveis. A estratégia consiste na formulação de perguntas conceituais seguidas de discussões em duplas ou pequenos grupos, permitindo que os alunos confrontem suas ideias e construam coletivamente o entendimento dos fenômenos físicos. O foco desloca-se da simples transmissão de conteúdo para a promoção da argumentação e do raciocínio crítico, revelando-se uma abordagem eficaz para lidar com os obstáculos conceituais típicos da Eletrodinâmica.

O artigo de Barros Filho e Silva (2002) abordam a Eletrodinâmica sob uma perspectiva construtivista, destacando a importância de integrar a avaliação ao processo de aprendizagem. Em vez de utilizá-la como mecanismo de verificação pontual, os autores propõem que ela esteja presente em todas as etapas das atividades, funcionando como instrumento de reflexão e autorregulação dos estudantes. Essa postura rompe com o modelo tradicional de ensino, que

privilegia a memorização, e passa a valorizar o desenvolvimento progressivo das competências conceituais em circuitos elétricos.

Em seu artigo Moreira et al. (2021) fundamentam sua proposta na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, defendendo que os conceitos de Eletrodinâmica podem ser melhor assimilados quando associados a experiências lúdicas e à robótica educacional. Os autores argumentam que o engajamento emocional e a participação ativa do estudante favorecem a formação de subsunçores relevantes, permitindo que conteúdos abstratos sejam ancorados em situações vivenciadas. Assim, a Física passa a ser percebida como ciência aplicada e não apenas como um conjunto de fórmulas.

O trabalho de dissertação de Moraes (2005) propõe uma integração entre experimentação real e simulações digitais no ensino de circuitos elétricos, utilizando tanto dispositivos físicos quanto softwares como Edison e TelEduc. Sua abordagem valoriza o equilíbrio entre a manipulação concreta e a modelagem virtual, possibilitando ao estudante visualizar fenômenos que muitas vezes não são perceptíveis diretamente. Além disso, o autor defende o uso de pré-testes e atividades interativas como forma de mapear concepções prévias e acompanhar a evolução da aprendizagem.

A dissertação de Souza Júnior (2014) adota uma abordagem investigativa ao empregar simulações computacionais e applets como ferramentas para explorar conceitos. Em sua proposta, o estudante é incentivado a formular hipóteses e testar cenários virtuais antes da formalização teórica, desenvolvendo autonomia e pensamento científico. O uso de diários de campo e registros reflexivos permite acompanhar o percurso cognitivo do aluno, mostrando que a aprendizagem se constrói de maneira processual e não apenas por exposição de conteúdos.

O trabalho de dissertação de mestrado de Silva (2021) mostra que a prática experimental em Eletrodinâmica pode ser viabilizada com materiais de baixo custo, como LEDs, resistores e baterias simples. Sua proposta combina vivências sensoriais com momentos de reflexão conceitual, permitindo que o aluno relacione fenômenos observáveis com modelos teóricos. Essa perspectiva democratiza o ensino experimental, afastando a ideia de que laboratórios sofisticados são indispensáveis para o aprendizado significativo.

A dissertação de Barreto (2019) defende que o conhecimento científico pode ser construído por meio de experimentos direcionados a circuitos elétricos. Sua proposta valoriza o registro de dados, a sistematização de observações e a análise crítica, aproximando os estudantes da metodologia científica. O protagonismo estudantil é estimulado à medida que os

alunos deixam de ser meros receptores de respostas e passam a construir interpretações baseadas em evidências empíricas.

O trabalho de dissertação de Felizardo (2024) aborda a Eletrodinâmica sob uma perspectiva sociocientífica ao tratar do consumo consciente de energia elétrica como tema gerador. Utilizando a Transposição Didática como fundamento, o autor transforma conceitos científicos em questões de relevância cotidiana, mobilizando experimentação, simulações e diários de bordo. Sua proposta promove uma aprendizagem crítica, alinhada à formação cidadã e à sustentabilidade.

O trabalho de dissertação de Silva (2021) apresenta uma sequência didática sólida com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, integrando analogias, vídeos, experimentos e até o filme *A Guerra das Correntes* como recurso narrativo. O uso de dispositivos como a *Spiral Marble Machine* e experiências com lâmpadas favorece a conexão entre saber empírico e científico. Sua proposta demonstra que a contextualização histórica e cultural pode desempenhar papel central na motivação dos estudantes.

O trabalho de dissertação de Silva (2022) embasa sua proposta na pedagogia freireana e nos Três Momentos Pedagógicos, articulando problematização, organização e aplicação do conhecimento no ensino de conceitos como corrente elétrica, Lei de Ohm e potência. O uso de simuladores PhET, jogos lúdicos e atividades dialógicas transforma o conteúdo científico em ferramenta de emancipação intelectual. Assim, o ensino de Física deixa de ser meramente técnico e passa a ser um ato político e formativo.

1.3 Teoria de Paulo Freire

Ao analisar trajetórias de educadores que transformaram a educação brasileira, destaca-se a importância de Paulo Freire. Sua própria experiência de vida, marcada por dificuldades econômicas e proximidade com populações marginalizadas, moldou suas práticas pedagógicas. Ele desenvolveu métodos voltados à alfabetização e à formação crítica de indivíduos historicamente excluídos, valorizando sempre a consciência social e política. Nesse sentido, Nascimento (2013, p. 21) afirma:

“Paulo Reglus Neves Freire nasceu em 19 de setembro de 1921 em Recife (PE). [...]. Seus estudos voltados àqueles que se chamava de oprimidos, ele próprio veio de família pobre, suas técnicas atendiam os desprovidos socialmente era conhecida como sistema Paulo Freire”.

De acordo com Silva et al (2024):

A educação proposta por Freire fundamenta-se na participação ativa dos educandos. Ele advoga por uma relação dialógica entre os sujeitos do processo educativo, na qual o educador não é apenas aquele que detém o conhecimento, mas sim alguém que aprende e ensina simultaneamente. Este conceito rompe com a visão bancária da educação, onde o aluno é considerado um receptáculo passivo de informações. Em vez disso, a proposta freiriana sugere que o educando deve ser um protagonista em sua jornada de aprendizagem, contribuindo ativa e criticamente para o processo. Neste modelo, tanto o professor quanto o aluno são co-construtores do conhecimento, dialogando e refletindo sobre o mundo.

A dificuldade dos estudantes em compreender os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica está fortemente relacionada ao modelo tradicional de ensino, que ainda é predominante em muitas escolas. Para Sousa (2013, p. 14).

Tornou-se comum ouvir um aluno, mais particularmente do Ensino Médio, falar que não gosta de Física porque não consegue entender o conteúdo abordado pelo professor em sala de aula. Essa dificuldade, que por diversas vezes foi associada unicamente ao nível elevado da disciplina e à metodologia utilizada pelo professor. [...].

Esse modelo se baseia na transmissão de conteúdos prontos, desconsiderando a realidade sociocultural dos estudantes, e estimula a memorização mecânica de fórmulas, sem promover a construção do conhecimento. “Esses novos conteúdos são simplesmente decorados pelo indivíduo, e isso ocorre de forma arbitrária e irregular, dificultando uma aprendizagem clara e adequada. Como consequência desse tipo de educação, podemos citar o fato de o estudante não conseguir repassar com sua própria visão o tema estudado por ele”. (Sousa 2013, p. 14).

Segundo Paulo Freire (1987), essa abordagem é conhecida como educação bancária, na qual o professor deposita informações no aluno, sem diálogo ou problematização. Essa prática pedagógica torna o aprendizado superficial, porque os estudantes não veem sentido nem utilidade no que estão aprendendo, especialmente em conteúdos abstratos como os da Eletrodinâmica.

“A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em ‘vasilhas’, em recipientes a serem ‘enchidos’ pelo educador. [...] Em lugar de comunicar-se, o educador faz ‘comunicados’ e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção ‘bancária’ da educação” (FREIRE, 1987, p. 37).

Além disso, os conceitos físicos muitas vezes são ensinados de forma isolada, sem conexão com a prática cotidiana, o que dificulta o entendimento. A Eletrodinâmica envolve fenômenos invisíveis a olho nu, como o movimento dos elétrons em um circuito, e por isso

exige atividades práticas, uso de instrumentos e experimentação para que o estudante compreenda seu funcionamento concreto.

Como explicam Moreira e Masini (1982), a aprendizagem significativa só ocorre quando o conteúdo novo se relaciona com o que o aluno já sabe. Quando essa relação não é estabelecida, o conteúdo é memorizado sem compreensão e logo esquecido. “Na aprendizagem significativa, o novo conhecimento é ancorado em conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. [...] A aprendizagem mecânica, por outro lado, ocorre de maneira arbitrária, sem vínculos com conhecimentos prévios”. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 8-9).

A ausência de atividades contextualizadas e dialógicas afasta os estudantes do conteúdo, gera desmotivação e dificulta a apropriação crítica dos conceitos físicos. Por isso, o uso de instrumentos como o multímetro, que permitem observar e investigar esses conceitos na prática, torna-se uma ferramenta poderosa quando inserido em propostas freireanas, que valorizam o diálogo, a problematização e a realidade do educando.

Como afirma Freire: “Ensinar exige respeito aos saberes dos educandos. [...] O ponto de partida para o conhecimento não pode ser outro senão a situação concreta de vida dos educandos”. (FREIRE, 1996, p. 19).

Na literatura sobre o ensino de Eletrodinâmica, vêm sendo apontadas, entre outras, as seguintes possibilidades metodológicas para aproximar teoria e prática e superar a fragmentação conceitual:

Aprendizagem experimental com instrumentos reais: A introdução sistemática do multímetro em atividades de laboratório permite que o estudante observe diretamente como variam corrente, tensão e resistência em circuitos reais, evitando a aprendizagem puramente abstrata. Além disso, esse contato com o equipamento desenvolve habilidades práticas importantes, como o cuidado na seleção de escalas e a interpretação de leituras, aproximando o conteúdo teórico da experiência concreta (TIPLER; MOSCA, 2015).

Problem-based learning (PBL) e “temas geradores”: No PBL, os estudantes recebem situações-problema reais, por exemplo, “por que meu smartphone demora para carregar?” que servem como ponto de partida para pesquisa e experimentação com o multímetro. Essa abordagem, inspirada na investigação temática de Freire, favorece a autonomia dos alunos, pois eles são desafiados a formular perguntas, planejar medições e interpretar resultados de forma colaborativa. (FREIRE, 1996).

Aula expositiva dialogada: Em vez do modelo puramente transmissivo, a aula dialogada combina explicação de conceitos (Lei de Ohm, associação de resistores, conservação de carga) com questionamentos que partem das medições já realizadas, promovendo o envolvimento ativo dos estudantes e ressignificando o conteúdo à luz de sua prática. (FREIRE, 1996).

A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos. [...]. O bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento de seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma ‘cantiga de ninar’. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas. (FREIRE, 1996, p. 57).

Estudo de casos contextualizados: A resolução de problemas reais como diagnosticar falhas em circuitos domésticos ou medir a tensão de carregadores de celular estimula o raciocínio crítico, a aplicação dos conceitos em situações autênticas e a transferência de aprendizagem para contextos inesperados (MOREIRA; OSTERMANN, 2000).

Socialização e autoavaliação: A apresentação oral dos resultados em roda de conversa fortalece as competências comunicativas e o protagonismo estudantil, enquanto instrumentos formativos como portfólios, questionários reflexivos e autoavaliações valorizam o processo e não apenas o produto final (FREIRE, 1996).

Os sistemas de avaliação pedagógica de alunos e de professores vêm se assumindo cada vez mais como discursos verticais, de cima para baixo, mas insistindo em passar por democráticos. [...] A questão que se coloca a nós, enquanto professores e alunos críticos e amorosos da liberdade, não é [...] ficar contra a avaliação, de resto necessária, mas resistir aos métodos silenciadores com que ela vem sendo às vezes realizada. A questão que se coloca a nós é lutar em favor da compreensão e da prática da avaliação enquanto instrumento de apreciação do que-fazer de sujeitos críticos a serviço, por isso mesmo, da libertação e não da domesticação. Avaliação em que se estimule o falar a como caminho do falar com. (FREIRE, 1996, p. 78).

Neste sentido, Freire ressalta que a avaliação deve: Ser formativa, valorizando o processo (“o que-fazer”) em vez de apenas atribuir notas. Estimular o falar e a escuta ativa, isto é, a apresentação de ideias em roda de conversa. Fomentar a autonomia e o protagonismo dos estudantes, pois reconhece-os como sujeitos críticos e parceiros na construção do conhecimento.

Portanto, a “avaliação enquanto instrumento de apreciação do que-fazer” incorpora tanto a socialização oral (apresentações em roda de conversa) quanto o uso de portfólios e

questionários reflexivos, pois todos esses recursos colocam o foco no processo participativo e dialógico de aprendizagem, não apenas nos resultados finais.

1.4 Tema Gerador: Multímetro

Na perspectiva freireana, os temas geradores emergem das situações concretas vivenciadas pelos educandos e constituem o ponto de partida para a construção do conhecimento por meio da problematização da realidade. Nesta pesquisa, o título "Tema Gerador: Multímetro" não significa compreender o equipamento como um fim em si mesmo ou como um simples conteúdo técnico. O multímetro é concebido como o elemento que desencadeia o processo investigativo, permitindo aos estudantes analisar fenômenos elétricos presentes em seu cotidiano, tais como o funcionamento de pilhas, baterias, carregadores de celulares, aparelhos eletrodomésticos, instalações elétricas residenciais e consumo de energia.

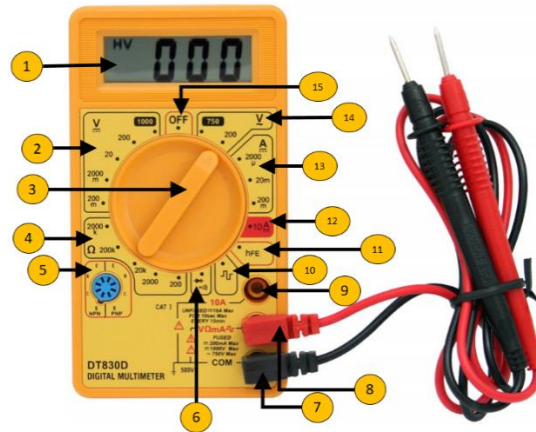
Ao utilizar o multímetro para realizar medições, comparar resultados, levantar hipóteses e discutir coletivamente as evidências obtidas, os estudantes estabelecem relações entre os conceitos científicos da Eletrodinâmica e situações concretas de sua realidade. Nessa perspectiva, o equipamento deixa de ser apenas um instrumento técnico e passa a constituir um recurso pedagógico capaz de promover o diálogo entre os saberes cotidianos e o conhecimento científico.

Portanto, o multímetro assume, nesta proposta, a função de articulador das atividades investigativas desenvolvidas ao longo da sequência didática. As medições realizadas não têm como finalidade exclusiva ensinar o manuseio do equipamento, mas favorecer a problematização de situações reais relacionadas à eletricidade, possibilitando que os estudantes construam explicações fundamentadas em evidências experimentais e reflitam criticamente sobre fenômenos presentes em seu cotidiano, em consonância com os princípios da educação problematizadora defendida por Paulo Freire.

O multímetro é um aparelho usado em eletrônicas, pode ser analógico ou digital, nele contém: Voltímetro, amperímetro, ohmímetro, etc. O multímetro pode ser utilizado para vários tipos de medidas, vamos citar três mais comuns: Tensão elétrica (medida em volts – V), corrente elétrica (medida em ampères – A), resistência elétrica (medida em Ohms Ω - letra ômega). De acordo com Matos (2007, p.17) “É um instrumento de grande utilidade na Eletrônica. É com este aparelho que se realiza as principais medições das três grandezas básicas da eletricidade:

Tensão elétrica – medida em Volts (V); Intensidade de corrente elétrica – medida em ampères (A); Resistência elétrica – medida em Ohms” (Ω).

Figura 1.1 – Multímetro digital



Fonte: Retirado de < <https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2017/12/como-utilizar-um-multimetro.html> >. Acesso em: 15 de Abril de 2025. Adaptado.

Figura 1.1: Imagem do multímetro DT830D mostrando suas funções e display.

- 1 – Display e valor a ser mostrado da aferição.
- 2 – Símbolo V (volts CC) escala para medir tensão elétrica contínua de 200mV, 2000mV, 20V, 200V e 1000V.
- 3 – Chave Seletora do multímetro.
- 4 – Símbolo Ω (ohms) escala para medir resistência elétrica de: 200m Ω , 2000m Ω , 20K Ω , 200K Ω e 2000K Ω .
- 5 – Soquete para inserir e medir ganho de um Transistor NPN (base positiva), Transistor PNP (base positiva). Os transistores tem três terminais: 1. Coletor (C), 2. Base (B) e 3. Emissor (E).
- 6 – Função para teste de diodo, transistores e medir continuidade.
- 7 – Soquete e conector da ponta de prova preta (negativa).
- 8 - Soquete e conector da ponta de prova vermelha (positiva) para medir: V (volts), Ω (ohms), f (frequência) e mA (miliamperes) no máximo 0,2 A.
- 9 – Soquete para o conector ponta de prova (vermelha) para medições superiores a 10 Amperes.
- 10 – Faixa para medir frequência (Hz) tanto em corrente contínua e corrente alternada.
- 11 – Escala para realizar teste com transistor no soquete de número 5.

12 – Escala para fazer medições superiores a 10 amperes.

13 – Símbolo A (amperes) Escala para medir corrente continua de: 200mA, 20mA, 2000 μ A e 200 μ A.

14 - Símbolo V (volts CA) escala para medir tensão elétrica alternada de 200V e 750V.

15 – Chave para desligar o multímetro.

Com esse instrumento eletrônico o professor tem em mão uma poderosa ferramenta para mostrar aos alunos e que possam interagir diretamente com o conteúdo de Eletrodinâmica relacionando aula teórica com aulas práticas para facilitarem a compreensão do assunto dado em sala de aula através de resultados obtidos pelo multímetro.

Dessa forma, o multímetro ultrapassa a condição de simples equipamento de medição e passa a desempenhar uma função pedagógica central nesta pesquisa. Sua utilização favorece a investigação de situações reais, a formulação de hipóteses, a análise de resultados experimentais e a construção coletiva do conhecimento. É nesse sentido que o multímetro é compreendido como tema gerador desta proposta: não pela sua materialidade enquanto instrumento eletrônico, mas pela capacidade de mobilizar questões significativas do cotidiano dos estudantes, desencadeando processos investigativos, dialógicos e contextualizados que conduzem à compreensão dos conceitos de Eletrodinâmica.

1.5 Recursos Tecnológicos

Nesta pesquisa, a utilização de recursos tecnológicos é de fundamental importância, pois o produto educacional será desenvolvido uma cartilha com uma sequência didática em formato digital.

As tecnologias da informação e comunicação têm transformado significativamente a vida em sociedade, afetando os serviços e dispositivos utilizados em residências, indústrias, comércios, escritórios, instituições financeiras e unidades de saúde. É incoerente acreditar que essas tecnologias não afetarão gradualmente o ambiente escolar, considerando que uma das principais funções da escola é precisamente informar e comunicar. Menezes (2012)

Nesse sentido, Pereira e Araújo (2020) apontam que a inserção da tecnologia na educação pode abrir caminhos para novas atitudes e práticas tanto por parte dos professores quanto dos estudantes. Essa integração tecnológica busca não apenas atender às demandas pedagógicas, mas também considerar as condições técnicas e financeiras diversas das instituições. Esse movimento leva à necessidade de repensar metodologias tradicionais,

incentivando práticas mais interativas e investigativas, que vão além da simples troca do suporte usado para transmitir o conteúdo.

Considerando a perspectiva de Pereira e Araújo (2020), vivemos em uma realidade cada vez mais conectada ao ambiente digital, o que exige que a Educação com todos os seus atores, como professores, gestores, alunos e a própria escola acompanhe esse ritmo acelerado de transformações. A incorporação das Tecnologias da Informação e da Comunicação no ambiente educacional surge, assim, como uma oportunidade de promover melhorias significativas no dia a dia escolar, contribuindo para um processo de formação mais alinhado às necessidades do mundo atual.

Dessa forma, a tecnologia está transformando a sociedade, o mundo real e digital estão cada vez mais interligados. Para aproveitar essas oportunidades, a educação precisa se adaptar, integrando tecnologias para melhorar o ensino e a aprendizagem. No que se refere a cartilha digital.

1.6 BNCC e LDB

Para a sequência didática aos conteúdos da Eletrodinâmica, tomaremos como referência a BNCC (Base Nacional Comum Curricular). O BNCC define um conjunto de aprendizagens essenciais aos alunos durante as etapas da educação básica. Sendo o BNCC aplicável apenas na educação escolar, ele é resultado de um esforço de quatro anos para definir normas para a educação básica. Brasil (2017).

Para a confecção desta cartilha recorreremos nas diretrizes do Ensino Médio, pois os conteúdos abordados fazem parte dessa etapa. Para definir as competências a serem alcançadas, tomaremos como base Brasil (2017). Que nos diz:

Ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento. Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL 2017, p. 8).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece as diretrizes obrigatórias para os currículos das escolas brasileiras. No que diz respeito à Física no Ensino Médio, o documento propõe que os conhecimentos científicos devem ser ensinados a partir de situações-problema, com foco na compreensão crítica, na aplicação prática e na participação ativa do estudante no

processo de aprendizagem. No campo da Eletrodinâmica, os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial (tensão) e resistência elétrica são inseridos dentro da Unidade Temática: Interações e transformações da natureza, que tem como objetivo permitir que o estudante compreenda como a energia circula, é transformada e aplicada no mundo ao seu redor.

Entre os objetos de conhecimento da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a Eletrodinâmica aparece dentro do campo temático "Interações e Transformações de Energia", relacionando-se diretamente com competências como:

- Analisar e interpretar fenômenos elétricos em circuitos simples e complexos;
- Relacionar a corrente elétrica ao fluxo de cargas elétricas;
- Compreender o papel da diferença de potencial como “força motriz” da corrente;
- Reconhecer o papel da resistência elétrica nos dispositivos e no consumo de energia;
- Usar instrumentos (como o multímetro) para realizar medições e testar hipóteses, com base em situações reais.

Também é importante ressaltar que as diferentes habilidades relacionadas a esta competência podem ser desenvolvidas com o uso de dispositivos e aplicativos digitais, que facilitem e potencializem tanto análises e estimativas como a elaboração de representações, simulações e protótipos. (BRASIL, 2018, p. 554).

De acordo com a BNCC: Analisar, com o auxílio do multímetro e, quando necessário, de ferramentas digitais, diferentes tecnologias e soluções relacionadas à geração, transmissão, distribuição e uso da energia elétrica, considerando fatores como a disponibilidade de recursos, a eficiência no consumo, o custo-benefício. (Habilidade EM13CNT106, BRASIL, 2018, p. 555).

A BNCC orienta: Formular perguntas, levantar hipóteses, fazer previsões e estimativas, utilizando o multímetro como instrumento de medição para coletar dados e interpretar modelos explicativos e resultados experimentais, com o objetivo de construir, avaliar e justificar conclusões na resolução de situações-problema sob uma abordagem científica. (Habilidade EM13CNT301, BRASIL, 2018, p. 559). Utilizar o multímetro para realizar análises qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e outros dispositivos eletrônicos, observando os processos de condução e transformação de energia, com ou sem o apoio de tecnologias digitais, a fim de

propor ações voltadas à sustentabilidade e ao uso consciente da energia elétrica. (Habilidade EM13CNT107, BRASIL, 2018, p. 555).

A BNCC propõe que os conteúdos de Eletrodinâmica sejam abordados por meio de:

- Situações contextualizadas, como o funcionamento de chuveiros, carregadores de celular, tomadas, fusíveis e lâmpadas;
- Modelos experimentais, que favorecem a exploração de circuitos reais com lâmpadas, resistores e multímetros;
- Análise crítica de gráficos e tabelas, extraídos de atividades práticas ou simuladores;
- Discussões investigativas sobre o consumo de energia, segurança elétrica e sustentabilidade.

A proposta da BNCC é romper com a abordagem tradicional, centrada na memorização de fórmulas e cálculos, e adotar estratégias investigativas em que os estudantes atuem como protagonistas da aprendizagem. Nesse contexto, o uso do multímetro e a análise de circuitos elétricos reais se alinham completamente à proposta pedagógica da BNCC.

Como exemplo de prática coerente com a BNCC, o professor pode propor o seguinte problema: “Por que uma lâmpada acende com maior intensidade quando ligada diretamente à bateria, e não quando associada em série com outras?”

A partir desse problema, os estudantes podem formular hipóteses, realizar medições com o multímetro (de corrente, tensão e resistência), analisar dados e construir o conhecimento de forma colaborativa. Essa prática está em total consonância com os princípios da BNCC e da aprendizagem significativa: “Na aprendizagem significativa, o novo conhecimento é ancorado em conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno.” (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 21).

Essas habilidades apontam diretamente para uma abordagem ativa, prática e crítica, que pode e deve incluir o uso de instrumentos como o multímetro, em experiências como: Medição da resistência de diferentes materiais; Verificação da diferença de potencial em pilhas e baterias; Cálculo experimental da corrente elétrica em circuitos.

O conceito de tema gerador em Paulo Freire surge como uma resposta à educação tradicional e bancária, que impõe conteúdos aos estudantes de forma descontextualizada, desconsiderando suas realidades concretas. Para Freire, ensinar deve partir da vivência dos educandos, e não de um currículo impositivo, fechado e distante do cotidiano.

O tema gerador é, portanto, um elemento pedagógico que emerge da escuta ativa, da investigação crítica e do diálogo entre educador e educando. É um conteúdo vivo, retirado de situações existenciais reais que fazem parte da vida dos estudantes como o consumo de energia, o uso do celular, a internet, o transporte público, a desigualdade social, entre outros e que, ao ser problematizado, instiga a reflexão, o debate e a construção de conhecimento coletivo.

Segundo Freire (1996), os temas geradores não são apenas “assuntos” ou “títulos de aula”, mas sim expressões significativas da realidade vivida, que carregam contradições sociais, políticas, científicas e culturais, e que podem ser investigadas de forma crítica: “Estas situações [temas geradores] funcionam como desafios aos grupos. São situações-problemas codificados, guardando em si elementos que serão decodificados pelos grupos, com a colaboração do coordenador.”

(FREIRE, 1967, p. 113)

O processo de trabalho com o tema gerador envolve três momentos principais:

1. Investigação da realidade: O educador busca compreender, com os estudantes, quais questões, problemas ou situações fazem parte do seu cotidiano.
2. Codificação: Essas situações são representadas por meio de textos, imagens, dramatizações ou experimentos.
3. Decodificação: Por meio do diálogo e da reflexão crítica, os estudantes interpretam, analisam e ressignificam essas situações, reconstruindo o conhecimento.

Freire reforça que este processo precisa ser afetivo, dialógico e respeitoso: “Ensinar exige respeito aos saberes dos educandos [...] O ponto de partida para o conhecimento não pode ser outro senão a situação concreta de vida dos educandos.” (FREIRE, 1996, p. 19).

Para respaldar as competências gerais supracitadas, usaremos a LDB (Lei de Diretrizes de Bases da Educação) lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 em seu Art. 35¹. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades.

- I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

¹ Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em 17 de abril de 2025.

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996)

A BNCC oferece flexibilidade ao não impor um currículo rígido, permitindo que os itinerários formativos sejam organizados de forma personalizada e adaptada às necessidades do sistema de ensino. Para BRASIL (2017):

O currículo do Ensino Médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

I – linguagens e suas tecnologias;

II – matemática e suas tecnologias;

III – ciências da natureza e suas tecnologias;

IV – ciências humanas e sociais aplicadas;

V – formação técnica e profissional. (BRASIL 2017, p. 467).

Como nosso estudo está relacionado ao componente Física. Focaremos na área III Ciências da Natureza e suas Tecnologias. No entanto, podemos nos embasarmos na BNCC. De acordo com Brasil (2017) que nos diz:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza. No Ensino Médio, a área deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Os estudantes, com maior vivência e maturidade, têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema. Ao mesmo tempo, considerar a contemporaneidade demanda que a área esteja sintonizada às demandas e necessidades das múltiplas juventudes, reconhecendo sua diversidade de expressões. (BRASIL 2017, p. 537).

Dessa forma, com esses embasamentos desenvolveremos a nossa proposta de elaborar uma cartilha como utilizar o multímetro digital como recursos didático em uma Sequência Didática.

CAPITULO 2

TÓPICOS DE ELETRODINÂMICA

A Eletrodinâmica é uma área da Física que estuda o comportamento e as interações entre cargas elétricas em movimento e os campos elétricos e magnéticos associados.

O conteúdo de eletrodinâmica abordado neste trabalho foi selecionado para atender às necessidades específicas da atividade desenvolvida com o multímetro digital. Não se trata de uma cobertura completa do conteúdo de Eletrodinâmica normalmente ministrado em sala de aula, mas sim de uma abordagem focada em proporcionar uma experiência de aprendizagem inovadora e interativa para os alunos. O uso do multímetro como ferramenta didática visa estimular o interesse dos alunos pelo conteúdo e promover uma interação mais dinâmica entre eles e com o professor. A eletrodinâmica é fundamental no cotidiano, com aplicações práticas em equipamentos eletrônicos, instalações elétricas residenciais e prediais.

Figura 2.1 - Instalações elétricas residenciais e prediais



Fonte: Retirado de < Programa de Estágio da Coelba 2021 está com inscrições abertas >. Acesso em: 18 de Abril de 2025.

2.1 Corrente Elétrica

Corrente elétrica é o movimento ordenados dos elétrons no interior de um condutor, isto é, com direção e sentido preferenciais. Neste caso, os portadores de cargas elétricas são os elétrons livres, nos sólidos são os elétrons e nos líquido e gases são íons positivos ou íons negativos.

Para Moraes e Texeira (2006, p. 15).

Chamamos de corrente elétrica ao movimento ordenado de portadores de carga elétrica. Neste caso, os portadores de carga elétrica são os elétrons livres nos condutores sólidos (metais) e os cátions e ânions, nos condutores eletrolíticos (soluções iônicas-líquidos). Os gases, normalmente isolantes, sob a ação de um forte

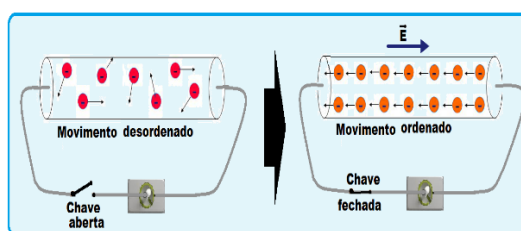
campo elétrico podem se ionizar, apresentando como portadores de carga, íons positivos, íons negativos e elétrons livres.

Para que possa entender melhor a corrente elétrica, Moraes e Texeira ainda fazem a seguinte analogia:

Usa-se ainda a expressão corrente elétrica, que vem da antiga concepção de eletricidade como um fluido, que supostamente poderia ser canalizada por condutores ou encanamentos hipotéticos, à semelhança da água corrente canalizada. Embora a analogia entre corrente elétrica e água corrente seja ainda usada para facilitar a compreensão do que é uma corrente elétrica, esses dois fenômenos apresentam algumas características muito diferentes e que devem ser esclarecidas, para evitar interpretações inadequadas [...]. (MORAES e TEXEIRA 2006, p. 15).

Para que esse movimento se torne ordenado é necessário ligarmos o fio a uma bateria (gerador) por exemplo. Isso fará com que os elétrons se movimentem devido a diferença de potencial entre os terminais da bateria. (LIRA JUNIOR 2019, p. 32).

Figura 2.2 – Corrente elétrica



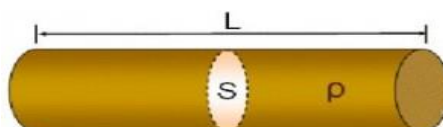
Fonte: Retirado de <<https://fis3engenharia.blogspot.com/2020/03/aula-6-corrente-eletrica-eletrodinamica.html>>. Acesso em: 18 de Abril de 2025.

De acordo com Lira Júnior.

Ao ligarmos o fio a bateria, formando um circuito simples, o potencial deixa de ser igual em todos os pontos do circuito, pois campos elétricos são criados no interior do condutor e exerce sobre os elétrons uma força que força os elétrons a se movimentarem em uma certa direção, criando com isso uma corrente elétrica. Depois de um certo tempo a corrente entra em regime estacionário, ou seja, deixa de variar. (LIRA JUNIOR 2019, p. 32).

Considere esse condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica. Imagine, neste condutor, uma seção transversal S .

Figura 2.3 – Condutor com área da seção transversal



Fonte: Retirado de <<https://www.profetolocka.com.ar/2013/06/01/resistencia-de-un-conductor/>>. Acesso em: 19 de Abril de 2025.

Se pegarmos um plano qualquer do fio por onde passa uma carga dq em um intervalo de tempo dt , podemos definir a corrente i como:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad \text{Equa. 2.1}$$

Logo a carga que passa pelo plano no intervalo de tempo 0 a t pode ser obtida por uma integração:

$$q = \int dq = \int_0^t i \, dt \quad \text{Equa. 2.2}$$

onde a corrente i pode variar com o tempo.

Com a carga elétrica é quantizada e o menor valor corresponde a carga de um elétron ou de um próton, carga elementar ($e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$), a expressão intensidade de corrente elétrica pode ser dada por:

$$i = \frac{n \cdot e}{dt} \quad \text{Equa. 2.3}$$

Onde: **n** igual número de elétrons que atravessam a seção reta do fio condutor; **e** igual módulo da carga elementar (ou carga de um elétron); e **dt** igual intervalo de tempo.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a carga elétrica é dada em Coulomb (C) e o tempo em segundos (s). A intensidade de corrente elétrica é dada em C/s.

A intensidade de corrente elétrica de 1C/s é denominada 1 Ampère (1 A), em homenagem ao físico francês André-Marie Ampère.

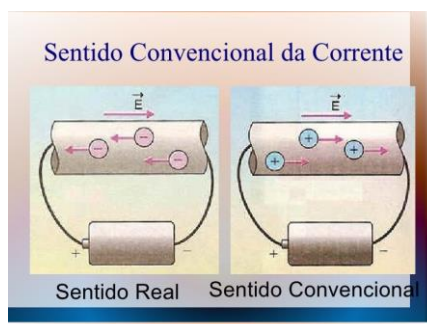
O Ampère é uma unidade adequada para as instalações elétricas domésticas ou industriais, mas para os circuitos eletrônicos ela é muito grande. Por isso, são usados frequentemente os submúltiplos do Ampère, como o miliampère ($1\text{mA}=10^{-3}\text{A}$) e o microampère ($1\text{ }\mu\text{A}=10^{-6}\text{A}$).

Para Lira Junior o sentido da corrente elétrica é:

[...] o sentido em que portadores de carga positiva se movem quando na presença de um campo elétrico. Esses portadores de carga positivos, sairiam do terminal positivo da bateria e entrariam no terminal negativo. Porém, no caso do fio de cobre os portadores de carga são os elétrons (que possuem cargas negativas). Logo o campo elétrico faz com que essas partículas se movam do terminal negativo para o positivo (sentido real ou eletrônico). Devido a razões históricas usamos a seguinte convenção: (LIRA JUNIOR, 2019, p. 34).

“A seta que indica o sentido da corrente elétrica é representada como se cargas positivas se movessem dentro do condutor (sentido convencional)”. (LIRA JUNIOR, 2019, p. 34).

Figura 2.4: Sentido da corrente elétrica.

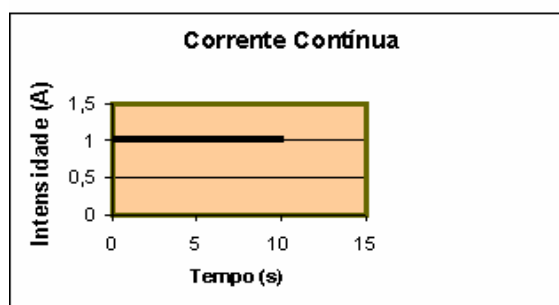


Fonte: Retirado de < <https://pt.slideshare.net/slideshow/corrente-eltrica-12653754/12653754> >. Acesso em: 19 de Abril de 2025.

2.2 Tópicos sobre corrente elétrica contínua e corrente elétrica alternada

Uma corrente elétrica é contínua quando mantém a intensidade e o seu sentido constante no decorrer do tempo. Seu gráfico é dado por $i \times t$ e é um segmento de reta paralela aos eixos do tempos. Porém seu gráfico é:

Figura 2.5: Gráfico da intensidade da corrente elétrica contínua em função do tempo

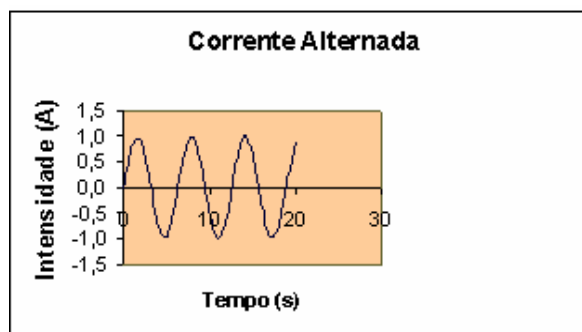


Fonte: MORAES, Maria. TEXEIRA, Rejane 2006, p. 16.

Portanto, a corrente contínua (CC) é um tipo de corrente elétrica que flui em uma direção única e constante, sem mudar de direção ou sentido. Isso significa que os elétrons se movem sempre no mesmo sentido, do pólo negativo para o pólo positivo. Este tipo de corrente é fornecido pelos geradores químicos baterias e pilhas, painéis solares.

A Corrente Alternada (CA) é um tipo de corrente elétrica que muda de direção periodicamente, oscilando entre valores positivos e negativos. Isso significa que os elétrons se movem em uma direção e, em seguida, mudam de direção, criando uma onda senoidal. Onde seu gráfico é representado pelo gráfico:

Figura 2.6: Gráfico da intensidade da corrente elétrica alternada em função do tempo



Fonte: MORAES, Maria. TEXEIRA, Rejane 2006, p. 17.

Portanto, esse tipo de corrente elétrica é fornecida pelas concessionárias de energia elétrica e é utilizada em residências, prédios, indústrias. etc.

2.3 Tópico sobre resistência, lei de Ohm, resistor e resistividade.

A resistência elétrica é causada pela interação entre os elétrons e os átomos do material condutor. Quanto mais os elétrons colidem com os átomos, maior é a resistência.

Dessa forma, a resistência elétrica é a oposição ao fluxo de corrente elétrica em um condutor. É uma medida de quão difícil é para os elétrons se moverem através de um material. De acordo com Moraes e Teixeira.

A grandeza física que mede essa dificuldade ou resistência à passagem de corrente elétrica é chamada **resistência elétrica**. A resistência elétrica de um condutor depende da sua espessura, do seu comprimento e da condutividade elétrica do material de que é constituído o condutor (a condutividade está relacionada ao número de portadores de carga). A resistência elétrica também depende da temperatura. Quanto maior a temperatura, maior a agitação das partículas do condutor e, portanto, maior a resistência. Para a maioria dos condutores, o aumento da temperatura provoca aumento da resistência, mas há exceções. O carbono é uma exceção. Quando a temperatura aumenta mais átomos de carbono perdem elétrons, aumentando a corrente, ou seja, diminuindo a resistência. (MORAES e TEXEIRA 2006, p. 21).

Nos supercondutores a resistência pode ir à zero em temperaturas muito baixas. Define-se a **resistência elétrica** (R) de um condutor pela razão:

$$R = \frac{U}{i} \quad \text{Equa. 2.4}$$

Onde **U** é a diferença de potencial nas extremidades do condutor e **i** é a intensidade da corrente elétrica que o atravessa.

A unidade de resistência elétrica no SI recebe o nome de ohm, em homenagem a Georg Simon Ohm.

A unidade ohm é representada pela letra grega ômega, **Ω**:

$$1\Omega = \frac{1V}{1A} \quad \text{Equa. 2.5}$$

2.3.1 Lei de Ohm

O valor da resistência (R) de qualquer condutor varia com a corrente que o atravessa. No entanto, para determinados intervalos de variação da corrente elétrica, a variação do valor de R é muito pequena e a resistência pode ser considerada constante. Neste caso, a diferença de potencial elétrico U nas extremidades do condutor é diretamente proporcional à intensidade de corrente elétrica i que o atravessa.

“Para que se possa ter uma boa compreensão de eletrodinâmica é necessário ter conhecimento e domínio das leis de Ohm. Leis essas que relacionam os resistores com demais grandezas (potencial e corrente elétrica) nos mostrando qual a influência dessas grandezas na resistência de um resistor”. (LIRA JUNIOR, 2019, p. 36).

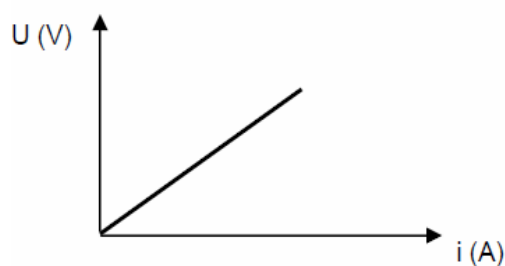
Assim, podemos escrever:

$$U = R \cdot i \quad \text{Equa. 2.6}$$

“A lei de Ohm afirma que a corrente que atravessa um dispositivo é sempre diretamente proporcional a diferença de potencial aplicada ao dispositivo”. (HALLIDAY, HESNICK e WALKER 2007, p.144).

Se construirmos o gráfico $U \times i$ para os condutores ôhmicos, obteremos uma reta passando pela origem, conforme mostra a figura abaixo

Figura 2.7: Gráfico da diferença de potencial elétrico, U , versus a intensidade de corrente, i , para condutores ôhmicos.

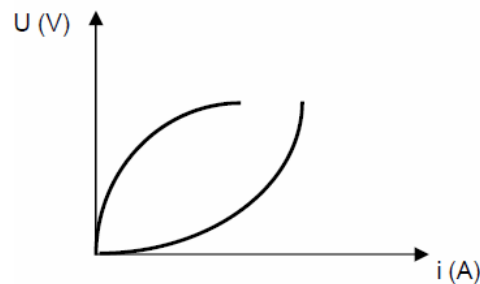


Fonte: MORAES, Maria. TEXEIRA, Rejane 2006, p. 23.

A inclinação desse gráfico nos fornece o valor da resistência, que é constante.

Ao construirmos o gráfico $U \times i$ para os condutores não-ôhmicos, não obteremos uma reta, o gráfico pode apresentar aspectos diferentes, dependendo da natureza do condutor. Como mostra a figura abaixo:

Figura 2.7: Gráfico da diferença de potencial elétrico, U , versus a intensidade de corrente, i , para condutores não ôhmicos.



Fonte: MORAES, Maria. TEXEIRA, Rejane 2006, p. 23.

2.3.2 Resistores

Qual é a função dos resistores?

Figura 2.8: Resistores de carbono



Fonte: Autoria própria

Um resistor oferece resistência elétrica a um circuito, e pode atuar como divisor de tensão ou limitador de corrente. Ele pode ser definido como sendo um dispositivo eletrônico que tem duas funções básicas: ora transforma energia elétrica em energia térmica (efeito joule), ora limita a quantidade de corrente elétrica em um circuito, ou seja, oferece resistência a passagem de elétrons.

Para Moraes e Teixeira (2006, p. 23).

Em um circuito elétrico, a finalidade dos resistores é limitar a intensidade da corrente elétrica. Essa limitação se dá devido à dissipação de energia elétrica em forma de calor. Mas os resistores, em geral, não são dispositivos destinados à geração de calor. Pelo contrário, o calor neles gerado é um complicador, pois altera o seu valor nominal, podendo prejudicar outros componentes próximos, além disso, representa energia não aproveitada.

Para evitar a danificação de componentes, a região onde estão se encontra os resistores costuma ter dispositivos dissipadores de calor, ou seja, um pedaço de alumínio. Um exemplo, ao assistir a um programa de televisão, observamos um pequeno e inevitável aquecimento na parte de trás do aparelho de TV. Essa energia dissipada sob forma de calor não é necessária e está sendo perdida.

Figura 2.9: Representação de um resistor



Fonte: Retirado de < <https://www.manualdaeletronica.com.br/resistor-o-que-e-e-para-que-serve/> >. Acesso em: 20 de Abril de 2025.

2.3.3 Resistividade (ρ)

Existem outros tipos de resistores destinados exclusivamente ao aquecimento. Esses resistores são denominados resistências ou resistências elétricas. São usados em chuveiros elétricos, ferros elétricos, torneiras elétricas, aquecedores de ambientes, máquinas de lavar louças, máquinas de lavar roupas, etc.

De que depende o valor de uma resistência elétrica?

A resistência de um condutor depende do seu comprimento, da espessura e o do material de que é feito.

Experimentalmente verifica-se que:

Quanto maior o comprimento de um condutor (fio), maior é a sua resistência, isto é, a resistência é diretamente proporcional ao comprimento do condutor, quanto mais fino é um condutor, maior é a sua resistência. A resistência é inversamente proporcional à área da seção transversal do condutor, e a resistência desse condutor depende do material de que ele é feito. Alguns materiais conduzem melhor a corrente elétrica e outros não.

Lira Junior (2019, p. 38,39) “Para entendermos o que é resistividade devemos concentrar nossa atenção no campo elétrico $\vec{E}$ que existe em um ponto do material resistivo. E ao invés de usarmos a corrente i no resistor, iremos usar a densidade de corrente no ponto a ser analisado, logo podemos definir a resistividade de um material por”:

$$\rho = \frac{E}{J} \quad \text{Equa. 2.7}$$

No SI (sistema internacional de medida) a unidade da resistividade é obtida através das unidades do campo elétrico e da densidade de corrente, isto é:

$$\frac{\text{Unidade de } E}{\text{Unidade de } J} = \frac{\frac{V}{m}}{\frac{A}{m^2}} = \frac{V}{A} m = \Omega m \quad \text{Equa. 2.8}$$

Logo, a unidade da resistividade ρ é o ohm vezes metro.

2.3.4 Determinação da resistência através da resistividade (segunda lei de Ohm)

“Em um fio condutor cuja a área da seção reta vale A e tendo um comprimento de valor L ao qual se aplica uma diferença de potencial V e tendo a densidade de corrente representada por linhas uniformes ao longo dessa seção reta fazendo com que o campo elétrico seja igual a densidade de corrente em todos os pontos desse fio”. (LIRA JUNIOR, 2019, p. 40).

Temos que:

$$E = \frac{V}{L} e J = \frac{i}{A} \quad \text{Equa. 2.9}$$

Fazendo a combinações dessas equações teremos a equação da segunda lei de ohm.

$$\rho = \frac{E}{J} = \frac{\frac{V}{L}}{\frac{i}{A}} = \frac{V}{L} \cdot \frac{A}{i} \quad \text{Equa. 2.10}$$

Como V/i é a resistência, a segunda lei de ohm pode ser expressa:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \text{Equa. 2.11}$$

Tabela 2.1: Resistividade elétrica de alguns materiais em unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI), à temperatura ambiente.

Condutores	($\Omega \cdot m$) ou ($\Omega \cdot m^2 / m$)
Prata	$1,47 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,72 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,63 \times 10^{-8}$
Tungstênio	$5,51 \times 10^{-8}$
Níquel-cromo	100×10^{-8}
Semicondutores	
Carbono	$3,5 \times 10^{-5}$
Germânio	0,6
Silício	2,3
Isolante	
Ambar	5×10^{14}
Vidro	$10^{10} - 10^{14}$
Enxofre	10^{15}
Madeira	$10^8 - 10^{11}$

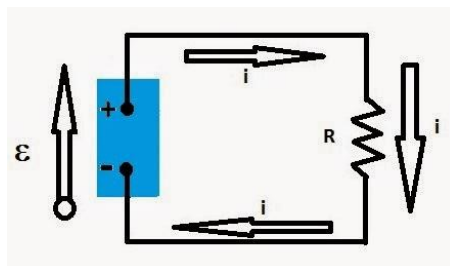
Fonte: Fonte: MORAES, Maria. TEXEIRA, Rejane 2006, p. 25. Adaptado

As grandezas macroscópicas, como tensão (V), corrente (i) e resistência (R), são essenciais para entender o comportamento elétrico de condutores específicos. Essas grandezas podem ser medidas diretamente com equipamentos de medida (multímetro). No entanto, para entender as propriedades microscópicas dos materiais, é necessário utilizar grandezas como campo elétrico (E), densidade de corrente (J) e resistividade (ρ).

2.4 Trabalho, Energia, Força Eletromotriz.

“Consideremos um trecho AB de um circuito elétrico, no qual encontra-se um resistor elétrico R , ligado a um gerador que fornece uma diferença de potencial U . O circuito é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade i ”. (MORAES e TEXEIRA, 2006, p. 26).

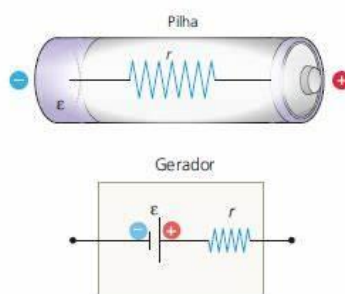
Figura 2.10: Circuito elétrico com um gerador e um resistor.



Fonte: Retirado de < <https://circuitosutf.blogspot.com/2014/02/trabalho-energia-e-forca-eletromotriz.html> >. Acesso em 21 de Abril de 2025.

Gerador é um dispositivo que converte energia mecânica em energia elétrica. Ele “[...] é o elemento essencial de um circuito elétrico, é um dispositivo que mantém a ddp (diferença de potencial elétrico), ou tensão elétrica, necessária para movimentar as cargas que constituem a corrente”. (MORAES e TEXEIRA. 2006, p. 26).

Figura 2.11: Gerador químico (pilha)



Fonte: Retirado de < <https://cursoenemgratuito.com.br/associacao-de-geradores/> >. Acesso em 21 de Abril de 2025.

E ainda os autores Moraes e Texeira (2006) citam Penteado et al. (2001) que:

As cargas elétricas que constituem a corrente possuem energia elétrica, que, no circuito externo converte-se em outra forma de energia (por exemplo, térmica nos resistores). A função do gerador é repor essa energia, quando a corrente o atravessa, isto é, quando as cargas percorrem o circuito interno, para que estas possam depois, circular novamente no circuito externo. Essa energia, que se converte em energia elétrica das cargas, pode ser de vários tipos, conforme a natureza do gerador. A bateria de automóvel e as pilhas secas fornecem energia elétrica a partir da energia química (gerador químico); as usinas hidrelétricas e os dínamos, a partir da energia mecânica (gerador mecânico); as usinas nucleares, a partir da energia nuclear (gerador nuclear), as usinas termelétricas e as termopilhas, a partir da energia térmica (gerador térmico), etc. Para que uma carga elétrica q (supostamente positiva, como sabemos) receba essa energia elétrica ao atravessar o gerador, este deve realizar um trabalho sobre a carga. A relação entre o trabalho realizado e a carga elétrica define uma grandeza

característica do gerador chamada força eletromotriz (fem) usualmente representada por ε . (Penteado et al. 2001) apud (MORAES e TEXEIRA. 2006, p. 32).

Considere um circuito básico, como o ilustrado na figura 2.10, composto por uma fonte de energia, como uma bateria, e uma resistência (R). A fonte mantém o terminal positivo (+) em um potencial elétrico maior do que o terminal negativo (-), criando uma diferença de potencial que impulsiona a corrente elétrica pelo circuito.

A força eletromotriz da fonte é representada por uma seta que aponta para cima, partindo do terminal negativo em direção ao terminal positivo. Para evitar confusão com as setas que indicam a direção da corrente, a seta da força eletromotriz é distinguida por um pequeno círculo em sua origem.

Quando a fonte está desconectada, a energia interna não causa movimento das cargas. Ao conectar a fonte ao circuito, a energia impulsiona as cargas positivas do terminal negativo para o terminal positivo, seguindo a direção da força eletromotriz. Isso significa que as cargas positivas se movem de uma região de baixo potencial para uma de alto potencial dentro da fonte, o que requer energia para realizar esse trabalho.

Lira Junior (2019, p. 43,44) “[...] Sendo assim para que ocorra o movimento da carga dq desta maneira, a fonte deve realizar sobre a carga um trabalho dW. Definimos a força eletromotriz da fonte por meio desse trabalho:”

$$\varepsilon = \frac{dW}{dq} \quad \text{Equa. 2.12}$$

Portanto, a força eletromotriz é equivalente ao trabalho realizado por unidade de carga para transferir cargas do polo de menor potencial para o polo de maior potencial. No Sistema Internacional de Unidades, a força eletromotriz é medida em joules por coulomb, conhecida como Volt (V).

2.5 Circuito Elétrico

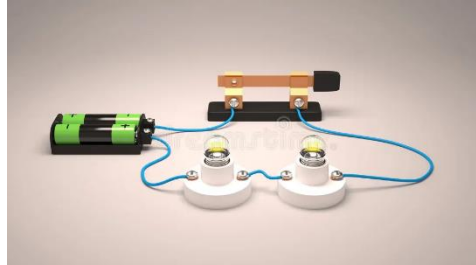
“O circuito elétrico é a montagem composta pela associação de dispositivo elétricos, tais como resistores, lâmpadas aparelho elétrico, fios de ligação e pilhas (geradores elétricos) no qual cada um cumpre determinada função para funcionamento adequado do conjunto”. (GODOY ET AL. 2020, p. 73).

E ainda os atores afirmam que:

Os resistores têm como função o controle e limitação da corrente elétrica que percorre o circuito elétrico, consumindo energia elétrica e convertendo-a em calor. os fios de ligação realizam, como o próprio nome diz, a ligação entre os diferentes elementos do circuito e a fonte de tensão (que pode ser pilha, gerador ou tomada elétrica), fornece tensão (ou diferença de potencial-ddp) responsável pela corrente elétrica que percorre

o circuito o que fará as lâmpadas ou aparelhos elétricos funcionarem. (GODOY ET AL. 2020, p. 73).

Figura 2.12: Circuito elétrico simples com pilhas, lâmpadas e chave liga-desliga



Fonte: Retirado de < <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-simple-electric-circuit-connected-series-d-render-image63568790> >. Acesso em 21 de Abril de 2025.

Portanto, um circuito elétrico é composto por dispositivos que permitem o fluxo de corrente e a conversão de energia elétrica. Um circuito simples requer um gerador, condutores e um receptor ou resistência, mas pode incluir outros elementos dependendo de sua complexidade.

CAPITULO 3

METODOLOGIA DE ENSINO

Este projeto, é uma pesquisa translacional, de abordagem qualitativa, fundamentada na pedagogia dialógica de Paulo Freire que busca transformar conhecimentos científicos em práticas pedagógicas no Ensino Médio. A proposta é aplicar uma Sequência Didática (SD) no formato de uma cartilha que ajude os alunos a compreenderem conceitos como: corrente elétrica, diferença de potencial ddp (tensão) e resistência elétrica, de forma interativa e atrativa, por meio de atividades práticas em situações do cotidiano dos estudantes.

A abordagem desta pesquisa é qualitativa, o que significa que não se concentra apenas em dados numéricos, mas sim em compreender como os estudantes aprendem, o que pensam, o que sentem e como respondem às atividades propostas. A proposta é estar presente e observar o que acontece no ensino e na aprendizagem, valorizando as vivências dos alunos.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa a ser realizada em uma escola de Ensino Médio na cidade de Coari Amazonas. Para Pinto e Pimenta (2012, p. 209) “A pesquisa qualitativa pauta-se na subjetividade da interação dos dados, o que favorecerá a atribuição de significado a realidade social, com base na cultura e no contexto que o caracteriza.”

De acordo com Mól, Caixeta e Silva (2026, p. 7), definir o caminho metodológico é uma etapa importante da pesquisa científica, pois é nesse ponto que as "técnicas, ferramentas e procedimentos desenvolvidos pelo pesquisador na obtenção e análise de dados" se manifestam. Assim, o objetivo da presente pesquisa é basear-se em uma abordagem qualitativa que destaca uma perspectiva crítica: que os fenômenos educacionais examinados são impactados pelo contexto sociocultural, pelas interações professor-aluno e pelas experiências formuladas dentro do ambiente escolar.

Além disso, essa escolha metodológica está alinhada com o propósito deste estudo no contexto de analisar as contribuições para o ensino dos conceitos de Eletrodinâmica a partir do uso do multímetro no ensino médio. A pesquisa qualitativa oferece espaço para caminhos flexíveis, de modo que o pesquisador possa alterar estratégias, instrumentos e métodos durante o processo de investigação, mantendo-se fiel ao rigor científico (MÓL; CAIXETA; SILVA, 2026, p. 8).

Portanto, a trajetória investigativa dos autores está bem equilibrada com a noção de articular objetivos, técnicas de coleta e procedimentos de análise, garantindo assim a consistência interna do problema de pesquisa, das ferramentas utilizadas e do significado dos dados obtidos (MÓL; CAIXETA; SILVA, 2026, p. 8). Sob essa perspectiva, a abordagem

analítica da pesquisa nesta dissertação foi organizada de acordo com essa lógica de organização, levando em consideração as categorias dos participantes, os instrumentos para a coleta (pré-teste, pós-teste, sequência didática e atividades com multímetro), bem como as formas de analisar os achados.

Os objetivos deste estudo são exploratórios, uma vez que os conteúdos de corrente elétrica, diferença de potencial ddp (tensão) e resistência elétrica são tratados como apenas aulas teóricas de Física do ensino médio. Portanto, o objetivo é explorar métodos inovadores para abordar esse conteúdo em sala de aula, tornando o processo de aprendizagem mais atraente, interativo para a realidade dos alunos e contribuindo para que o aprendizado seja mais relevante.

Os estudos inicialmente ocorrem por meio de pesquisa bibliográfica, a qual “abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio [...]” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 183). Posteriormente, desenvolvem-se por meio de pesquisa de campo, visto que “a pesquisa de campo busca obter dados diretamente com os participantes do estudo. Ela requer que o pesquisador esteja presente no local onde o fato acontece ou aconteceu. Nesse ambiente, ele coleta informações relevantes para serem registradas” (GONÇALVES, 2001, p. 67), neste caso, em sala de aula com estudantes.

A metodologia de ensino será desenvolvida para o Produto Educacional " O uso do multímetro como como tema gerador para o ensino de Eletrodinâmica: uma proposta para o ensino médio.

Este Produto educacional utiliza uma metodologia qualitativa e intervencionista, baseada na pedagogia dialógica de Paulo Freire. O objetivo principal é criar uma proposta metodológica que associe o uso do multímetro como ferramenta pedagógica para a compreensão significativa dos conceitos de Eletrodinâmica no ensino médio.

De acordo com Freire (1996), o processo educativo deve ser problematizador, partindo da realidade concreta do educando, promovendo a reflexão crítica e a transformação social. Assim, a metodologia proposta valoriza a participação ativa dos estudantes.

A proposta será aplicada pelo próprio pesquisador em uma turma de 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública de tempo integral no município de Coari Amazonas, Escola Estadual Professor Manuel Vicente Ferreira Lima - CETI, composta por 21 estudantes, com faixa etária entre 15 e 17 anos, será explicada de forma clara e objetiva as atividades planejadas, também será mencionado os riscos e benefícios desta pesquisa. Aqueles que optarem a participar desta pesquisa assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), ou

o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), conforme a idade. A participação ou aqueles que recusarem não implicará nenhum prejuízo pedagógico, acadêmico ou institucional.

Para coleta de dados, o instrumento adotado é o BEMA – *Brief Electricity and Magnetism Assessment* disponível na plataforma PhysPort <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?A=BEMA>, um teste de múltipla escolha selecionado 7 questões relacionado aos tópicos de Eletrodinâmica e 3 questões elaborado pelo autor pesquisador contendo no total de 10 questões (ANEXO E) voltado à avaliação de conhecimentos conceituais sobre Conhecimento de conteúdo de eletricidade (circuitos), os quais se conectam diretamente com os conceitos abordados nesta pesquisa, como a Eletrodinâmica.

Ressalta-se que o teste diagnóstico e o pós-teste não constituíram os únicos instrumentos de avaliação da pesquisa. Na perspectiva adotada, a aprendizagem também foi acompanhada durante o desenvolvimento das atividades investigativas, por meio das discussões em grupo, das hipóteses formuladas pelos estudantes, das observações realizadas pelo professor pesquisador e das evidências produzidas ao longo da sequência didática. Assim, o instrumento adaptado do BEMA foi utilizado como um indicador da evolução conceitual dos estudantes, complementando uma avaliação mais ampla e coerente com os princípios da educação problematizadora.

Além disso, serão utilizados instrumentos como um diário de campo do professor pesquisador, registros por meio de fotografias e vídeos da participação dos alunos durante as aulas com autorização dos responsáveis e da instituição. Para os estudantes serão disponibilizadas as folhas de registro de dados, onde será registrado todos os dados relevantes das atividades realizadas. Os registros visam captar informações sobre o comportamento dos estudantes durante as aulas, tais como engajamento, curiosidade, colaboração, autonomia, capacidade reflexiva e interesse pela Física, especialmente nos momentos de experimentação, discussão em rodas de conversas e resolução de problemas.

o presente Produto Educacional ocorrerá por meio de uma sequência didática estruturado em cinco aulas de 60 minutos cada. O objetivo é promover uma metodologia que seja dialógica e libertadora. Dessa forma o presente Produto Educacional será desenvolvido por meio de uma cartilha digital e impressa e estruturada em cinco aulas de 60 minutos cada.

Tabela 3.1: Ilustração da sequência didática.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
NUMERO DE AULAS	OBJETIVO
Aula 01	Aplicação de um instrumento teste diagnóstico e apresentação do tema gerador;
Aula 02	Atividade experimental utilizando o multímetro digital e o multímetro e os eletrodomésticos do cotidiano: aprendendo com o mundo real;
Aula 03	Explicar Corrente elétrica, Diferença de potencial ddp (Tensão), resistência elétrica, lei de Ohm, Gerador, Circuito elétrico em série e em paralelo;
Aula 04	Estudo de casos: Analizar Falhas em aparelhos eletrônicos; Apresentação oral dos resultados nos estudos de casos;
Aula 05	Aplicação do pós teste e avaliação.

Fonte: Autoria Própria.

Aula 1 – Teste diagnóstico e apresentação do tema gerador

Baseado na concepção de Freire de que a educação deve começar com a realidade concreta dos educandos Freire, (1987, p. 83-84), a proposta iniciará com a apresentação do tema gerador. “O uso do multímetro como ferramenta didática no ensino de Eletrodinâmica”.

Nesta etapa, os alunos participarão de um teste diagnóstico e de uma roda de conversa, refletindo sobre como utilizar a eletricidade em seu cotidiano, como carregar celulares e o funcionamento de eletrodomésticos. Com base nas perguntas levantadas, propõe-se a ideia de explorar os conceitos físicos que explicam esses fenômenos, enfatizando o multímetro como uma ferramenta fundamental para essa compreensão. Conforme destaca Freire (1987, p. 44), "ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo: os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo". Portanto, espera-se que o tema gerador associe a realidade cotidiana com o conteúdo de Eletrodinâmica.

1. Organização da sala para a aplicação do instrumento para os alunos.
2. Perguntas norteadoras: Onde e como utilizamos eletricidade no dia a dia? Você sabe como medir eletricidade? O que é corrente elétrica?
3. Exibição de imagens ou vídeos curtos que exemplificam o uso da eletricidade no cotidiano.
4. Apresentação do tema gerador: “Eletricidade no nosso cotidiano” e introdução do multímetro como ferramenta a ser explorada.

Aula 2 - Atividade experimental utilizando o multímetro digital e o multímetro e os

eletrodomésticos do cotidiano: aprendendo com o mundo real.

Nesta etapa, os estudantes serão convidados a explorar o multímetro de forma prática e investigativa. Sob a mediação do professor, realizando testes experimentais relacionados aos principais conceitos de Eletrodinâmica. Corrente elétrica: medição da intensidade da corrente em diferentes circuitos, Diferença de Potencial: identificação da tensão elétrica em pilhas e baterias e Resistência Elétrica: utilização do multímetro na escala ôhmica para medir resistores variados.

Compreender e aplicar as configurações básicas do multímetro como (tensão CC, corrente, resistência). Medir e comparar corrente, tensão e resistência em circuitos simples (séries e paralelo) e verificar a Lei de Ohm experimentalmente, planejar, executar medições, registrar dados, analisar erros e interpretar resultados.

Cada grupo receberá um kit de material, tais como, multímetro digital, conjuntos: fontes/baterias (1,5 V a 12V), resistores valores variados, LEDs, fios com engates, protoboard., folhas de dados planilha com tabelas de registro. Equipamentos de segurança: óculos, bancada isolante, não será necessário, pois usaremos tensão elétrica muito baixa de no máximo 12V.

Organização da aula tempo total estimado, 60 minutos, sendo 10 minutos para demonstração do professor como selecionar escala, conexões COM/V Ω /A, precauções. 40 minutos para atividade prática em 3 estações Corrente, Tensão, Resistência com registros e 10 minutos para discussão, comparação com previsões e fechamento:

Objetivo: Explorar experimentalmente os conceitos de corrente elétrica, tensão e resistência, utilizando o multímetro.

Procedimentos experimentais passo a passo:

A) Medição de Corrente (intensidade)

Objetivo: medir i em diferentes configurações em série e relacionar com diferença de potencial ddp (Volts) e (Resistência).

1º Passo: Desligar a fonte antes de inserir o multímetro no circuito. Nunca conecte o multímetro como um curto-circuito direto sobre a fonte.

2º Passo: Configure o multímetro para corrente (A). Se o valor esperado for baixo, use mA/ μ A; se incerto, comece na escala mais alta. Conecte o cabo preto em COM e o vermelho no conector de corrente apropriado 10A ou mA conforme a escala.

3º Passo: Inserir o multímetro em série: abra o circuito num ponto e conecte os terminais do multímetro de modo que toda corrente passe pelo multímetro. Anotar a leitura. Demonstre isso com um circuito simples com bateria, resistor e um LED.

4º Passo: Registrar corrente com duas configurações, por exemplo, um resistor de 100 Ω ; e outro resistor de 220 Ω e comparar com $I = V/R$. Obs. usar a mesma diferença de potencial ddp (tensão). Se o display do multímetro mostrar sobrecarga, trocar para uma escala maior, não usar o “jack 10” para leituras” mA sem mudar a posição do cabo.

B) Medição de Diferença de Potencial ddp (tensão)

Objetivo: identificar tensão de fontes, pilhas/baterias e queda de tensão em componentes.

1º Passo: Definir multímetro para DCV (V). Conectar a ponta de prova preto em COM e vermelho em V Ω mA.

2º Passo: Medir em paralelo: tocar as pontas nas extremidades dos terminais da bateria, ou pontos de um resistor no circuito ligado. Obs. Registrar valor.

3º passo: Medir tensão em circuito aberto (pilha sem carga) e sob carga (com resistor ou LED conectados) para mostrar efeito da resistência interna da bateria (comparação de V aberto versus V com carga). Isso ilustra resistência interna, queda de tensão.

C) Medição de Resistência (ôhmica)

Objetivo: usar escala ôhmica para medir resistores e verificar código de cores. Para facilitar a verificação das cores usaremos o App Resistor Color Code Calculator na loja Play store para Android disponível gratuitamente para download disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brandoncانو.resistancecalculator>.

1º Passo: Desligar e isolar: componentes devem estar sem alimentação; preferencialmente removidos do circuito ou com um terminal desconectado para evitar caminhos paralelos. Nunca medir resistência com circuito energizado.

2º Passo: Posicionar o multímetro na escala Ω ; conectar as ponta de prova entrada COM e V Ω mA. Medir o resistor e comparar com o valor nominal. Registrar percentuais de erro.

3º Passo: Atividade investigativa: configurar as associações dos resistores em série e paralelo de resistores e prever a resistência equivalente, medir e comparar.

Ficha de Atividade Experimental – Uso do Multímetro

Objetivos de Aprendizagem: Compreender e aplicar configurações básicas do multímetro (corrente elétrica, diferença de potencial ddp (tensão CC) e resistência elétrica). Medir e comparar corrente, tensão e resistência em circuitos simples, verificar a Lei de Ohm experimentalmente, desenvolver habilidades investigativas e de análise de erros.

Atividades investigativas perguntas guia para os grupos.

Questão 1 - Se eu aumentar a resistência no circuito, o que acontece com a corrente? Explique.

Questão 2 - Por que a tensão da bateria cai quando eu adiciono uma lâmpada? relacionar com resistência interna.

Questão 3 - Verifique a Lei de Ohm: compare valores experimentais e teóricos. Qual a origem das discrepâncias?

Planilha de registro

Grupo	Experimento	V (V)	I (A)	$R = V/I$ (Ω)	R medido em (Ω)	% Erro	Observações

Critérios de Avaliação:

Segurança e montagem correta: 25%

Precisão das medições e registro: 25%

Análise e comparação com teoria: 30%

Discussão e conclusões: 20%

O objetivo da experimentação é estimular a habilidade investigativa, a autonomia e o pensamento crítico nos alunos. Freire (1996) enfatiza que "a curiosidade é o elemento principal da produção do conhecimento". Portanto, os experimentos promovem um ambiente de aprendizagem ativo, onde o erro é parte fundamental do processo de descoberta.

Aula 3 – Aula Expositiva e Dialogada (Explicar Corrente elétrica, Diferença de potencial ddp (Tensão), resistência elétrica, lei de Ohm, Gerador, Circuito elétrico em série e em paralelo).

Nesta aula, realiza-se uma aula expositiva e dialogada sobre os conteúdos teóricos de Eletrodinâmica que podem ser investigados com o multímetro, como: Corrente elétrica, diferença de potencial ddp, resistência elétrica, lei de Ohm, Gerador, Circuito elétrico em série e em paralelo.

A aula não se limita à exposição de fórmulas, mas valoriza a participação ativa dos estudantes, promovendo o diálogo e a reflexão sobre as relações entre a teoria e os resultados obtidos na etapa anterior. Segundo Freire (1996, p. 18), “não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro”. Assim, esta etapa integra e sistematiza as aprendizagens anteriores, consolidando o conhecimento.

Objetivo: Sistematizar os conceitos de Eletrodinâmica, relacionando-os às medições realizadas na etapa anterior.

Conteúdos a abordar com os estudantes: Corrente elétrica (definição e unidade), diferença de potencial (definição e unidade), Resistência elétrica e Lei de Ohm, como o multímetro mede essas grandezas: modos de uso e precauções.

Procedimentos:

1. Resolver exercícios sobre eletrodinâmica, no que se refere, corrente elétrica, diferença de potencial ddp e resistência elétrica.
2. Explicar os conceitos, utilizando exemplos práticos e desenhos esquemáticos.
3. Estimular perguntas e promover debate sobre os conceitos.

Material a utilizar: Quadro branco, esquemas de circuitos, multímetros para demonstração.

Aula 4 - Estudo de casos: Analisar Falhas em em aparelhos eletrônicos e apresentação oral dos resultados nos estudos de casos.

Nesta etapa, propõem-se estudos de casos concretos e contextualizados, como a análise de falhas em circuitos domésticos ou a avaliação do consumo de energia de aparelhos. Os alunos utilizarão o multímetro para fazer medições e diagnósticos, colocando em prática os

conhecimentos teóricos que aprenderam em sala de aula. De acordo com Moreira e Ostermann (2000), a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante percebe a utilidade do conhecimento em sua realidade. Este estudo de casos amplia a compreensão conceitual e instrumental, reforçando a visão crítica e aplicada da Física.

Objetivo: Aplicar os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas contextualizados.

Caso 1 – A minha lanterna queimou: o que fazer?

- Teste da bateria com multímetro para verificar tensão;
- Inspeção dos contatos elétricos e fios internos;
- Teste da lâmpada LED com uma fonte DC externa;
- Registro fotográfico dos componentes danificados.
- Diagnosticar a possível falha.

Caso 2 – O carregador do celular parou de funcionar.

- Realizar a medição da saída (CC) no conector USB.
- Abertura do carregador para análise visual e técnica da placa interna.
- Verificação do cabo USB com outro carregador funcional.
- Diagnosticar a possível falha.

Procedimentos:

Dividir os estudantes em grupos. Cada grupo escolhe um caso para investigar, utilizar o multímetro para realizar as medições necessárias, registrar hipóteses, procedimentos e conclusões.

Material a ser utilizado:

Multímetros.

Peças de aparelhos eletroeletrônicos avariados (lanternas, carregadores).

Os grupos de alunos farão uma apresentação oral dos resultados e das conclusões obtidas durante o estudo de casos. Na sequência, será realizada uma roda de conversa, um espaço para diálogo onde todos terão a oportunidade de compartilhar reflexões, questionamentos e propostas. Esse ambiente incentiva a escuta ativa, o respeito às diversas opiniões e a prática da argumentação, elementos fundamentais na pedagogia de Freire (1996). O processo educativo deve ser dialógico e coletivo, promovendo a socialização e dos saberes e favorecendo a autonomia e o protagonismo dos alunos.

Objetivo: Compartilhar as descobertas, exercitar a argumentação e construir coletivamente o conhecimento.

Procedimentos:

1. Cada grupo apresenta oralmente seu estudo de caso, relatando:

Procedimentos realizados.

- Resultados obtidos.
- Dificuldades encontradas.
- Aprendizagens.

2. Após cada apresentação, abre-se espaço para perguntas e comentários.

3. Encerrar com uma roda de conversa, solicitando que cada estudante fale sobre:

- O que aprendeu?
- O que mais gostou?
- O que faria diferente?

Material a ser utilizado: Quadro branco para anotações.

Aula 5 – Pós Teste e Avaliação do Projeto

Por fim, será realizada uma avaliação formativa e dialógica do projeto, que incluirá a autoavaliação dos alunos em relação ao aprendizado e envolvimento. Avaliação do docente: sobre o progresso conceitual e de comportamento dos grupos. Avaliação do produto: análise da eficácia do multímetro como ferramenta pedagógica.

A avaliação é considerada como um processo contínuo e formativo, não apenas classificatório, segundo Freire (1996): "a avaliação, assim como toda prática educativa, é também um ato político, ético e estético". O objetivo desta etapa é aprimorar a proposta pedagógica e fortalecer a compreensão significativa dos conceitos de Eletrodinâmica.

Objetivo: Avaliar o desenvolvimento dos estudantes e a eficácia da proposta pedagógica apresentada.

Procedimentos:

Autoavaliação: O que aprendi sobre eletrodinâmica? Como me senti participando das atividades práticas? O que poderia melhorar?

Avaliação pelo professor: Observação da participação e engajamento dos estudantes. Comparação entre conhecimentos prévios e adquiridos. Efetividade do multímetro como tema gerador.

CAPÍTULO 4

APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos durante a aplicação do Produto Educacional, descrevendo as principais etapas da implementação, a análise dos dados coletados e as reflexões críticas sobre os resultados alcançados com a execução da sequência didática “O uso do multímetro como tema gerador para o Ensino de Eletrodinâmica”. As etapas analisadas e discutidas neste capítulo são:

- Aplicação do questionário diagnóstico e apresentação do tema gerador;
- Atividades experimentais com o multímetro digital e eletrodomésticos do cotidiano;
- Aula expositiva e dialogada de Eletrodinâmica, no que se refere, aos conceitos de: Corrente elétrica, Diferença de potencial ddp (Tensão), resistência elétrica, lei de Ohm, Gerador, Circuito elétrico em série e em paralelo;
- Estudos de caso e análise de falhas em aparelhos eletrônicos;
- Aplicação do pós-teste e avaliação final da sequência didática.

A análise dos resultados foi realizada de forma qualitativa e descritiva, considerando as respostas dos estudantes aos questionários diagnósticos e pós-testes, sob a perspectiva de Freire e análise quantitativa dos dados usando o ganho normalizado de Hake (1998). As observações realizadas em sala, as falas espontâneas dos alunos durante as atividades práticas e o desempenho nas tarefas propostas. Além disso, este capítulo apresenta uma descrição detalhada de cada aula, destacando o desenvolvimento da proposta e o envolvimento dos alunos com o uso do multímetro como tema gerador na aprendizagem dos conceitos de Eletrodinâmica.

Durante a aplicação do Produto Educacional surgiram desafios didático-metodológicos, especialmente relacionados à disponibilidade de tempo, ora acontecia programação na escola, ora não tinha aula devido ao interclasse e à diversidade de ritmos de aprendizagem entre os estudantes. Em alguns encontros, as discussões despertadas pelos próprios alunos sobre situações cotidianas envolvendo eletricidade demandaram ajustes no cronograma, o que enriqueceu o processo formativo e reforçou a importância do diálogo como princípio educativo, conforme propõe Paulo Freire (1996).

4.1 Descrição dos encontros e análise da aplicação

ENCONTRO 01: Apresentação da proposta, aplicação do teste diagnóstico e apresentação do tema gerador

O primeiro encontro teve como principal objetivo apresentar a proposta de pesquisa utilizando a Cartilha sobre eletrodinâmica e o multímetro com tema gerador da sequência didática. O professor pesquisador iniciou a aula como uma pergunta: todos querem participar desta pesquisa? Todos responderam “sim”. Em seguida explicou-se aos estudantes que desejaram participar, que eles teriam que assinar um Termo de Assentimento e Livre e Esclarecido - TALE e os responsáveis dos mesmos também teriam que assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Em seguida foi feita a apresentação do tema gerador.

Na sequência, os estudantes responderam a um questionário diagnóstico composto por 10 questões objetivas, elaborado para identificar seus conhecimentos adquirido em seu cotidiano sobre eletricidade e circuitos elétricos. O questionário foi aplicado na forma impressa, em um tempo aproximado de 20 minutos. Dos 26 alunos matriculados, 21 participaram da atividade.

Figura 4.1: Estudantes respondendo ao questionário diagnósticos.



Fonte: Autor.

Análise dos Resultados do Teste Diagnóstico (Pré Teste) a partir da Visão Freireana

O teste diagnóstico foi aplicado para entender o que os estudantes já sabem no dia a dia sobre Eletrodinâmica, principalmente sobre corrente elétrica, diferença de potencial (ddp ou tensão) e resistência elétrica. A ideia era também conhecer as ideias que eles já tinham antes de qualquer aula ou orientação sobre o assunto.

Paulo Freire (1996, p. 13). Ele defende que ensinar não é simplesmente passar o conhecimento, mas sim criar as condições para que o estudante possa produzir ou construir esse conhecimento por conta própria. Vendo assim, o teste diagnóstico não serviu para julgar, mas sim como um começo para a reflexão crítica sobre o ensino e a aprendizagem. Isso ajuda o professor a entender o que os alunos já sabem e, com isso, pensar em novas maneiras de ensinar.

Os resultados mostram que os alunos possuem ideias simples sobre fenômenos elétricos, que vêm mais das experiências do dia a dia e são um pouco desconectadas. Essa reflexão mostra como é importante um ensino que seja conversado, que estimule a investigação e esteja ligado à realidade. O multímetro, nesse caso, não é só uma ferramenta técnica, mas um meio para que o aluno consiga entender o mundo ao seu redor antes mesmo de aprender a “ler o mundo antes de ler a palavra” (FREIRE, 1989, p. 9), ajudando a entender de forma crítica os fenômenos físicos."

A análise das respostas revelou que muitos alunos tinham dificuldade em entender a diferença entre corrente elétrica e tensão, além de a maioria não saber para que servia o multímetro. Esses dados foram usados para guiar a próxima sequência didática.

A Questão 1 foi feita para apresentar o estudo da Eletrodinâmica através de um problema que mostrava a leitura de amperímetros em vários pontos de um circuito elétrico. A ideia foi fazer os estudantes pensarem sobre como a corrente elétrica circula e se mantém constante no circuito, incentivando uma análise crítica sobre um fenômeno físico comum em sistemas elétricos. As respostas do Pré-Teste foram colocadas numa planilha e estão mostradas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Resposta da Questão 1: Ordene os três amperímetros (A1, A2 e A3) em ordem decrescente, de acordo com as suas medidas de corrente.

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno	
Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “A”. $A_1 = A_2 = A_3$.
Aluno 2	Letra “E”. $A_2 = A_3 > A_1$.
Aluno 3	Letra “G”. $A_3 > A_2 > A_1$.
Aluno 4	Letra “A”. $A_1 = A_2 = A_3$.
Aluno 5	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 6	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 7	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 8	Letra “F”. $A_3 > A_1 > A_2$.
Aluno 9	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.

Aluno 10	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 11	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 12	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 13	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 14	Letra “H”. $A_3 > A_2 > A_1$.
Aluno 15	Letra “F”. $A_3 > A_1 > A_2$.
Aluno 16	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 17	Letra “H”. $A_3 > A_2 > A_1$.
Aluno 18	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 19	Letra “I”. Nenhuma das alternativas.
Aluno 20	Letra “H”. $A_3 > A_2 > A_1$.
Aluno 21	Letra “F”. $A_3 > A_1 > A_2$.

Fonte: Autor.

Aqui estão os resultados da Tabela 4.1, os dados mostram que a maioria das respostas está na alternativa B ($A_1 = A_2 > A_3$), o que indica que muitos estudantes conseguem entender, pelo menos em parte, que a corrente se conserva em trechos iguais do circuito. Mas a variedade grande de respostas, muitas vezes com alternativas que mostram que as correntes são iguais ou com ordens que não fazem sentido, mostra que ainda tem muita confusão sobre como a corrente elétrica realmente funciona nos circuitos.

Apenas 3 estudantes acertaram a questão 1 dos 21 alunos, fica claro que os estudantes têm uma ideia meio limitada sobre corrente elétrica, muitas vezes achando que ela é algo que “se perde” no circuito. De acordo com Freire (1996), o erro faz parte do processo de aprendizagem e não deve ser visto como uma falha. O fato de os acertos serem poucos mostra que é preciso um trabalho educativo baseado no diálogo e em questionamentos, onde o professor estimule o estudante a refletir sobre o que acontece quando a corrente elétrica pode seguir por caminhos diferentes.

Na Questão 2, os estudantes tinham que entender como a corrente elétrica, a resistência e o brilho das lâmpadas se relacionam, e depois colocar as lâmpadas em ordem conforme o brilho delas no circuito. Essa questão teve o objetivo de fazer a gente pensar nas consequências físicas quando juntamos elementos elétricos, incentivando a análise do comportamento do circuito inteiro e não só das partes separadas. Como mostrado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Resposta da Questão 2: Ordene as cinco lâmpadas (A, B, C, D, E) de acordo com o brilho, do mais luminoso para o menos luminoso.

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “D”. $A > B > C > D = E$.
Aluno 2	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 3	Letra “D”. $A > B > C > D = E$.
Aluno 4	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 5	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 6	Letra “D”. $A > B > C > D = E$.
Aluno 7	Letra “D”. $A > B > C > D = E$.
Aluno 8	Letra “G”. $A > D = E > B = C$.
Aluno 9	Letra “G”. $A > D = E > D = C$.
Aluno 10	Letra “A”. $A = B = C > D = E$.
Aluno 11	Letra “D”. $A > B > C > D = E$.
Aluno 12	Letra “D”. $A > B > C > D = E$.
Aluno 13	Letra “C”. $A > B = C > D = E$.
Aluno 14	Letra “H”. $D = E > A > B = C$.
Aluno 15	Letra “G”. $A > D = E > B = C$.
Aluno 16	Letra “C”. $A > B = C > D = E$.
Aluno 17	Letra “D”. $A > B > C > D = E$.
Aluno 18	Letra “G”. $A > D = E > B = C$.
Aluno 19	Letra “F”. $A = D = E > B > C$.
Aluno 20	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 21	Letra “D”. $A > B > C > D = E$.

Fonte: Autor.

Na Tabela 4.2, percebe-se uma grande variedade de ordenações para o brilho das lâmpadas, com destaque para as respostas que atribuem brilho máximo apenas à lâmpada A, enquanto as demais recebem valores iguais. Tal padrão sugere uma interpretação intuitiva e visual, sem considerar a análise das grandezas elétricas envolvidas, como corrente e potência dissipada. À luz da pedagogia de Paulo Freire, esse resultado reflete um conhecimento do senso comum, onde o estudante limita-se a descrever o fenômeno sem realizar uma análise crítica. A ausência de consenso conceitual ressalta a importância de práticas pedagógicas que incentivem a leitura crítica do fenômeno físico, indo além da simples observação empírica.

Nesta questão, nenhum aluno respondeu corretamente, mostrando uma falta de compreensão sobre a relação entre brilho, corrente e potência elétrica. Esse dado reflete a distância entre o conhecimento científico e o senso comum dos alunos. Conforme Freire (1987,

p. 44). A frase “ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” ressalta que a educação é um processo coletivo, no qual as pessoas aprendem umas com as outras em interação constante com o ambiente ao seu redor. Isso mostra que a educação não ocorre de forma isolada, mas sim através das relações sociais e do contexto que as envolve.

Assim, o professor precisa mediar o diálogo entre o saber popular e o saber científico, permitindo que os alunos ressignifiquem suas ideias à luz da prática experimental. A leitura crítica do fenômeno de observar como o brilho muda ao alterar a configuração do circuito é uma ação problematizadora e essencial para o desenvolvimento do pensamento científico.

A Questão 3 analisou a compreensão dos estudantes sobre a presença do campo elétrico dentro do filamento de uma lâmpada incandescente. A situação proposta buscou desafiar explicações simplificadas sobre condução elétrica, incentivando os alunos a refletirem sobre a relação entre campo elétrico e corrente elétrica em materiais condutores. As respostas individuais registradas no Pré-Teste foram organizadas e apresentadas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Resposta da Questão 3: Qual das seguintes sentenças é verdadeira sobre o campo elétrico dentro do filamento da lâmpada incandescente abaixo?

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno	
Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 2	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 3	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 4	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 5	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 6	Letra “F”. O campo deve ser zero por motivos não mencionados acima.
Aluno 7	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 8	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 9	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 10	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 11	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 12	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente

	produz um campo elétrico.
Aluno 13	Letra “B”. O campo deve ser nulo porque a corrente está fluindo.
Aluno 14	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 15	Letra “B”. O campo deve ser nulo porque a corrente está fluindo.
Aluno 16	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 17	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 18	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 19	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 20	Letra “A”. O campo deve ser zero porque o filamento é feito de metal.
Aluno 21	Letra “B”. O campo deve ser nulo porque a corrente está fluindo.

Fonte: Autor.

Com base nos dados da Tabela 4.3, vemos que os estudantes que concordam que há um campo elétrico presente dentro do filamento e aqueles que não concordam, baseando-se nas ideias de neutralidade elétrica ou condução metálica. Essa distribuição revela uma visão alternativa persistente, prevalente no ensino de Eletrodinâmica. Com apenas 1 resposta correta, a maioria dos estudantes acredita que o campo elétrico é nulo dentro de um condutor, demonstrando uma interpretação incorreta e não científica. Freire (1996) enfatiza que a tarefa do educador é levar o estudante a situações-limite; tirar o estudante da zona de conforto mental. Os estudantes estão envolvidos em uma experiência de aprendizado tangível enquanto coletam informações com um circuito, fazendo uma medição direta através da lente do multímetro para verificar as diferenças de potencial no circuito.

A Questão 4 explorou o comportamento da corrente elétrica em um circuito contendo capacitor, após o fechamento da chave, em função do tempo. A intenção foi problematizar a ideia de corrente constante em todos os regimes de funcionamento, levando os estudantes a analisarem fenômenos transitórios em circuitos elétricos. As respostas obtidas no Pré-Teste foram organizadas e encontram-se apresentadas na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Resposta da Questão 4: No circuito abaixo o capacitor está originalmente carregado. Como se comporta a corrente I no amperímetro como uma função do tempo após a chave ter sido fechada?

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “A”. $I = 0$ sempre.
Aluno 2	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 3	Letra “B”. $I =$ constante, diferente de zero.
Aluno 4	Letra “A”. $I = 0$ sempre.
Aluno 5	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 6	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 7	Letra “B”. $I =$ constante, diferente de zero.
Aluno 8	Letra “B”. $I =$ constante, diferente de zero.
Aluno 9	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 10	Letra “B”. $I =$ constante, diferente de zero.
Aluno 11	Letra “B”. $I =$ constante, diferente de zero.
Aluno 12	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 13	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 14	Letra “E”. Nenhuma das anteriores.
Aluno 15	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 16	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 17	Letra “A”. $I = 0$ sempre.
Aluno 18	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 19	Letra “E”. Nenhuma das anteriores.
Aluno 20	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 21	Letra “A”. $I = 0$ sempre.

Fonte: Autor.

A variedade de respostas apresentadas na Tabela 4.4 demonstra dificuldade dos estudantes em compreender fenômenos transitórios. Muitos associam o comportamento da corrente a situações estacionárias, ignorando a dependência temporal característica de circuitos com capacitores.

Apenas 5 alunos compreenderam a variação temporal da corrente em um capacitor. Esse dado mostra a ausência de um raciocínio dinâmico sobre os fenômenos elétricos. Para Freire (1996), a educação deve estimular a curiosidade epistemológica e o espírito investigativo. Trabalhar com o multímetro para acompanhar a descarga e a carga de um capacitor é uma ação pedagógica dialógica, pois permite que o aluno observe, reflita e reelabore seus conceitos, transformando a curiosidade ingênua em curiosidade epistemológica.

A questão 5 tentou determinar a diferença de potencial elétrico entre dois pontos em um circuito quando o interruptor estava aberto. Uma questão visava promover o conhecimento do aluno sobre a distribuição de tensão dentro de um circuito elétrico, enfatizando a importância das condições de operação do sistema. As respostas dos alunos no Pré-Teste estão organizadas e resumidas na Tabela 4.5.

Tabela 4.5: Resposta da Questão 5: Qual é a magnitude da diferença de potencial entre os pontos A e B, no circuito abaixo, enquanto a chave está aberta?

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “E”. Nenhuma das anteriores.
Aluno 2	Letra “A”. 0 volts.
Aluno 3	Letra “E”. Nenhuma das anteriores.
Aluno 4	Letra “E”. Nenhuma das anteriores.
Aluno 5	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 6	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 7	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 8	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 9	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 10	Letra “A”. 0 volts.
Aluno 11	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 12	Letra “E”. Nenhuma das anteriores.
Aluno 13	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 14	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 15	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 16	Letra “B”. 3 volts.
Aluno 17	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 18	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 19	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 20	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 21	Letra “C”. 6 volts.

Fonte: Autor.

Os resultados dos experimentos indicaram a inconsistência das respostas sobre a diferença de potencial entre dois pontos com o interruptor aberto, presente na Tabela 4.5, significando que tensão, corrente e o estado do circuito foram confundidos na resposta. Nota:

Esta resposta revela a natureza mecânica da aprendizagem, no sentido de que os alunos estão tentando aplicar valores sem analisar as configurações do sistema.

Com 6 respostas corretas, os alunos já conectam a diferença de potencial com a energia elétrica disponível entre dois pontos. No entanto, muitos ainda a confundem com a própria corrente elétrica. A prática pedagógica freireana convida o professor a questionar tais concepções afirmando: "O que muda se o interruptor está aberto ou fechado?" Esse tipo de engajamento promove um ambiente educacional colaborativo, que transforma o indivíduo de objeto passivo em ativo.

A Questão 6 abordou a ideia de equilíbrio eletrostático em condutores metálicos e examinou como os alunos interpretam a diferença de potencial dentro de um metal sólido. A problematização sugerida estimulou a consideração sobre campo elétrico, potencial elétrico e redistribuição de carga, a base para a interpretação da eletrodinâmica. Os resultados do Pré-Teste são mostrados na Tabela 4.6.

Tabela 4.6: Resposta da Questão 6: No equilíbrio estático, a diferença de potencial entre dois pontos dentro de um pedaço de metal sólido:

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno	
Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra "F". É zero por motivos não mencionados acima.
Aluno 2	Letra "D". É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 3	Letra "A". É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 4	Letra "C". É não nulo se o pedaço de metal não é esférico.
Aluno 5	Letra "D". É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 6	Letra "A". É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 7	Letra "C". É não nulo se o pedaço de metal não é esférico.
Aluno 8	Letra "B". É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.
Aluno 9	Letra "A". É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 10	Letra "D". É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 11	Letra "A". É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 12	Letra "E". É não nulo por motivos não mencionados acima.
Aluno 13	Letra "F". É zero por motivos não mencionados acima.
Aluno 14	Letra "D". É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 15	Letra "E". É não nulo por motivos não mencionados acima.
Aluno 16	Letra "D". É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 17	Letra "D". É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.

Aluno 18	Letra “A”. É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 19	Letra “B”. É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.
Aluno 20	Letra “A”. É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 21	Letra “B”. É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.

Fonte: Autor.

Os resultados mostram equívocos em relação ao comportamento do campo elétrico e à diferença de potencial dentro de condutores durante o equilíbrio eletrostático. Muitos estudantes associam o fenômeno a explicações vagas ou incorretas, como "bloqueio" das interações elétricas.

Apenas 3 estudantes entenderam que o campo elétrico é zero dentro de um metal em equilíbrio. Segundo Freire (1987), a aprendizagem é libertadora quando o estudante consegue compreender o fenômeno a partir de sua inserção no mundo. Medições de multímetro de potenciais em pontos variados em um metal podem ser uma prática problematizadora, pois isso permite que o estudante verifique empiricamente o conceito e desenvolva o conhecimento de maneira crítica e dialógica.

A Questão 7 focou na interação entre o movimento de cargas elétricas e o campo magnético, tomando como objeto a barra de metal em movimento em uma região onde existe um campo magnético uniforme. A situação-problema visava provocar uma leitura crítica do fenômeno da força magnética sobre cargas elétricas, ativando a interpretação física por trás dos diagramas. As respostas ao Pré-Teste são apresentadas na Tabela 4.7.

Tabela 4.7: Resposta da Questão 7: Uma barra de metal neutra se move com velocidade constante $\vec{v}$ para a direita através de um região onde existe um campo magnético uniforme que está orientado para fora da página. O campo magnético é produzido por bobinas grandes que não são mostradas no diagrama. Qual dos seguintes diagramas melhor descreve o estado das cargas elétricas na barra de metal?

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “A”.
Aluno 2	Letra “B”.
Aluno 3	Letra “E”.
Aluno 4	Letra “C”.
Aluno 5	Letra “D”.
Aluno 6	Letra “B”.
Aluno 7	Letra “D”.

Aluno 8	Letra "D".
Aluno 9	Letra "A".
Aluno 10	Letra "B".
Aluno 11	Letra "A".
Aluno 12	Letra "D".
Aluno 13	Letra "B".
Aluno 14	Letra "B".
Aluno 15	Letra "A".
Aluno 16	Letra "A".
Aluno 17	Letra "C".
Aluno 18	Letra "B".
Aluno 19	Letra "G".
Aluno 20	Letra "E".
Aluno 21	Letra "A".

Fonte: Autor.

A falta de uma alternativa claramente dominante é um sinal de que o estudante ainda não está convencido da influência da força magnética sobre cargas livres em condutores. Este achado indica que este conteúdo é tipicamente tratado em um nível abstrato, quando não está ligado a situações tangíveis. Nenhum estudante conseguiu,

Nesta questão nenhum estudante acertou, mostrando uma falta de compreensão sobre os efeitos do campo magnético em condutores em movimento. Segundo Freire (1996) "é na problematização da realidade que nasce o desejo de saber." Assim, em vez de começar fornecendo definições teóricas, o professor tem a oportunidade de apresentar situações práticas, por exemplo, sobre o movimento de uma barra de metal em um campo magnético e estimular a investigação. Aqui, o multímetro serve como um mediador entre o real e o conceitual, permitindo que o estudante veja um fenômeno em sua materialidade.

Na Questão 8 exploramos o significado da corrente elétrica com uma variedade de estruturas conceituais. Esta questão desafia suposições reducionistas, pedindo aos estudantes que pensem sobre o que a corrente elétrica significa para o mundo físico e para os circuitos. As respostas do Pré-Teste estão listadas na Tabela 4.8.

Tabela 4.8: Resposta da Questão 8: A corrente elétrica em um circuito elétrico é definida como:

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno	
Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “A”. A quantidade de energia consumida por um resistor.
Aluno 2	Letra “E”. A diferença de potencial entre dois pontos.
Aluno 3	Letra “A”. A quantidade de energia consumida por um resistor.
Aluno 4	Letra “E”. A diferença de potencial entre dois pontos.
Aluno 5	Letra “B”. A força que impulsiona os elétrons no fio.
Aluno 6	Letra “B”. A força que impulsiona os elétrons no fio.
Aluno 7	Letra “A”. A quantidade de energia consumida por um resistor.
Aluno 8	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 9	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 10	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 11	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 12	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 13	Letra “E”. A diferença de potencial entre dois pontos.
Aluno 14	Letra “A”. A quantidade de energia consumida por um resistor.
Aluno 15	Letra “B”. A força que impulsiona os elétrons no fio.
Aluno 16	Letra “B”. A força que impulsiona os elétrons no fio.
Aluno 17	Letra “D”. A oposição à passagem de elétrons em um circuito.
Aluno 18	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 19	Letra “D”. A oposição à passagem de elétrons em um circuito.
Aluno 20	Letra “B”. A força que impulsiona os elétrons no fio.
Aluno 21	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.

Fonte: Autor.

Alguns estudantes identificam corretamente a corrente como um fluxo ordenado de elétrons, no entanto, a maioria acredita que o conceito envolve energia, força ou diferença de potencial. Isso mostra uma confusão conceitual estrutural, que caracteriza a aprendizagem não significativa. Teve o melhor desempenho de todas as questões, com 7 respostas corretas. Isso indica que a ideia de corrente elétrica está intimamente relacionada com o cotidiano dos estudantes. Mas o mero conhecimento não equivale sempre a uma compreensão crítica.

Usando essa compreensão inicial a partir de uma perspectiva freireana, o professor, portanto, pode construir sobre ela para facilitar o diálogo entre o conhecimento popular e o

conhecimento científico que pode permitir aos alunos entender o que realmente é o "fluxo ordenado de elétrons".

A questão 9 focou na compreensão da diferença de potencial elétrico em um circuito e como ela permite o movimento de carga. A problematização favoreceu a consideração da energia elétrica e sua relação com o funcionamento dos circuitos. Os resultados do pré-teste obtidos neste experimento são mostrados na Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Resposta da Questão 9: A diferença de potencial elétrico ddp (também chamada de tensão) entre dois pontos de um circuito é responsável por:

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra "A". Aumentar a resistência dos materiais condutores.
Aluno 2	Letra "D". Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 3	Letra "C". Impedir o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 4	Letra "D". Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 5	Letra "B". Controlar a direção do campo magnético.
Aluno 6	Letra "C". Impedir o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 7	Letra "B". Controlar a direção do campo magnético.
Aluno 8	Letra "C". Impedir o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 9	Letra "B". Controlar a direção do campo magnético.
Aluno 10	Letra "D". Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 11	Letra "C". Impedir o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 12	Letra "D". Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 13	Letra "B". Controlar a direção do campo magnético.
Aluno 14	Letra "D". Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 15	Letra "A". Aumentar a resistência dos materiais condutores.
Aluno 16	Letra "C". Impedir o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 17	Letra "C". Impedir o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 18	Letra "D". Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 19	Letra "C". Impedir o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 20	Letra "B". Controlar a direção do campo magnético.
Aluno 21	Letra "B". Controlar a direção do campo magnético.

Fonte: Autor

Os resultados mostram que poucos estudantes consideram a diferença de potencial como responsável por fornecer energia às cargas. A maioria apresenta interpretações alternativas, revelando fragmentação do conhecimento. Eles só conseguem entender parcialmente a diferença de potencial como um agente fornecedor de energia para o movimento dos elétrons, com base em 6 respostas. Freire (1996) sugere que o educador problematize o conteúdo regularmente, fazendo com que o estudante aplique o conceito científico de maneira relevante ao seu mundo cotidiano. As implicações da diferença de potencial em eletrodomésticos são discutidas, por exemplo, o que ajuda a contextualizar o conhecimento, tornando-o significativo e libertador.

A questão 10 tratou da função da resistência elétrica em um circuito. A questão visava promover um exame crítico dos resistores como mais do que apenas definições operacionais. As respostas do Pré-Teste foram relatadas na Tabela 4.10.

Tabela 4.10: Resposta da Questão 10: A resistência elétrica de um componente em um circuito serve para:

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “A”. Aumentar a velocidade dos elétrons.
Aluno 2	Letra “C”. Converter eletricidade em magnetismo.
Aluno 3	Letra “B”. Armazenar energia elétrica.
Aluno 4	Letra “B”. Armazenar energia elétrica.
Aluno 5	Letra “B”. Armazenar energia elétrica.
Aluno 6	Letra “C”. Converter eletricidade em magnetismo.
Aluno 7	Letra “C”. Converter eletricidade em magnetismo.
Aluno 8	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 9	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 10	Letra “D”. Impedir completamente a passagem de corrente.
Aluno 11	Letra “A”. Aumentar a velocidade dos elétrons.
Aluno 12	Letra “D”. Impedir completamente a passagem de corrente.
Aluno 13	Letra “A”. Aumentar a velocidade dos elétrons.
Aluno 14	Letra “B”. Armazenar energia elétrica.
Aluno 15	Letra “D”. Impedir completamente a passagem de corrente.
Aluno 16	Letra “B”. Armazenar energia elétrica.
Aluno 17	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 18	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 19	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.

Aluno 20	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 21	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.

Fonte: Autor.

A Tabela 4.10 nos mostra que apenas parte dos alunos reconhece corretamente a função da resistência elétrica. As respostas erradas associam o resistor ao armazenamento de energia ou à conversão direta em outras formas. A última questão teve 7 respostas corretas, a melhor pontuação. O fato de esse resultado ser gerado indica que os alunos relacionam o resistor com a limitação da corrente dos dispositivos, possivelmente de forma semelhante à regulação da intensidade dos dispositivos. Segundo Freire (1987), o ensino começa do concreto para o abstrato; portanto, ao falar sobre resistência usando o multímetro para observar o prático, isso realmente fortalece e torna mais desafiadora a construção conceitual, exigindo pensamento crítico para entender o fenômeno elétrico.

Portanto, o teste diagnóstico (Pré Teste) mostrou baixo nível de compreensão conceitual por meio do ganho normalizado de Hake, que resultou uma média de 8,39% de respostas corretas), mas alto potencial de aprendizado por meio de práticas problematizadoras e dialógicas. A análise dos dados apoia a ideia de Freire de uma educação libertadora que precisa tratar o conhecimento existente do aluno desde o início, de modo a promover uma abordagem de ensino baseada na investigação que vá além das restrições da realidade concreta em direção à abstração científica.

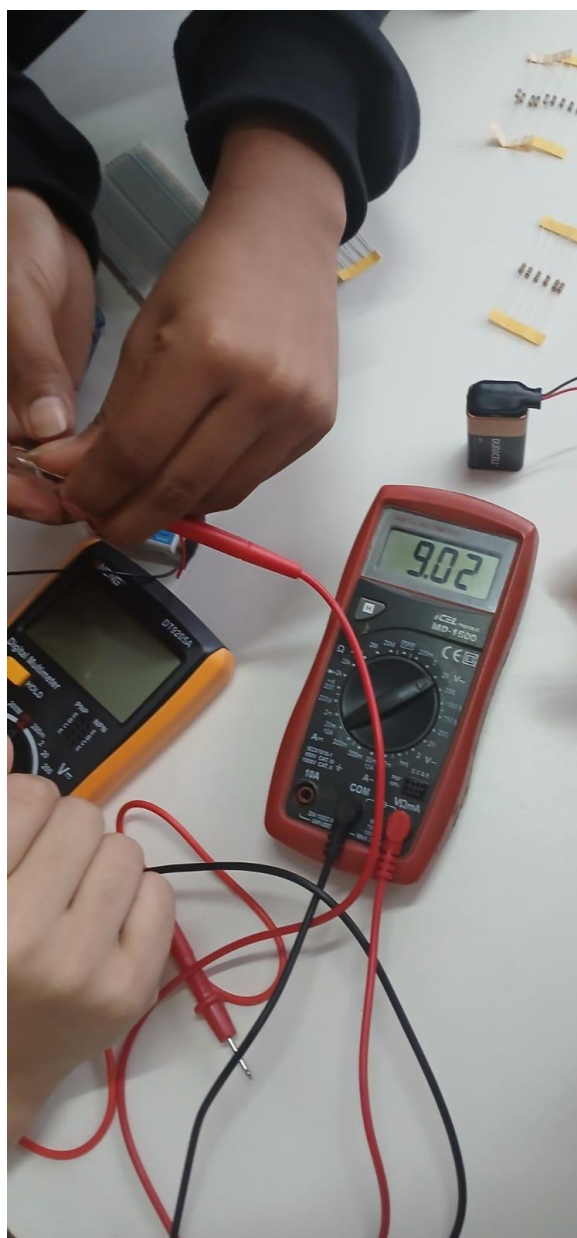
Assim, o uso do multímetro como instrumento de ensino não aparece apenas como uma prática técnica, mas como uma de libertação cognitiva, que permite ao aluno pensar por si mesmo sobre ocorrências elétricas e emergir como um participante no processo de desenvolvimento de seu próprio conhecimento.

ENCONTRO 02: Atividade Experimental: O Multímetro e os Eletrodomésticos do Cotidiano aprendendo com o mundo real.

Neste encontro, os alunos foram incentivados a experimentar com o multímetro digital de maneira prática e experimental nesta fase, na qual realizaram experimentos sobre corrente elétrica, diferença de potencial e resistência. O professor apresentou as três configurações básicas do multímetro (corrente elétrica (A), diferença de potencial (tensão DC) e resistência elétrica (Ω)) e incentivou os alunos a preparar, realizar e anotar as medições. Na prática, as unidades prepararam circuitos básicos em série e paralelo para medir tensão, corrente e resistência e verificar experimentalmente a lei de Ohm. Cada grupo recebeu um kit de materiais incluindo baterias, resistores, LEDs, fios (jumpers) e uma planilha para registro de dados.

A aula foi planejada para 60 minutos: 10 minutos para a apresentação do professor (multímetro, escalas, segurança); 40 minutos para a prática em grupo nas três configurações (corrente, tensão e resistência); 10 minutos para apresentação dos resultados e encerramento pelos alunos. Tarefa: Testar e investigar as ideias básicas de corrente, tensão e resistência usando a Lei de Ohm e observando e investigando erros. Procedimentos experimentais: A) Medição de Corrente (Intensidade) os alunos mediram a corrente em série com resistores de $100\ \Omega$ e $220\ \Omega$ para os valores teóricos obtidos a partir de $I = \frac{U}{R}$. B) Medição de Diferença de Potencial (Tensão) os alunos reconheceram a tensão das baterias em circuito aberto e sob carga, discutindo também a resistência interna das fontes.

Figura 4.2: Medição de tensão com o multímetro digital



Fonte: Autor

O registro fotográfico de um experimento em sala de aula no qual os alunos medem a diferença de potencial elétrico (tensão) de uma bateria de 9 volts com um multímetro digital é mostrado na Figura 4.2. Conforme mostrado no display do instrumento, o valor indicado foi de 9,02 V, demonstrando que a bateria usada no experimento estava em boas condições.

Durante a atividade, os alunos colaboraram enquanto usavam a orientação do professor para conectar corretamente as pontas de prova (vermelha e preta) aos terminais da bateria usando o equipamento. Esta prática de ensino demonstra o uso do multímetro como uma ferramenta de ensino para criar uma ponte entre teoria e prática. Freire (1996, p. 66) argumenta: "Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou construção." Assim, por meio de experimentos, os alunos podem compreender fenômenos elétricos de maneira tangível e contextualizada. A) Medição de Resistência (escala ôhmica) os alunos mediram resistores individuais e em associações série-paralelo, verificando previsões e erros experimentais.

Figura 4.3: identificação de resistores utilizado o aplicativo Calculador de Resistor



Fonte: Autor

Nesta atividade, o professor auxilia os alunos a identificar os valores de resistência no código de cores e a aplicação de um aplicativo digital localizado em seus telefones, nomeadamente um resistor de cores (azul, cinza, marrom, dourado), com o valor exibido no

aplicativo que pode ser usado para ler e interpretar as faixas coloridas. O professor então mostra como identificar corretamente o valor teórico do resistor através de um aplicativo e orienta os alunos a usar o multímetro para a medição, para que os alunos possam comparar os resultados e entender o conceito de tolerância.

Atividade investigativa: As perguntas reflexivas.

1. O que acontece com a corrente quando a resistência aumenta?
2. Por que a tensão da bateria diminui quando adicionamos uma lâmpada?
3. Como você compara os valores experimentais e teóricos da Lei de Ohm?

Descobertas: Os alunos participaram ativamente; curiosos e com autonomia. O uso do multímetro despertou interesse e compreensão sobre os fenômenos. Um subconjunto do grupo notou inconsistências entre os valores teóricos e experimentais e entendeu que o erro de medição é o conceito básico de toda medição. Segundo Freire (1996), “a curiosidade é o principal elemento da produção do conhecimento.” Este processo permitiu converter a curiosidade ingênua em curiosidade científica e solidificou a aprendizagem dialógica e reflexiva.

ENCONTRO 02: Aula Expositiva e Dialogada: Explorando os Conceitos Fundamentais da Eletrodinâmica da Cartilha.

Figura 4.4: Aula expositiva e dialogada.



Fonte: Autor

Nesta aula, realizou-se uma aula expositiva e dialogada utilizando a Cartilha sobre os tópicos teóricos de Eletrodinâmica que podem ser investigados com o multímetro, tais como: corrente elétrica, diferença de potencial (ddp), resistência elétrica, Lei de Ohm, gerador e circuitos elétricos em série e paralelo. A aula não tinha apenas que ensinar fórmulas, nem articular definições abstratas; tinha que estimular a aprendizagem dialógica e reflexiva onde o aluno precisava relacionar a ciência com sua realidade. Segundo Freire (1996, p. 18), "não há ensino sem pesquisa e não há pesquisa sem ensino. Essas atividades estão entrelaçadas." Consequentemente, o diálogo aluno-professor foi o eixo central da atividade que enfatizou a troca de conhecimentos e a construção mútua do saber.

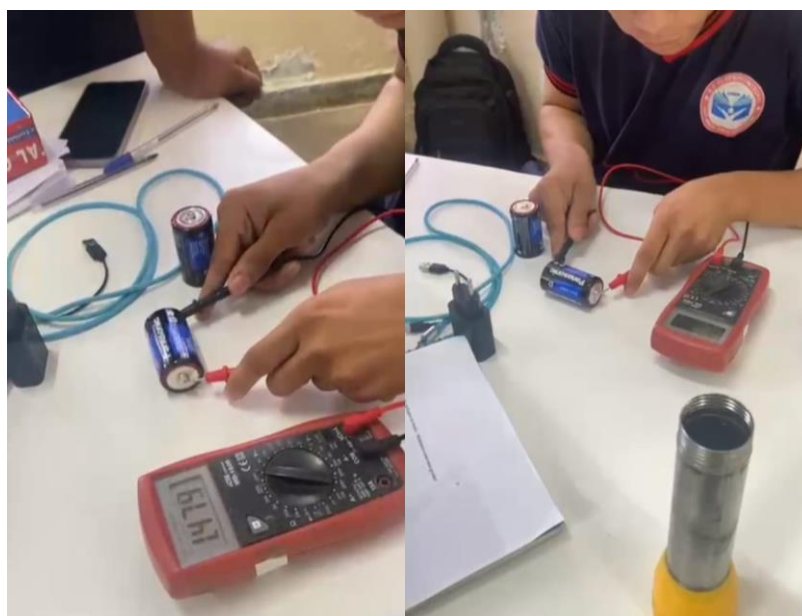
O professor revisou os resultados da etapa anterior (teste diagnóstico, discussões iniciais), incentivando os alunos a assumirem um papel ativo na sistematização dos conceitos. Com o quadro foi utilizado como meio para agrupar ideias, e com o multímetro digital para mostrar como os fenômenos elétricos poderiam ser estudados experimentalmente.

Objetivo: Sistematizar a teoria da Eletrodinâmica e relacioná-la com as medições feitas na etapa anterior. Conteúdos incluídos: Corrente elétrica (definição e unidade), Diferença de potencial (ddp e unidade), Resistência elétrica e Lei de Ohm, Multímetro como dispositivo, Modos de uso do Multímetro e precauções simples. Métodos conduzidos: Problemas resolvidos: Exercícios relacionados à corrente, ddp e resistência foram resolvidos. Explicação de conceitos e fundamentação teórica com exemplos do mundo real e diagramas de circuitos. Discussão e perguntas orientadoras/condução com debate. Materiais utilizados: data show, quadro branco, marcadores, diagramas de circuitos. Os alunos estavam mais envolvidos, com mais interesse em entender como os circuitos elétricos funcionavam. Essa conversa facilitou a descoberta/rejeição de outras visões e a superação delas em termos de imagens literais. Foi uma aula diferenciada, e assim os alunos se sentiram extremamente entusiasmados.

ENCONTRO 04: Estudo de Caso: Análise de Falhas em Dispositivos Eletrônicos e Apresentação de Resultados. Para esta aula, os alunos colocaram em prática o que aprenderam ao resolver as questões em um contexto significativo e realizaram estudos de caso com dispositivos reais. Dois casos muito concretos foram apresentados:

Caso 1: “A lanterna queimou: o que fazer?”

Figura 4.5: Estudante fazendo a medição de tensão do gerador (pilha)



Fonte: Autor (2025)

Os estudantes aplicaram os multímetros como ferramenta de diagnóstico enquanto realizava os experimentos e percebeu que a lanterna não estava acendendo. Primeiro, ele desmontou o equipamento e separou as pilhas que estavam sendo usadas. Em seguida, com o multímetro, mediram a tensão elétrica (diferença de potencial) de cada pilha separadamente, conectando as pontas de prova aos terminais positivo e negativo correspondentes.

Os estudantes estavam usando os multímetros enquanto observavam com este experimento para ver por que a lanterna não estava acendendo. Primeiro, desmontou o equipamento, desconectou as pilhas e encontrou a diferença de potencial em cada uma. As pilhas estavam com uma tensão aceitável, sugerindo que não estavam descarregadas. Como resultado, o exame do circuito interno da lanterna prosseguiu.

No entanto, alguns estudantes notaram que, ao observar o compartimento das pilhas, faltava a mola condutora que empurra a extremidade negativa da pilha para o contato metálico do circuito da pilha. Esta mola fecha o circuito elétrico, permitindo que a corrente flua. Sem esta mola, o circuito ficou aberto, interrompendo a corrente e, assim, a lâmpada da lanterna. Esta descoberta levou à conclusão de que a ausência de luz na lanterna não estava relacionada a um mau funcionamento do circuito interno, mas à deficiência de energia das fontes (pilhas).

Caso 2: “O carregador do celular parou de funcionar.”

Os grupos usaram o multímetro para diagnosticar falhas, por exemplo, verificando tensão, continuidade e resistência dos componentes em um determinado sistema. Ambos os

grupos produziram seus próprios relatórios e registros fotográficos escritos nos quais descreveram ideias, medições e conclusões. Ao final das análises, os grupos realizaram uma apresentação oral que consistiu nas etapas relatadas por eles, bem como nos resultados e aprendizados. Em seguida, foi incentivada uma roda de discussão freireana, onde os estudantes articularam suas percepções, problemas e descobertas. Freire (1996, p. 40) afirma: "a prática educativa precisa ser um ato dialógico, uma troca entre sujeitos que aprendem e ensinam ao mesmo tempo."

Nesse papel, criou-se um espaço para uma aprendizagem colaborativa e libertadora, na qual o erro foi reconhecido como parte integrante da construção do conhecimento. Resultados observados: Aumento do envolvimento e protagonismo dos estudantes; Melhoria da investigação e argumentação; Aplicação dos princípios da Eletrodinâmica em situações reais; Construção de autonomia e aprendizagem dialógica e reflexiva.

ENCONTRO 05: Pós-Teste e Avaliação Final do Projeto.

Durante esta etapa, foi realizado um pós-teste e uma avaliação formativa e dialógica do projeto. O mesmo instrumento utilizado no diagnóstico inicial foi reaplicado para identificar avanços conceituais com base nos conceitos de Eletrodinâmica, a partir de uma perspectiva freireana que enfatiza a relação entre teoria, prática e diálogo.

A Questão 1 do Pós-Teste demonstra claramente um avanço conceitual na apresentação de interpretações de corrente elétrica em circuitos, particularmente quando relacionadas à leitura de amperímetros em vários locais do sistema. Houve um aumento perceptível nas respostas consistentes com a conservação da corrente elétrica, sugerindo que os alunos começaram a abordar o circuito de maneira mais articulada e menos fragmentada. Este movimento mostra que uma interpretação mais crítica do fenômeno elétrico tornou-se mais favorável de acordo com o método pedagógico, como na Tabela 4.11.

Tabela 4.11: Resposta da Questão 1: Ordene os três amperímetros (A1, A2 e A3) em ordem decrescente, de acordo com as suas medidas de corrente.

Tabela de Resultados do Pós Teste por aluno	
Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra "H". $A_3 > A_2 > A_1$.
Aluno 2	Letra "B". $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 3	Letra "B". $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 4	Letra "F". $A_3 > A_1 > A_2$.
Aluno 5	Letra "F". $A_3 > A_1 > A_2$.

Aluno 6	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 7	Nula
Aluno 8	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 9	Letra “H”. $A_3 > A_2 > A_1$.
Aluno 10	Letra “H”. $A_3 > A_2 > A_1$.
Aluno 11	Letra “H”. $A_3 > A_2 > A_1$.
Aluno 12	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 13	Letra “G”. $A_3 > A_1 > A_2$
Aluno 14	Letra “F”. $A_3 > A_1 > A_2$.
Aluno 15	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 16	Letra “I”. Nenhuma das alternativas.
Aluno 17	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 18	Letra “C”. $A_1 = A_3 > A_2$
Aluno 19	Letra “A”. $A_1 = A_2 = A_3$
Aluno 20	Letra “B”. $A_1 = A_2 > A_3$.
Aluno 21	Letra “D”. $A_2 = A_1 > A_3$

Fonte: Autor.

A Tabela 4.11 indica um aumento no número de respostas corretas e um grande foco na opção F, mostrando que a maioria dos alunos aprendeu corretamente que a corrente elétrica em um circuito depende de como os elementos estão conectados e não da posição dos amperímetros. Em contraste com o desempenho anterior, onde as respostas refletiam principalmente um conceito falso de “consumo de corrente”, como demonstrado no Pós-Teste, essa construção ingênua foi superada.

A análise da segunda Questão de respostas no Pós-Teste mostra um conhecimento ampliado sobre a relação entre o brilho das lâmpadas, a corrente e a resistência. A partir das respostas, os alunos parecem mostrar uma interpretação mais padronizada do circuito, em comparação com o Pré-Teste. Este resultado representa um avanço conceitual alcançado no nível de problematização e experimentação da intervenção pedagógica, conforme mostrado na Tabela 4.12.

Tabela 4.12: Resposta da Questão 2: Ordene as cinco lâmpadas (A, B, C, D, E) de acordo com o brilho, do mais luminoso para o menos luminoso.

Tabela de Resultados do Pós Teste por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 2	Letra “E”. $A = D = E > B = C$
Aluno 3	Letra “E”. $A = D = E > B = C$
Aluno 4	Letra “H”. $D = E > A > B = C$.
Aluno 5	Letra “E”. $A = D = E > B = C$
Aluno 6	Letra “E”. $A = D = E > B = C$.
Aluno 7	Letra “C”. $A > B = C > D = E$.
Aluno 8	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 9	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 10	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 11	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 12	Letra “E”. $A = D = E > B = C$.
Aluno 13	Letra “F”. $A = D = E > B > C$.
Aluno 14	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 15	Letra “C”. $A > B = C > D = E$.
Aluno 16	Letra “B”. $A > B = C = D = E$.
Aluno 17	Letra “D”. $A > B > C > D = E$.
Aluno 18	Letra “A”. $A = B = C > D = E$
Aluno 19	Letra “G”. $A > D = E > B = C$.
Aluno 20	Letra “H”. $D = E > A > B = C$.
Aluno 21	Letra “E”. $A = D = E > B = C$.

Fonte: Autor.

Evidências do Pós-Teste (Tabela 4.12) mostram um aumento consistente na identificação correta em relação à ordem de brilho das lâmpadas. Um número significativamente maior de estudantes escolheu a Opção E, que corresponde ao gabarito, em comparação com o Pré-Teste, onde prevaleceram respostas baseadas em raciocínios intuitivos e não científicos.

O resultado revela como a abordagem didática, centrada na análise coletiva de circuitos e na observação direta do brilho das lâmpadas, favoreceu a construção do conhecimento a partir da experiência vivida, um princípio fundamental da práxis freireana. O estudante deixa de apenas memorizar regras e começa a entender as relações entre corrente, tensão e potência dissipada.

No Questão 3, o pós-teste revela um avanço significativo na compreensão da existência do campo elétrico dentro do filamento de uma lâmpada incandescente. Há um aumento notável nas respostas que reconhecem o papel do campo elétrico na manutenção da corrente, superando explicações baseadas apenas na presença ou ausência de cargas. Essa evolução indica um aprofundamento conceitual promovido pelo debate e análise crítica dos fenômenos, conforme apresentado na Tabela 4.13.

Tabela 4.13: Resposta da Questão 3: Qual das seguintes sentenças é verdadeira sobre o campo elétrico dentro do filamento da lâmpada incandescente abaixo?

Tabela de Resultados do Pós Teste por aluno	
Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 2	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 3	Letra “E”. O campo deve ser não nulo porque nenhuma corrente irá fluir sem um campo aplicado.
Aluno 4	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 5	Letra “B”. O campo deve ser nulo porque a corrente está fluindo.
Aluno 6	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 7	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 8	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 9	Letra “A”. O campo deve ser zero porque o filamento é feito de metal.
Aluno 10	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 11	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 12	Letra “E”. O campo deve ser não nulo porque nenhuma corrente irá fluir sem um campo aplicado.
Aluno 13	Letra “E”. O campo deve ser não nulo porque nenhuma corrente irá fluir sem um campo aplicado.
Aluno 14	Letra “B”. O campo deve ser nulo porque a corrente está fluindo.
Aluno 15	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 16	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
Aluno 17	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 18	Letra “C”. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.

Aluno 19	Letra “E”. O campo deve ser não nulo porque nenhuma corrente irá fluir sem um campo aplicado.
Aluno 20	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
Aluno 21	Letra “D”. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.

Fonte: Autor .

A Tabela 4.13 mostra uma clara melhoria na solução da questão 3 durante o Pós-Teste, onde a resposta correta é aumentada com a opção E, sendo uma das opções que reconhece a necessidade de um campo elétrico para manter a corrente elétrica. O conceito dominava no Pré-Teste com noções alternativas, por exemplo, o campo elétrico, se estivesse no filamento, seria nulo, já que é um metal.

O desenvolvimento dos conceitos reflete um processo muito crítico de revelação dos fenômenos físicos, onde o aluno começa a entender a relação entre o campo elétrico e o movimento ordenado das cargas. Este avanço fala exatamente a Freire, ou seja, que a aprendizagem acontece com o conhecimento do sujeito sobre o que é (ou foi) o "porquê" por trás dos fenômenos, em oposição apenas ao "como" dos fenômenos. Foi um pouco melhor, indicando que as manipulações de resistores e a verificação do código de cores construíram o sentido de resistência como oposição à passagem da corrente. Sugere-se que mais atividades comparando resistores reais com seu valor teórico sejam realizadas.

A Questão 4 no Pós-Teste apresenta que somos capazes de generalizar o comportamento da corrente transitória em circuitos com capacitores. Em contraste com o Pré-Teste, as respostas indicando corrente constante ou nula diminuíram, e aquelas que entendem a mudança temporal na corrente à medida que o interruptor é fechado também aumentaram. Vemos evidências de uma elucidação mais detalhada dos estados eletrodinâmicos na Tabela 4.14.

Tabela 4.14: Resposta da Questão 4: No circuito abaixo o capacitor está originalmente carregado. Como se comporta a corrente I no amperímetro como uma função do tempo após a chave ter sido fechada?

Tabela de Resultados do Pós Teste por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 2	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 3	Letra “B”. $I = \text{constante}$, diferente de zero.
Aluno 4	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 5	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.

Aluno 6	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 7	Letra “A”. I = 0 sempre.
Aluno 8	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 9	Letra “B”. I = constante, diferente de zero.
Aluno 10	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 11	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 12	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 13	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 14	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 15	Letra “A”. I = 0 sempre.
Aluno 16	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 17	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 18	Letra “D”. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
Aluno 19	Letra “A”. I = 0 sempre.
Aluno 20	Letra “C”. I aumenta, então fica constante.
Aluno 21	Letra “B”. I = constante, diferente de zero.

Fonte: Autor.

Os resultados do Pós-Teste (Tabela 4.14) indicam uma melhoria significativa nas respostas, bem como uma maior adesão à Opção D, que descreve corretamente o comportamento transitório da corrente em um circuito com um capacitor inicialmente carregado. O Pré-Teste, por outro lado, mostrou uma deficiência severa no conhecimento dos fenômenos transitórios. Esta evolução comprova o uso da aprendizagem experiencial, com os alunos relacionando teoria à prática e facilitando a aprendizagem contextualizada. Isso fornece um ótimo exemplo de práxis educacional freireana, onde a articulação da ação e reflexão é para a construção do conhecimento científico.

A Questão 5 indica que os alunos fizeram uma grande melhoria em termos de compreensão da diferença de potencial em circuitos elétricos, refletida no número relativamente alto de respostas corretas observadas no Pós-Teste. Os alunos demonstraram maior conhecimento da distribuição de tensão em circuitos com chave aberta, o que reflete as atividades experimentais e medições implementadas durante a intervenção. A Tabela 4.15 fornece uma sistematização dessa evolução conceitual.

Tabela 4.15: Resposta da Questão 5: Qual é a magnitude da diferença de potencial entre os pontos A e B, no circuito abaixo, enquanto a chave está aberta?

Tabela de Resultados do Pós Teste por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “A”. 0 volts.
Aluno 2	Letra “B”. 3 volts.
Aluno 3	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 4	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 5	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 6	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 7	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 8	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 9	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 10	Letra “A”. 0 volts.
Aluno 11	Letra “A”. 0 volts.
Aluno 12	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 13	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 14	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 15	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 16	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 17	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 18	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 19	Letra “D”. 12 volts.
Aluno 20	Letra “C”. 6 volts.
Aluno 21	Letra “D”. 12 volts.

Fonte: Autor.

Conforme observado anteriormente, a Questão 5 fez grandes avanços em correção, aumentando significante. No Pós-Teste (Tabela 4.15), a maioria dos alunos identificou com precisão a diferença de potencial entre pontos no circuito. Isso confirma a importância primordial da manipulação real de circuitos eletrônicos na aprendizagem. Ao medir tensões reais com o multímetro, os alunos se afastaram de concepções abstratas e fragmentadas e se aproximaram de uma compreensão científica sólida. Essa abordagem ecoa a de Freire, que valoriza o conhecimento construído através da interação com a realidade. O Pós-Teste na

A Questão 6 demonstra progresso na interpretação do equilíbrio eletrostático em condutores metálicos e uma maior compreensão de que o campo elétrico interno é zero, e, portanto, não há diferença de potencial entre pontos dentro do metal. A Tabela 4.16 mostra que

essa diminuição nas respostas baseadas em justificativas inconsistentes significa uma evolução conceitual significativa.

Tabela 4.16: Resposta da Questão 6: No equilíbrio estático, a diferença de potencial entre dois pontos dentro de um pedaço de metal sólido:

Tabela de Resultados do Pós Teste por aluno	
Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “D”. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 2	Letra “D”. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 3	Letra “B”. É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.
Aluno 4	Letra “E”. É não nulo por motivos não mencionados acima.
Aluno 5	Letra “D”. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 6	Letra “B”. É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.
Aluno 7	Letra “D”. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 8	Letra “B”. É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.
Aluno 9	Letra “D”. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 10	Letra “A”. É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 11	Letra “D”. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 12	Letra “C”. É não nulo se o pedaço de metal não é esférico.
Aluno 13	Letra “E”. É não nulo por motivos não mencionados acima.
Aluno 14	Letra “A”. É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 15	Letra “B”. É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.
Aluno 16	Letra “D”. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
Aluno 17	Letra “C”. É não nulo se o pedaço de metal não é esférico.
Aluno 18	Letra “A”. É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 19	Letra “B”. É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.
Aluno 20	Letra “A”. É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
Aluno 21	Letra “D”. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.

Fonte: Autor.

Como visto na Tabela 4.16, o número de respostas corretas obtidas para a opção B aumentou, evidenciando ainda mais que os alunos compreenderam que, em equilíbrio eletrostático, o campo elétrico no metal é zero e, portanto, não há diferença de potencial entre dois pontos internos. Ao contrário do Pré-Teste, os resultados exibiram uma redução nas respostas baseadas em raciocínio pouco claro ou concepção errônea. Este avanço demonstra uma reconstrução do significado e da estrutura no discurso e com a problematização no trabalho em sala de aula como componentes centrais da pedagogia freireana.

Para a Questão 7, a análise no Pós-Teste indica que a compreensão do movimento de carga agora pode ser melhorada. Há uma coerência ainda melhor na escolha de diagramas que descrevem adequadamente a redistribuição de cargas na barra de metal em movimento, em comparação com o Pré-Teste. Assim, a conclusão de que a problematização melhorou a interpretação crítica dos fenômenos eletromagnéticos é evidente na Tabela 4.17.

Tabela 4.17: Resposta da Questão 7: Uma barra de metal neutra se move com velocidade constante $\vec{v}$ para a direita através de um região onde existe um campo magnético uniforme que está orientado para fora da página. O campo magnético é produzido por bobinas grandes que não são mostradas no diagrama. Qual dos seguintes diagramas melhor descreve o estado das cargas elétricas na barra de metal?

Tabela de Resultados do Teste Diagnóstico por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “A”.
Aluno 2	Letra “E”.
Aluno 3	Letra “B”.
Aluno 4	Letra “F”.
Aluno 5	Letra “E”.
Aluno 6	Letra “A”.
Aluno 7	Letra “B”.
Aluno 8	Letra “B”.
Aluno 9	Letra “A”.
Aluno 10	Letra “F”.
Aluno 11	Letra “A”.
Aluno 12	Nula
Aluno 13	Letra “E”.
Aluno 14	Nula.
Aluno 15	Letra “B”.
Aluno 16	Letra “B”.
Aluno 17	Letra “A”.
Aluno 18	Nula.
Aluno 19	Letra “F”.
Aluno 20	Letra “E”.
Aluno 21	Letra “C”.

Fonte: Autor.

Os dados do Pós-Teste (Tabela 4.17) mostram uma melhoria qualitativa na compreensão do fenômeno, embora com uma dispersão de respostas. A alternativa correta F foi reconhecida por um maior número de estudantes em comparação com o Pré-Teste: isso marcou um avanço na compreensão da força magnética sobre cargas em movimento. Isso sugere que a maior complexidade dos conceitos leva mais tempo para a maturação conceitual. No entanto, o progresso gradual desses resultados apoia uma postura freireana que considera os erros como um aspecto integral da maturação e enfatiza o diálogo para possibilitar uma resolução lenta dos desafios.

Na Questão 8, você encontra no Pós-Teste uma consolidação da definição de corrente elétrica como um fluxo ordenado de elétrons. Pode-se notar uma melhoria acentuada nas respostas baseadas na ideia científica, confirmando a superação de interpretações que confundiam corrente com tensão, resistência ou força. A evolução conceitual é descrita na Tabela 4.18.

Tabela 4.18: Resposta da Questão 8: A corrente elétrica em um circuito elétrico é definida como:

Tabela de Resultados do Pós Teste por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 2	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 3	Letra “D”. A oposição à passagem de elétrons em um circuito.
Aluno 4	Letra “E”. A diferença de potencial entre dois pontos.
Aluno 5	Letra “D”. A oposição à passagem de elétrons em um circuito.
Aluno 6	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 7	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 8	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 9	Letra “E”. A diferença de potencial entre dois pontos.
Aluno 10	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 11	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 12	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 13	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 14	Letra “B”. A força que impulsiona os elétrons no fio.
Aluno 15	Letra “B”. A força que impulsiona os elétrons no fio.
Aluno 16	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 17	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.

Aluno 18	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 19	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
Aluno 20	Letra “B”. A força que impulsiona os elétrons no fio.
Aluno 21	Letra “C”. O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.

Fonte: Autor.

No Pós Teste (Tabela 4.18), a maioria dos estudantes começou a selecionar corretamente a opção C, definindo corrente elétrica como o fluxo ordenado de elétrons. Em comparação com o Pré Teste, houve uma redução significativa nas respostas que confundiam corrente com tensão, energia ou força. Essa progressão mostra que o trabalho pedagógico favoreceu a alfabetização científica, permitindo que os alunos compreendessem o significado conceitual correto. Em termos freireanos, isso envolve superar uma visão ingênua do conhecimento em direção a uma compreensão crítica e bem fundamentada.

O Pós-Teste mostra um aumento na compreensão do papel da diferença de potencial elétrico como responsável por fornecer energia às cargas elétricas na Questão 9. Conforme apresentado na Tabela 4.19, há uma redução nas respostas associadas a interpretações incorretas, indicando progresso na leitura energética dos circuitos elétricos em comparação com o Pré-Teste.

Tabela 4.19: Resposta da Questão 9: A diferença de potencial elétrico ddp (também chamada de tensão) entre dois pontos de um circuito é responsável por:

Tabela de Resultados do Pós Teste por aluno

Alunos	Respostas
Aluno 1	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 2	Letra “A”. Aumentar a resistência dos materiais condutores.
Aluno 3	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 4	Letra “B”. Controlar a direção do campo magnético.
Aluno 5	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 6	Letra “A”. Aumentar a resistência dos materiais condutores.
Aluno 7	Letra “C”. Impedir o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 8	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 9	Letra “B”. Controlar a direção do campo magnético.
Aluno 10	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 11	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.

Aluno 12	Letra “A”. Aumentar a resistência dos materiais condutores.
Aluno 13	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 14	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 15	Letra “C”. Impedir o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 16	Letra “E”. Reduzir a temperatura dos condutores.
Aluno 17	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 18	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 19	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 20	Letra “D”. Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
Aluno 21	Letra “B”. Controlar a direção do campo magnético.

Fonte: Autor

Na Questão do Pós-Teste, os dados da Tabela 4.19 confirmam que há mais respostas corretas do que no início, em favor da opção D, portanto, os alunos começaram a perceber que a diferença de potencial é responsável por fornecer energia ao movimento das cargas elétricas no circuito, superando equívocos observados no Pré-Teste. Essa evolução destaca a importância de vincular o fenômeno físico ao seu funcionamento dentro do circuito real, com o objetivo de apoiar uma compreensão completa do fenômeno, como defendido por Paulo Freire.

Na questão 10, podemos ver um desenvolvimento conceitual distinto no Pós-Teste em relação ao propósito da resistência elétrica em um circuito. O aumento significativo nas respostas que reconhecem o resistor como um elemento de controle e limitação da corrente elétrica indica um aumento na conscientização sobre este elemento. Este achado reflete os efeitos benéficos dos exercícios práticos e reflexivos desenvolvidos ao longo da intervenção pedagógica, conforme resumido na Tabela 4.20.

Tabela 4.20: Resposta da Questão 10: A resistência elétrica de um componente em um circuito serve para:

Tabela de Resultados do Pós Teste por aluno	
Alunos	Respostas
WWAluno 1	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
WAluno 2	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 3	Letra “B”. Armazenar energia elétrica.
Aluno 4	Letra “C”. Converter eletricidade em magnetismo.
Aluno 5	Letra “D”. Impedir completamente a passagem de corrente.

Aluno 6	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 7	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 8	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 9	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 10	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 11	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 12	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 13	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 14	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 15	Letra “B”. Armazenar energia elétrica.
Aluno 16	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 17	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 18	Letra “B”. Armazenar energia elétrica.
Aluno 19	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.
Aluno 20	Letra “D”. Impedir completamente a passagem de corrente.
Aluno 21	Letra “E”. Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.

Fonte: Autor.

Por último, mas não menos importante, como observado na Tabela 4.20, o conceito de resistência elétrica está amplamente consolidado, onde a maioria dos alunos escolhe corretamente a opção E. Quando comparado ao Pré-Teste, mostra uma clara diminuição nas respostas que identificam resistência com armazenamento de energia ou interrupção total da corrente. Este resultado indica que uma abordagem experimental e dialógica permitiu que os alunos vissem a resistência como um elemento regulador da corrente elétrica. Este entendimento demonstra uma aprendizagem significativa e crítica, alinhada com os princípios da educação libertadora freireana.

Análise Comparativa em Geral (Pré-Teste e Pós-Teste).

A comparação dos resultados do pré-teste e pós-teste demonstra que o desenvolvimento de conceitos em eletrodinâmica para os alunos é consistente com o desenvolvimento de uma nova sequência didática que incluiu o uso de experimentação, diálogo e problematização, levando ao desenvolvimento de uma nova linha de pensamento sobre a pedagogia freireana. No geral, o processo de explicação fragmentada para uma mais organizada está em conformidade com os quadros científicos estabelecidos.

No Pré-Teste, concepções alternativas foram o foco principal nas respostas dos dados na forma de senso comum, memorização mecânica e problemas na interpretação da situação

física contextualizada. Os resultados do Pós-Teste mostraram uma tendência geral para respostas mais corretas, não apenas na assimilação das fórmulas ou definições, mas, mais importante, na ressignificação conceitual, que Freire descreve como a consequência da aprendizagem crítica e consciente.

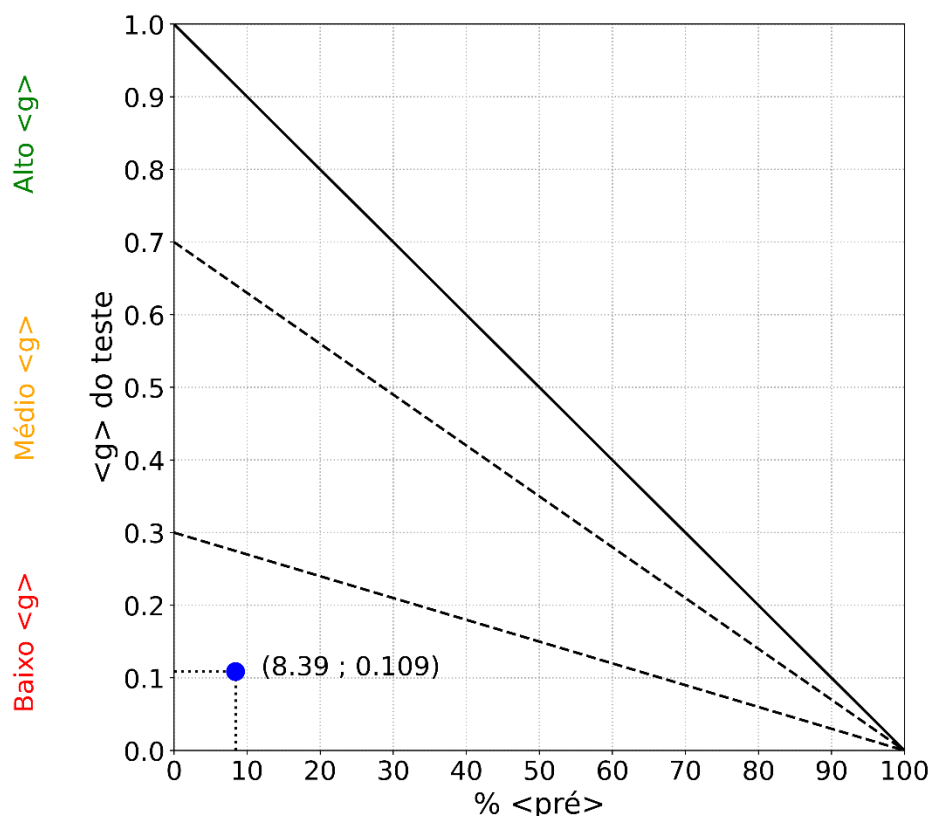
Questões 1 e 2 – corrente elétrica e brilho da lâmpada: Estas questões envolveram análise de circuitos e comparação de grandezas físicas (corrente e brilho). O Teste Diagnóstico (Pré-Teste) mostrou um problema significativo na leitura do circuito e na compreensão das relações entre corrente, resistência e potência. No Pós-Teste, foi registrado um maior domínio conceitual; com um grande aumento nas respostas corretas, o que indicou estar relacionado à manipulação de circuitos reais e à utilização do multímetro para aprender bem. Do ponto de vista de Freire, esse desenvolvimento é um efeito do processo de aprendizagem mediado pela ação e o aluno tornou-se um sujeito e não apenas um receptor.

Questões 3 e 6 – Campo elétrico e equilíbrio eletrostático: estas foram de maior abstração com precisão relativamente baixa no teste diagnóstico (Pré-Teste), o que é indicativo de desafios conceituais profundos em relação ao campo elétrico dentro de condutores. Durante o Pós-Teste, foi encontrada uma escalada constante das respostas corretas, o que sugere alguns mal-entendidos. Este achado sugere que a progressão conceitual é parcial, mas significativa, em linha com a complexidade do conteúdo. Freire argumentou que superar concepções ingênuas não acontece de uma vez é uma questão de problematização e diálogo e é precisamente por isso que o progresso que estamos vendo é tão óbvio.

Questões 4 e 5 — Capacitores e diferença de potencial: análises comparativas indicaram que o Pós-Teste demonstrou uma melhoria dramática, particularmente na Questão 5, cuja taxa de acerto praticamente dobrou. Este efeito indica que durante atividades experimentais envolvendo leituras reais de tensão, essas contribuições ajudaram a consolidar conceitos de diferença de potencial.

Questões 7, 8, 9 e 10 — Conceitos fundamentais de corrente, tensão e resistência: no Teste Diagnóstico (Pré-Teste), estes incluíam definições vagas ou incorretas. Após a intervenção pedagógica, o Pós-Teste mostrou pontuações mais altas em termos de respostas corretas, particularmente nas questões conceituais básicas (corrente elétrica, diferença de potencial e resistência). Este progresso mostra que foi a discussão em sala de aula complementada com experimentos que fez com que as ideias científicas penetrassem na cabeça dos alunos em vez de serem vistas como mecanicistas, e foi mais baseado em evidências que as visões se enraizaram.

Figura 4.6: Gráfico que determina o ganho normalizado Hake(1998)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nos resultados obtidos no pré-teste e pós-teste, bem como na análise do ganho de Hake normalizado, foi possível observar mudanças no desempenho e participação dos alunos durante a aplicação da Cartilha. Abaixo, são apresentadas as análises e discussões dos resultados obtidos.

Com o multímetro atuando como tema gerador, a Cartilha como sequência didática foi empregada para avançar a compreensão dos alunos sobre corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. Os alunos demonstraram maior envolvimento e interesse pelas atividades experimentais do que nas aulas de Física. A ligação entre teoria e prática orientou o envolvimento da turma para que a discussão ocorresse na sala de aula. Além disso, o fato de o multímetro ter sido usado pelo professor pesquisador para facilitar o processo de encontrar conteúdo tornou isso mais concreto e contextualmente relacionado. Pesquisas nesta área mostram, portanto, que é evidente que a experimentação mediou significativamente este processo de ensino e aprendizagem.

O ganho normalizado de Hake resultou em um ganho médio de $\langle g \rangle = 0,109$, que foi, em termos estatísticos, baixo, para os resultados quantitativos. No entanto, a análise estatística não deve se restringir a índices puramente matemáticos, dado que o estudo também buscou entender

os aspectos formativos e participativos de um processo educacional. Muitos alunos também começaram a se sentir mais confiantes na manipulação de circuitos elétricos e na leitura de medições de seus multímetros. Em segundo lugar, mais interações entre os alunos foram observadas durante as atividades de investigação. Consequentemente, pode-se concluir que o desenvolvimento do pensamento crítico e a participação ativa também são sinais de aprendizagem.

A proposta pedagógica baseada na pedagogia freireana foi eficaz em gerar discussão, questionamento e construção coletiva do conhecimento. O multímetro deixou de ser apenas um instrumento técnico, tornando-se parte de um sistema de mediação nas conversas em sala de aula. A incorporação de conteúdo contextual introduziu conceitos físicos mais próximos da existência diária dos alunos, o que conferiu dinamismo às aulas e proporcionou-lhes uma sensação de reflexão. Esta abordagem demonstra que metodologias investigativas e experimentais também podem ajudar a superar práticas baseadas apenas na memorização mecânica de formas “formulaicas”. Assim, o uso do multímetro como tema gerador permitiu uma aprendizagem mais participativa e situada no ensino de Eletrodinâmica.

Com base em Hake (1998), o ganho normalizado é um critério importante para a validade dos métodos de ensino em Física, pois é necessário comparar o desempenho dos alunos antes e depois de uma intervenção de ensino. O ganho normalizado médio é um valor entre o ganho de um aluno e o ganho máximo atingível, e sua relação é a seguinte:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \text{ pós} - \% \text{ pré}}{100\% - \% \text{ pré}} \quad \text{equação 4.1}$$

Os valores de ganho normalizado foram divididos em três grupos conforme proposto por Hake (1998): baixo ganho ($g < 0,30$), ganho médio valores no intervalo ($0,30 \leq g < 0,70$) e alto ganho apresenta valores de ($g \geq 0,70$). Tais instrumentos são comuns na pesquisa em Ensino de Física devido à análise quantitativa do desenvolvimento conceitual da aprendizagem após instrução personalizada.

“O ganho normalizado médio é definido como a razão entre o ganho médio real (% – %) e o ganho médio máximo possível (100 – %).” (HAKE, 1998, p. 65).
O ganho normalizado médio é definido como a razão entre o ganho médio real (% pós – % pré) e o ganho médio máximo possível (100 – % pré).

A análise quantitativa dos dados do Teste Diagnóstico (Pré-Teste) e do Pós-Teste usando o ganho normalizado de Hake mostrou um ganho médio da turma, $\langle g \rangle = 0,109$, o que, de acordo com a classificação de Hake, significa um ganho baixo ($\langle g \rangle < 0,30$). Este achado ilustra que, embora conceitualmente em algumas questões a turma tenha alcançado compreensão geral dos itens e conceitos (neste caso, eles tiveram tarefas experimentais e o uso

do multímetro), mas como um todo, o desempenho geral da turma pareceu carecer de desenvolvimento sob avaliação total. No entanto, através da perspectiva pedagógica de Paulo Freire, esse ganho não pode ser visto como uma única medida numérica de eficácia, mas faz parte de um processo educacional dialógico e evolutivo, que envolve uma evolução não linear da compreensão conceitual. Isso significa que o ganho médio geral torna-se sem valor apenas neste caso que muitos alunos ainda estavam em um processo de aprender a lidar com percepções ingênuas ou fragmentadas dos fenômenos eletrodinâmicos e, portanto, também que práticas problematizadoras, diálogo e experimentação permanecem fundamentais para incorporar uma leitura crítica da realidade física. Assim, e mesmo onde o ganho médio é rotulado como baixo, os resultados sugerem um impulso preliminar para o despertar científico, em linha com a compreensão de Freire da educação como uma prática coletiva e emancipatória na construção do conhecimento.

4.2 Discussão qualitativa dos resultados

Além dos dados quantitativos obtidos através do pré-teste e pós-teste, foram feitas observações durante a aplicação das atividades experimentais, considerando aspectos como participação, interação, interesse e envolvimento dos alunos nas práticas desenvolvidas com o multímetro.

A aplicação da Cartilha revelou que os alunos, ao participarem de experimentos, demonstraram maior curiosidade e motivação. Alunos com dificuldades iniciais em compreender o conceito teórico de Eletrodinâmica começaram a mostrar mais envolvimento durante a instrução. O multímetro também gerou interesse ao proporcionar exposição imediata a cenários baseados em experiências da vida real relevantes para o cotidiano deles. Rodas de conversas também permitiram o compartilhamento e o diálogo de experiências e formas de comunicação entre os membros da sociedade para evoluir entre eles. Tais características ajudaram a estabelecer uma atmosfera de aprendizagem mais colaborativa e participativa.

Alguns dos pontos documentados durante a pesquisa indicaram que havia uma crescente independência nas mãos dos alunos através do trabalho prático. Os alunos começaram a gerar ideias e discussões sobre soluções potenciais para os problemas por meio de medições elétricas e decodificação dos resultados. No entanto, isso demonstrou uma mudança da postura passiva frequentemente observada nas aulas tradicionais de Física. Maior confiança no manuseio de equipamentos e participação em atividades em grupo também foram possíveis indicadores de maior envolvimento. Assim, as atividades experimentais promoveram mais do que a aprendizagem conceitual, mas também desenvolveram atitudes investigativas.

A pesquisa também revelou um tópico relacionado, relacionando o conteúdo científico à vida real dos alunos. Conversas sobre baterias, carregadores e circuitos básicos permitiram que os alunos conectassem os conceitos que estavam aprendendo a uma situação que enfrentam em seu cotidiano. Isso proporcionou um contexto mais relevante e ajudou a reduzir a percepção da Física como uma matéria distante daquela na escola. Além disso, a metodologia baseada no diálogo apoiou-se na valorização das opiniões e experiências dos alunos. Assim, a proposta pedagógica aprimorou a participação crítica e o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem.

Análise conclusiva da progressão didática.

Essa sequência didática mostra-se eficaz em facilitar o progresso em relação à Eletrodinâmica. O multímetro foi um mediador entre a experiência e a teoria: foi uma maneira de tornar mensuráveis quantidades que até então dependiam apenas da intuição e de dar aos resultados uma forma de problematização. Seguindo Paulo Freire, o método de instrução introduzido (diálogo, experimentação, reflexão) deu aos alunos a oportunidade de desenvolver seu conhecimento através da prática com a realidade tangível. E assim serem encorajados a continuar com isso à medida que expandem os problemas e aprofundam as discussões sobre leitura e interpretação de medições para que possam juntar os conceitos ainda frágeis. O resultado teve uma melhoria substancial no desempenho real especificamente em corrente, tensão e resistência elétrica, o que confirma o efeito positivo do multímetro como ferramenta didática. A avaliação foi formativa e participativa, incluindo autoavaliação dos alunos, registros do professor e um círculo de conversa reflexiva. Como observa Freire (1996), “a avaliação, como toda prática educacional, é também um ato político, ético e estético.” Isso significava que não apenas os resultados estavam sendo medidos, mas que o aluno ativo também estava refletindo sobre o processo de construção do conhecimento.

Objetivos: Avaliar o desenvolvimento conceitual e atitudinal dos alunos e o impacto da proposta pedagógica.

Procedimentos:

- Autoavaliação: o que aprendi? o que faria diferente?
- Observação do professor: interesse, desenvolvimento da compreensão e independência;
- Discussão final: O multímetro como uma forma de gerar tema e ler o mundo.

Resultados: Observou-se a satisfação dos alunos com o conhecimento de fenômenos que antes acreditavam ser desafiadores. Eles mostraram desenvolvimentos em construções mentais e desenvolveram confiança com o multímetro. As conversas finais expuseram uma relação afetiva e crítica com o conhecimento, ensinando Física de forma significativa, lúdica e

emancipatória. O uso do produto educacional nos permitiu confirmar que o multímetro é um tema gerador adequado para o ensino de Eletrodinâmica, articulando teoria e prática, usando uma estrutura freireana, baseada no diálogo, curiosidade e protagonismo estudantil. As aulas apoiaram a participação ativa, reflexão crítica e compreensão significativa e incorporaram o ditado freireano de que “ler o mundo precede ler a palavra” (FREIRE, 1989, p. 9).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, a pesquisa atual buscou elaborar e implementar uma proposta pedagógica a partir da pedagogia freireana em que o multímetro seria utilizado como tema gerador para o ensino de conceitos de Eletrodinâmica no ensino médio. A pesquisa foi realizada em uma escola pública no município de Coari–Amazonas com o objetivo de contribuir para construir métodos pedagógicos mais contextualizados, baseados em investigação e participativos no ensino de Física. Os resultados do uso de uma sequência didática mostraram que o multímetro como ferramenta didática ajudou a melhorar o alinhamento entre a teoria e a implementação, de modo que em conceitos menos abstratos, os alunos ganham uma compreensão clara de conceitos como corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica.

Os experimentos práticos despertaram interesse e natureza participativa nos alunos e, subsequentemente, aumentaram a participação nas aulas. Os resultados dos pré-testes e pós-testes mostraram que mudanças conceituais foram evidentes em vários tópicos de Eletrodinâmica, com os alunos sendo mais bem-sucedidos entre esses em informações básicas de circuitos. Embora o ganho normalizado de Hake tenha exibido este valor ($\langle g \rangle = 0,109$), houve também uma progressão notável na compreensão conceitual dos alunos e na capacidade de integrar informações científicas com a vida real. Olhando através da ótica da pedagogia freireana, esses resultados não podem ser analisados apenas com base nos aspectos quantitativos, mas também no aspecto qualitativo da educação, como diálogo, participação, reflexão crítica e construção conjunta do conhecimento. Ao usar o multímetro como tema chave, os resultados deram aos alunos mais oportunidade de participar de uma forma investigativa e problematizadora de ensinar Física. Além disso, a proposta pedagógica permitiu tornar o ensino da Eletrodinâmica significativamente contextualizado, aproximando o conteúdo científico da realidade que os alunos vivenciam. As oportunidades proporcionadas para círculos de discussão, momentos experimentais e atividades práticas promoveram as habilidades necessárias para observação/análise, interpretação e colaboração, incluindo o ensino de habilidades de observação de fenômenos elétricos. Algumas das limitações também foram encontradas no desenho da pesquisa, particularmente em torno das oportunidades diminuídas para implementação de atividades, a variedade de ritmos de aprendizagem dos alunos e as restrições estruturais das escolas. No entanto, o estudo mostrou que a disponibilidade de ferramentas experimentais acessíveis, como um multímetro, é uma alternativa metodológica importante para o ensino de Física na educação básica.

Portanto, conclui-se que o Produto Educacional desenvolvido mostrou potencial pedagógico para auxiliar no ensino de Eletrodinâmica no ensino médio, com preferência por uma abordagem mais crítica, investigativa e participativa na educação. Espera-se que este trabalho informe futuros experimentos e aspectos pedagógicos associados à educação experimental em Física de uma forma que promova a utilização de abordagens contextualizadas e dialógicas na escola. Finalmente, pesquisas futuras devem levar a proposta além do conteúdo original de física e explorar soluções de pesquisa adicionais para outros contextos de ensino-aprendizagem, que devem abranger mais possibilidades de uso do multímetro e dos recursos experimentais.

REFERÊNCIAS

BARRETO, Diego Souza. Eletrodinâmica no ensino médio: uma construção de conhecimentos por meio de experimentos orientados. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – UFV, Viçosa, 2019. Disponível em:

<https://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacaoarquivo/p14-dissertacao-diego.pdf>. Acesso em 27 jun. 2025.

BARROS FILHO, Jomar; SILVA, Dirceu da. Buscando um sistema de avaliação contínua: ensino de eletrodinâmica no nível médio. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 1, p. 27-38, 2002.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v8n1/03.pdf>. Acesso em 22 jun. 2025.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em:

<https://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 15 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, DF, 2006. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 17 Abril de 2025.

CASCARDO, Benedito Fernando Honório; HARTMANN, Cassio; RODRIGUES, Michele Aparecida Cerqueira; VIEIRA, Fábio da Silva Ferreira. A importância da articulação entre teoria e prática na formação pedagógica. *Revista Científica Cognitionis*, v. 7, n. 1, p. 49-58, 2024. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/377725372_A_IMPORTANCIA_DA_ARTICULACAO_ENTRE_TEORIA_E_PRATICA_NA_FORMACAO_PEDAGOGICA. Acesso em 8 out. 2025

FELIZARDO, Eliel. Transposição didática: da apresentação literal dos saberes ao consumo consciente de energia elétrica — reflexões sobre a aprendizagem de eletrodinâmica no ensino médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – UCS, Veranópolis/Monte Belo do Sul, RS, 2024. Disponível em:

<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/14021/Disserta%20a7%20c3%a3o%20Eliel%20Felizardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 28 jun. 2025.

FREIRE, Paulo. *A importância do ato de ler: em três artigos que se completam*. 23. ed. São Paulo: Cortez, 1989. 80 p. Disponível em: https://educacaointegral.org.br/wp-content/uploads/2014/10/importancia_ato_ler.pdf?. Acesso em 23 out. 2025.

FREIRE, Paulo. *Educação como prática da liberdade*. sd. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. Disponível em: https://www.academia.edu/129341225/Pedagogia_do_oprimido_paulo_freire. Acesso em: 31 de maio de 2025.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Disponível em: https://www.academia.edu/127292177/Freire_1996_PEDAGOGIA_DA_AUTONOMIA. Acesso em: 29 de maio de 2025.

GADOTTI, Moacir. **Qualidade na Educação: Uma Nova Abordagem**. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 2010. Disponível em: <https://gadotti.org.br/jspui/handle/123456789/520?mode=full>. Acesso em 20 set. 2025.

GASPAR, A. *Física: Eletromagnetismo e Física Moderna*. 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 2013.

GONÇALVES, Elisa Pereira. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2001. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/502156702/GONSAVES-Elisa-Pereira-Conversas-sobre-iniciacao-a-pesquisa-cientifica>. Acesso em 21 set. 2025.

HAKE, Richard R. Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, New York, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1998. Disponível em: <https://sparkingcuriosity.net/SCED%20441/Hake.pdf?>. Acesso em 28 mai. 2026.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física 3. Eletromagnetismo*. Volume 3. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17601/material/Cap%C3%ADulo%2026%20-%20Corrente%20e%20Resist%C3%Aancia.pdf>. Acesso em 28 de Abril de 2025.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física 3. Eletromagnetismo*. Volume 3. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física 3. Eletromagnetismo*. Volume 3. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Eletromagnetismo*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LIRA JUNIOR, José Gilberto da Conceição. **USO DO APLICATIVO KAHOOT EM SMARTPHONE E TABLET: Uma Proposta para o Ensino de Eletrodinâmica**. 2019. Dissertação (Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF) - Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2019.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 3. ed. São Paulo: EPU, 2018.

MATOS, Natércia Silva. **Instrumentos e Componentes Eletro-Eletrônicos nas Aulas de Física no Ensino Médio**. 2007. Monografia (Pró-Reitoria de Graduação Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Física) - Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2007.

MELO, Pâmella Raphaella. Multímetro: o que é, função, como usar, tipos. Mundo Educação, [s.d.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-multimetro.htm?>. Acesso em: 28 abr. 2026.

MÓL, Gerson de Souza; CAIXETA, Juliana Eugênia; SILVA, Wesley Pereira da. **Proposta de um percurso investigativo para pesquisas em educação em ciências**. *Revista de Educação, Ciências e Sociedade na Amazônia*, v. 4, p. 3–12. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/recsa/article/view/19256>. Acesso em 15 abr. 2026.

MORAES, M. B. S. A. Uma proposta para o ensino de eletrodinâmica no nível médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – UFRGS, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/6119>. Acesso em 24 jun. 2025.

MORAES, Maria Beatriz dos Santos A. e TEIXEIRA, Rejane M. Ribeiro. **Circuitos Elétricos: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no nível médio**. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2006. Disponível em: https://ppgenfis.if.ufrgs.br/Textos_Apoio/Moraes&Teixeira_v17n1.pdf. Acesso em 19 de Abril de 2025.

MORAES, Maria Beatriz dos Santos Almeida. Uma proposta para o ensino de eletrodinâmica no nível médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – UFRGS, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/6119>. Acesso em 24 jun. 2025.
MOREIRA, M. M. P. C. et al. Uma proposta de sequência didática para motivar a aprendizagem significativa de eletrodinâmica. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 6, e13323, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13323/11958>. Acesso em 23 jun. 2025.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antonio; OSTERMANN, Fernanda. “A aprendizagem significativa e a visão de ciência na formação de professores”. *Ciência & Educação*, v. 6, n. 1, p. 47–60, 2000.
MOREIRA, Michele Maria Paulino Carneiro; SILVA, Francisco Roberto Oliveira da; ROMEU, Mairton Cavalcante; MAIA, Luana Samara Paulino. Uma proposta de sequência didática para motivar a aprendizagem significativa de eletrodinâmica. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, e25510313323, 2021. . Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13323/11958>. Acesso em 23 jun. 2025.

MORTIMER, E. F. *Concepções alternativas e ensino de Física*. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2015.

NASCIMENTO, J. V. *Eletrodinâmica: Teoria e Aplicações*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2015.

REGINALDO, Carla Camargo; SHEID, Neusa John; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. O ensino de Ciências e a experimentação. In: **ANPED SUL – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**, 9., 2012, Caxias do Sul. *Anais...* Caxias do Sul: ANPED, 2012. p. 1–9. Disponível em: <https://loos.paginas.ufsc.br/files/2016/03/O-ENSINO-DE->

[CI%C3%84NCIAS-E-A-EXPERIMENTA%C3%87%C3%83O.pdf](#). Acesso em: 13 maio 2025.

SILVA JÚNIOR, Carlos Alberto Brito da; MIRANDA, Igor Ramon Sinimbú. Uma proposta de ensino de eletrodinâmica com o método peer instruction . Revista do Professor de Física, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 130–144, 2020. DOI: 10.26512/rpf.v4i2.28230. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/28230>. Acesso em 21 jun. 2025.

SILVA JÚNIOR, Edézio Souza da. O USO DE UM LIVRO-JOGO COMO RECURSO PARA O ENSINO DE FÍSICA. 2022. Dissertação (Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF) – Instituto Federal do Amazonas/Universidade Federal do Amazonas IFAM/UFAM, Manaus, 2018.

SILVA, Arlete Alves da et al. A pedagogia de Paulo Freire, seus fundamentos teóricos e sua aplicação na prática educacional contemporânea. Pedagogia, v. 29, n. 140, p. 1-20, nov. 2024. Disponível em: <https://www.revistapedagogia.com.br/edicao/29/140/nov-2024/a-pedagogia-de-paulo-freire-seus-fundamentos-teoricos-e-sua-aplicacao-na-pratica-educacional-contemporanea>. Acesso em: 14 out. 2025.

SILVA, Francisco Humberto Severiano da. Sequência didática de eletrodinâmica utilizando LEDs em circuitos elétricos simples. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – UFC, Fortaleza, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/60440/5/2021_dis_fhssilva.pdf. Acesso em 26 jun. 2025.

SILVA, L. H. A., ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

SILVA, Márcio Gomes da. Uma proposta de ensino de eletrodinâmica no ensino médio na metodologia dos três momentos pedagógicos com o uso de vídeos e simuladores computacionais. 2022. 177 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Cariacica, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2117/DISSERTA%c3%87%c3%83O_proposta_ensino_eletrodin%c3%a2mica_ensino_m%c3%a9dio_metodologia_momentos.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 30 jun. 2025.

SILVA, Paulo Roberto Ferreira da. Uma proposta de sequência didática para explicar como ocorre o fluxo de elétrons no interior de um fio condutor. 2021. 211 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Vitória, 2021. Disponível em: https://sappg.ufes.br/tese_drupal/tese_15059_Disserta%E7%E3o%20final%20Paulo%20Roberto%20Ferreira%20da%20Silva%20-%20PPGenFis%20%281%29.pdf. Acesso em 29 jun. 2025.

SOUSA, Francisco Denilson Alves de. Análise das dificuldades dos Alunos na Aprendizagem de Circuitos Elétricos na Perspectiva da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. 2013. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Física, Fortaleza, 2013. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/31683/1/2013_tcc_fdasousa.pdf. Acesso em 20 set. 2025.

SOUZA JÚNIOR, Domingos. Rodrigues. O ensino de eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: investigando os desdobramentos sobre a aprendizagem de estudantes. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – UFES, Vitória, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/server/api/core/bitstreams/40efcf97-31be-4e14-b74e-9b698e5afa7b/content>. Acesso em 25 jun. 2025.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VEIGA, Paulo Moreira. USO DE APLICATIVO EM SMARTPHONE E TABLET: Uma proposta de aprendizagem significativa no Ensino de Física. 2018. Dissertação (Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF) - Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2018.

APENDICE A -PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE SAÚDE E BIOTECNOLOGIA-ISB CAMPUS MÉDIO
SOLIMÕES
INSTITUTO/DEPARTAMENTO - COARI
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 64

PRODUTO EDUCACIONAL

O USO DO MULTÍMETRO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO DE
ELETRODINÂMICA

Autores: Eleilson Ferreira Gomes, Tiago Santos Gonçalves e Klenicy Kazumy de
Lima Yamaguchi

Coari
2026

1. ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Estas orientações têm como objetivo auxiliar os professores de Física na utilização deste Produto Educacional, desenvolvido para apoiar o ensino e a aprendizagem de conceitos de Eletrodinâmica no Ensino Médio. Esta proposta é o uso do multímetro como ferramenta didática e tema gerador, que aproxima o conteúdo científico das situações reais da vida dos alunos.

Através de atividades investigativas, experimentais e contextualizadas, a sequência didática foi desenvolvida e incorporada propositalmente como uma forma de envolvimento ativo dos alunos e construção de conhecimento significativo com cada exploração dentro do processo educacional. A utilização de um multímetro permite que os alunos realmente meçam quantidades elétricas reais e correlacionem ideias teóricas com aplicações práticas que podem ser observadas através de dispositivos e equipamentos elétricos reais.

O Produto Educacional está organizado em cinco aulas, focando em etapas de problematização, construção de conceitos científicos, atividades experimentais, estudos de caso e avaliação da aprendizagem. O professor, no entanto, pode personalizar a sequência didática se ela se adequar ao ambiente escolar, ao estado dos materiais e à turma em geral.

1.1 Recursos Didáticos Necessários

Na implementação das atividades propostas, recomenda-se que contenham os seguintes materiais:

- Multímetros digitais;
- Baterias e pilhas;
- Resistores de diferentes valores;
- Protoboards;
- LEDs;
- Fios de conexão;
- Dispositivos eletrônicos simples para observação e análise;
- Computador e projetor multimídia (opcional);
- Manual do aluno, impresso ou em formato digital.

1.2 Recomendações de Segurança

Procedimentos recomendados para observar as seguintes precauções nas atividades experimentais:

- Use apenas baterias e pilhas de baixa tensão;

- Não faça medições diretas na rede elétrica residencial;
- Antes de cada medição, verifique a escala escolhida no multímetro;
- Não é permitido energizar um circuito elétrico a menos que as conexões elétricas estejam claras;

- Treine os alunos no uso adequado de tais dispositivos.

1.3 Técnicas de avaliação da aprendizagem:

- Pré-teste diagnóstico;
- Observação da participação dos alunos durante as atividades;
- Registros das atividades experimentais;
- Estudos de caso;
- Apresentações orais;
- Ao final da sequência didática, é aplicado um pós-teste.

Ao final da aplicação deste Produto Educacional, os alunos conhecerão os principais conceitos de Eletrodinâmica, saberão como usar o multímetro digital adequadamente e entenderão como o conhecimento científico está relacionado a algumas situações da vida, adquirindo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

2. PLANEJAMENTO DE AULA.

A sequência didática proposta neste Produto Educacional foi organizada em cinco aulas, estruturadas de forma progressiva e baseadas na pedagogia freireana, com o multímetro como tema gerador para o ensino de Eletrodinâmica. As atividades foram cuidadosamente planejadas para incentivar a participação ativa dos alunos, promover a exploração, a problematização e a ligação entre o conteúdo científico e a vida cotidiana.

A proposta inicia-se com o levantamento dos conhecimentos através de um teste diagnóstico dos alunos e, em seguida, introduz o tema gerador. Em seguida, a prática são examinadas usando o multímetro digital, por exemplo, através de experimentos para conectar teoria e prática, os conceitos básicos sobre Eletrodinâmica são introduzidos e os alunos são então solicitados a integrar as informações adquiridas para resolver cenários de problemas e estudos de caso de dispositivos eletrônicos que usam todos os dias. Por fim, a aprendizagem é avaliada em termos do uso de um pós-teste e discussões sobre o conhecimento que foi construído ao longo da sequência didática.

A estrutura geral das aulas, a carga horária prevista e o currículo que emergiu durante cada fase da proposta pedagógica está indicada na Tabela 1.

Tabela 1 – Planejamento da Sequência Didática

Aula	Carga Horária	Objetivos e Conteúdos
Aula 01 – Problematização Inicial e Levantamento de conhecimento através do teste diagnóstico	1 períodos (60 minutos)	Apresentação do Produto Educacional e do tema gerador. Aplicação do pré-teste (instrumento diagnóstico) para identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conceitos de Eletrodinâmica. Discussão inicial sobre a importância da eletricidade no cotidiano e do multímetro como ferramenta de investigação.
Aula 02 – Atividade Experimental com o Multímetro	1 período (60 minutos)	Apresentação das principais funções do multímetro e orientações para sua utilização. Realização de atividades experimentais envolvendo medições de tensão elétrica, resistência elétrica e teste de continuidade. Desenvolvimento da atividade " O multímetro e os eletrodomésticos do cotidiano: aprendendo com o mundo real ", permitindo que os estudantes observem fenômenos elétricos, registrem os resultados obtidos e formulem explicações iniciais para as situações investigadas.
Aula 03 – Organização do Conhecimento	1 períodos (60 minutos)	Sistematização dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial (tensão elétrica), resistência elétrica, Lei de Ohm, geradores elétricos e circuitos elétricos em série e em paralelo, relacionando-os às observações realizadas durante a atividade experimental. Discussão dialogada dos resultados e

		resolução de exemplos contextualizados.
Aula 04 – Estudo de Casos e Aplicação do Conhecimento	1 períodos (60 minutos)	Investigação de falhas em aparelhos eletrônicos por meio de estudos de caso. Utilização do multímetro para diagnóstico de problemas em dispositivos simples. Apresentação oral dos resultados obtidos pelos grupos e discussão coletiva das soluções encontradas.
Aula 05 – Avaliação da Aprendizagem	1 período (60 minutos)	Aplicação do pós-teste para avaliar a aprendizagem dos conceitos de Eletrodinâmica. Discussão dos resultados, avaliação da sequência didática e reflexão sobre a utilização do multímetro como ferramenta didática para o ensino de Física.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, são descritas detalhadamente as cinco aulas que compõem a sequência didática, apresentando os objetivos, os recursos necessários e os procedimentos adotados em cada etapa do processo de ensino e aprendizagem.

2.1 Aula 01 – Problematização Inicial e Levantamento de Conhecimento através do Teste Diagnóstico

A primeira aula tem como objetivo apresentar o Produto Educacional e introduzir o tema gerador que orientará as discussões ao longo da sequência didática. Nesse momento, é realizada a aplicação do pré-teste, instrumento utilizado para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. Além disso, promove-se uma discussão inicial sobre a presença da eletricidade no cotidiano e sobre a importância do multímetro como ferramenta de investigação e aprendizagem.

2.2 Aula 02 – Atividade Experimental com Multímetro

A terceira aula é destinada às atividades experimentais. Os estudantes utilizam o multímetro digital para realizar medições de corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica, aplicando na prática os conceitos discutidos anteriormente. Também é desenvolvida a atividade “O multímetro e os eletrodomésticos do cotidiano: aprendendo com o mundo real”,

permitindo que os alunos relacionem os conteúdos estudados com equipamentos presentes em seu ambiente doméstico.

2.3 Aula 03 – Organização do Conhecimento

Na segunda aula são trabalhados os conceitos fundamentais da Eletrodinâmica. São abordados os temas: corrente elétrica, diferença de potencial (tensão elétrica), resistência elétrica, Lei de Ohm, geradores elétricos e circuitos elétricos em série e em paralelo. As atividades são desenvolvidas por meio de exposição dialogada, leitura orientada e resolução de exemplos, buscando relacionar os conceitos científicos com situações do cotidiano dos estudantes.

2.4 Aula 04 – Estudo de Casos e Aplicação do Conhecimento

Na quarta aula os estudantes participam de estudos de caso envolvendo falhas em aparelhos eletrônicos. Em grupos, realizam investigações, formulam hipóteses e utilizam o multímetro como ferramenta de diagnóstico. Ao final da atividade, cada grupo apresenta os resultados obtidos, promovendo a socialização dos conhecimentos construídos e a discussão coletiva das possíveis soluções para os problemas analisados.

2.5 Aula 05 – Avaliação da Aprendizagem

A quinta aula é destinada à avaliação da aprendizagem. Inicialmente é aplicado o pós-teste, permitindo verificar a evolução conceitual dos estudantes em relação aos conteúdos trabalhados. Em seguida, realiza-se uma discussão sobre os resultados obtidos e uma avaliação da sequência didática, incentivando a reflexão dos estudantes sobre a importância do multímetro como recurso didático para a compreensão dos conceitos de Eletrodinâmica.

3. Cartilha “O uso do multímetro como ferramenta didática para o ensino de Eletrodinâmica no Ensino Médio”

A partir da próxima página, o guia desenvolvido com o objetivo de auxiliar professores e alunos na aprendizagem dos conceitos fundamentais de Eletrodinâmica através do uso do multímetro como ferramenta didática é apresentado na íntegra. O material foi desenvolvido com base em uma abordagem contextualizada e investigativa, buscando aproximar o conteúdo de Física de situações presentes no cotidiano dos alunos.

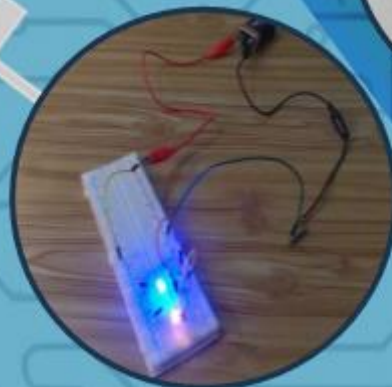
Por meio desta Cartilha, os alunos terão a oportunidade de compreender conceitos como corrente elétrica, diferença de potencial (tensão), resistência elétrica, Lei de Ohm e as associações em série e paralelo de resistores, ligando teoria e prática através de atividades experimentais, estudos de caso e situações-problema.

O material apresenta explicações em linguagem acessível, atividades práticas com o multímetro digital e exemplos relacionados a equipamentos elétricos e eletrônicos presentes no dia a dia, promovendo



UFAM

O USO DO MULTÍMETRO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA



Eleilson Fereira Gomes
Tiago Gonçalves Santos
klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi

O USO DO MULTÍMETRO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA

Eleilson Ferreira Gomes

Esta cartilha é parte do
Produto Educacional
desenvolvido no Mestrado
Nacional em Ensino de Física
sob orientação da professora
doutora Klenicy Kazumy de
Lima Yamaguchi e
professor doutor Tiago Gonçalves
Santo

SUMÁRIO

Apresentação	01
Objetivos	02
Questionário de conhecimentos sobre Eletrodinâmica	03
1. O que é o Multímetro.....	09
2. Atividade Experimental – Prática de Ciências.....	13
Ficha de Atividade Experimental – Uso do Multímetro.....	18
3. Tópicos de Eletrodinâmica	20
corrente elétrica	21
tensão, voltagem ou diferença de potencial.....	23
Resistência elétrica.....	24
Lei de Ohm.....	25
Gerador e Circuito Elétrico.....	26
4. O Multímetro e os Eletrodomésticos do Cotidiano: Aprendendo com o Mundo Real.....	31
5. Estudo de Casos.....	35
Aplicação do Conhecimento	37
Exercícios	40
Considerações Finais.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

APRESENTAÇÃO

Olá, seja bem-vindo à nossa cartilha sobre o uso do multímetro como tema gerador para o Ensino de Eletrodinâmica!

Esta cartilha apresenta uma sequência didática fundamentada na Pedagogia de Paulo Freire, tendo o multímetro como tema gerador para o ensino de Eletrodinâmica. Foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma introdução clara e acessível ao estudo de Eletrodinâmica. Com ela, você terá a oportunidade de aprender aos conceitos de corrente elétrica, Resistência elétrica e diferença de potencial (ddp) e suas aplicações na vida cotidiana. Este material apresenta uma abordagem pedagógica que visa explicar os conceitos de maneira clara e direta, mantendo a profundidade necessária para a compreensão dos temas tratados. Este material foi elaborado com base em referências bibliográficas importantes e em anos de experiência no campo da física. Estamos certos de que você terá uma excelente experiência de aprendizado com a nossa cartilha. Aproveite ao máximo o material que preparamos para você e sinta-se à vontade para perguntar ou comentar se tiver alguma dúvida ou sugestão. Esperamos que esta cartilha contribua para despertar seu interesse e curiosidade pela física. Bons estudos!

OBJETIVOS

Geral:

Promover a compreensão dos conceitos fundamentais da Eletrodinâmica por meio da utilização do multímetro em atividades experimentais investigativas, relacionando as observações realizadas às explicações teóricas e às aplicações no cotidiano.

Específicos:

- Utilizar o multímetro em atividades experimentais para observar, medir e investigar grandezas elétricas;
- Compreender os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica, Lei de Ohm e circuitos elétricos a partir das atividades experimentais;
- Relacionar os conceitos de Eletrodinâmica às situações do cotidiano, desenvolvendo o raciocínio científico e a resolução de problemas.

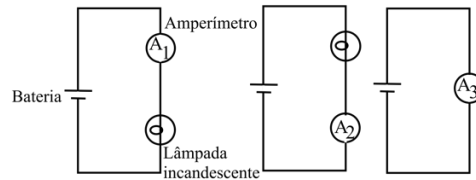
QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS SOBRE ELETRODINÂMICA

Esse questionário tem como objetivo avaliar seu nível de conhecimento atual sobre o assunto, para que você possa identificar quais são as áreas em que precisa se aprofundar. Ao responder às perguntas do questionário, você terá a oportunidade de refletir sobre o que já sabe e sobre aquilo que ainda precisa aprender.

Para responder ao Questionário de Conhecimentos sobre eletrodinâmica, você pode acessá-lo na página abaixo.

QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS

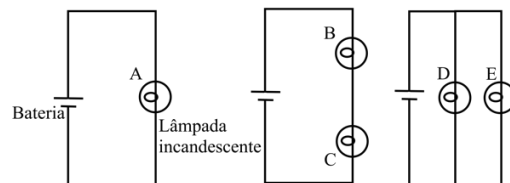
Um estudante monta os três circuitos mostrados abaixo. As lâmpadas e as baterias são idênticas nos três circuitos.



1 Ordene os três amperímetros (A₁, A₂ e A₃) em ordem decrescente, de acordo com as suas medidas de corrente.

- (a) $A_1 = A_2 = A_3$ (b) $A_1 = A_2 > A_3$ (c) $A_1 = A_3 > A_2$
 (d) $A_2 = A_1 > A_3$ (e) $A_2 = A_3 > A_1$ (f) $A_3 > A_1 = A_2$
 (g) $A_3 > A_1 > A_2$ (h) $A_3 > A_2 > A_1$
 (i) Nenhuma das alternativas.

Nesses três circuitos, todas as baterias são idênticas e têm resistência interna desprezível e todas as lâmpadas são idênticas.

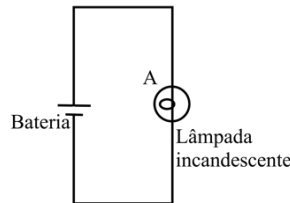


2 Ordene as cinco lâmpadas (A, B, C, D, E) de acordo com o brilho, do mais luminoso para o menos luminoso.

- (a) $A = B = C > D = E$ (b) $A > B = C = D = E$ (c) $A > B = C > D = E$
 (d) $A > B > C > D = E$ (e) $A = D = E > B = C$ (f) $A = D = E > B > C$
 (g) $A > D = E > B = C$ (h) $D = E > A > B = C$
 (i) Nenhuma das alternativas.

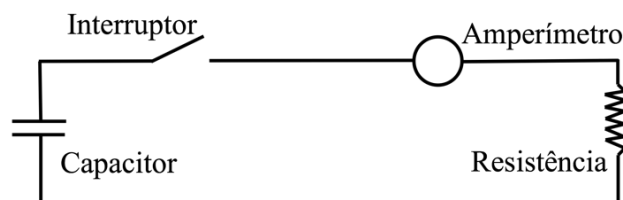
QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS

3 Qual das seguintes sentenças é verdadeira sobre o campo elétrico dentro do filamento da lâmpada incandescente abaixo?



- a. O campo deve ser zero porque o filamento é feito de metal.
- b. O campo deve ser nulo porque a corrente está fluindo.
- c. O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
- d. O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
- e. O campo deve ser não nulo porque nenhuma corrente irá fluir sem um campo aplicado.
- f. O campo deve ser zero por motivos não mencionados acima.
- g. O campo deve ser não nulo por motivos não mencionados acima.

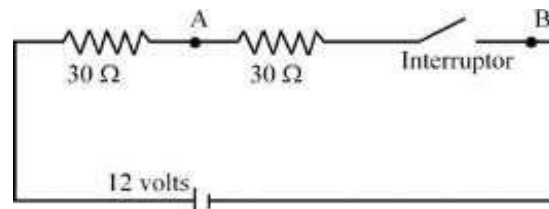
4 No circuito abaixo o capacitor está originalmente carregado. Como se comporta a corrente I no amperímetro como uma função do tempo após a chave ter sido fechada?



QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS

- a. $I = 0$ sempre.
- b. $I =$ constante, diferente de zero.
- c. I aumenta, então fica constante.
- d. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
- e. Nenhuma das anteriores.

5 Qual é a magnitude da diferença de potencial entre os pontos A e B, no circuito abaixo, enquanto a chave está aberta?



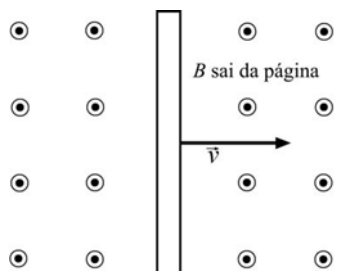
- a. 0 volts.
- b. 3 volts.
- c. 6 volts.
- d. 12 volts.
- e. Nenhuma das anteriores.

6 No equilíbrio estático, a diferença de potencial entre dois pontos dentro de um pedaço de metal sólido:

- a. É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
- b. É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.
- c. É não nulo se o pedaço de metal não é esférico
- d. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
- e. É não nulo por motivos não mencionados acima.
- f. É zero por motivos não mencionados acima.

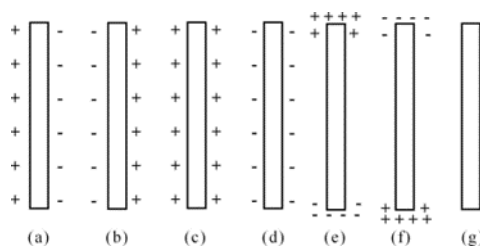
QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS

Uma barra de metal neutra se move com velocidade constante v para a direita através de uma região onde existe um campo magnético uniforme que está orientado para fora da página. O campo magnético é produzido por bobinas grandes que não são mostradas no diagrama.



7

Qual dos seguintes diagramas melhor descreve o estado das cargas elétricas na barra de metal?



8

A corrente elétrica em um circuito elétrico é definida como:

- (a) A quantidade de energia consumida por um resistor.
- (b) A força que impulsiona os elétrons no fio.
- (c) O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
- (d) A oposição à passagem de elétrons em um circuito.
- (e) A diferença de potencial entre dois pontos.

QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS

- 9** A diferença de potencial elétrico ddp (também chamada de tensão) entre dois pontos de um circuito é responsável por:
- (a) Aumentar a resistência dos materiais condutores.
 - (b) Controlar a direção do campo magnético.
 - (c) Impedir o fluxo de corrente elétrica.
 - (d) Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
 - (e) Reduzir a temperatura dos condutores.
- 10** A resistência elétrica de um componente em um circuito serve para:
- (a) Aumentar a velocidade dos elétrons.
 - (b) Armazenar energia elétrica.
 - (c) Converter eletricidade em magnetismo.
 - (d) Impedir completamente a passagem de corrente.
 - (e) Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.



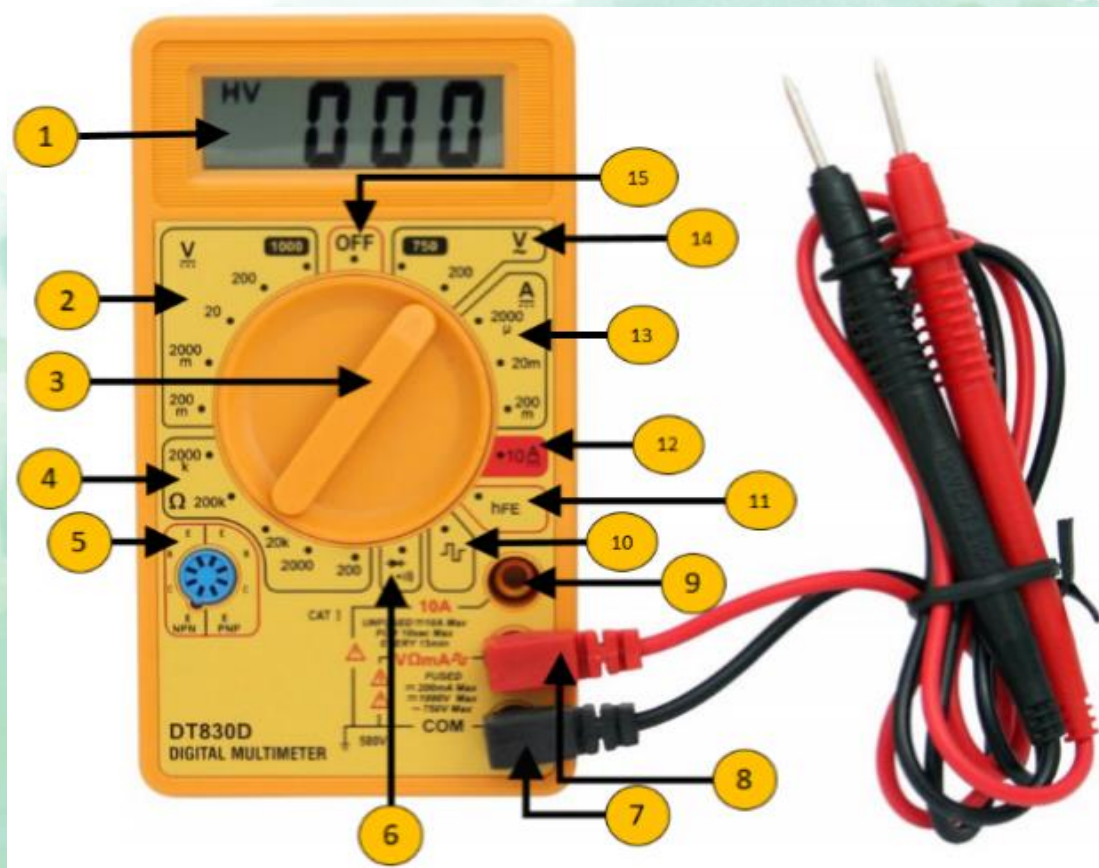
O QUE É O MULTÍMETRO

Problematização inicial

QUAL DEVE SER A COLOBORAÇÃO DO USO DO MULTÍMETRO FRENTE AOS IMPASSES RELACIONADOS A APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES A FIM DE PROPORCIONAR ELEMENTOS QUE FAVOREÇAM O SUCESSO DO ENSINO APRENDIZAGEM?

O multímetro é um aparelho usado em eletrônicas, pode ser analógico ou digital, nele contém: Voltímetro, amperímetro, ohmímetro, etc. O multímetro pode ser utilizado para vários tipos de medidas, vamos citar três mais comuns: Tensão elétrica (medida em volts – V), corrente elétrica (medida em ampères – A), resistência elétrica (medida em Ohms Ω - letra ômega). Conforme MATOS (2007, p.17) É um instrumento de grande utilidade na Eletrônica. É com este aparelho que se realiza as principais medições das três grandezas básicas da eletricidade: Tensão elétrica – medida em Volts (V); Intensidade de corrente elétrica – medida em ampères (A); Resistência elétrica – medida em Ohms (Ω).

Figura 1 – Multímetro digital



Fonte: Retirado de <
<https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2017/12/como-utilizar-um-multimetro.html>>. Acesso em: 15 de Abril de 2025. Adaptado.

Figura 1: Imagem do multímetro DT830D mostrando suas funções e display.

Figura 1: Imagem do multímetro DT830D mostrando suas funções e display.

- 1 – Display e valor a ser mostrado da aferição.
- 2 – Símbolo V (volts CC) escala para medir tensão elétrica continua de 200mV, 2000mV, 20V, 200V e 1000V.
- 3 – Chave Seletora do multímetro.
- 4 – Símbolo Ω (ohms) escala para medir resistência elétrica de: 200m Ω , 2000m Ω , 20K Ω , 200K Ω e 2000K Ω .
- 5 – Soquete para inserir e medir ganho de um Transistor NPN (base positiva), Transistor PNP (base positiva). Os transistores tem três terminais: 1. Coletor (C), 2. Base (B) e 3. Emissor (E).
- 6 – Função para teste de diodo, transistores e medir continuidade.

Figura 1: Imagem do multímetro DT830D mostrando suas funções e display.

8 - Soquete e conector da ponta de prova vermelha (positiva) para medir: V (volts), Ω (ohms), f (frequência) e mA (miliamperes) no máximo 0,2 A.

9 - Soquete para o conector ponta de prova (vermelha) para medições superiores a 10 Amperes.

10 - Faixa para medir frequência (Hz) tanto em corrente contínua e corrente alternada.

11 - Escala para realizar teste com transistor no soquete de número 5.

12 - Escala para fazer medições superiores a 10 amperes.

13 - Símbolo A (amperes) Escala para medir corrente contínua de: 200mA, 20mA, 2000 μ A e 200 μ A.

14 - Símbolo V (volts CA) escala para medir tensão elétrica alternada de 200V e 750V.



ATIVIDADE EXPERIMENTAL

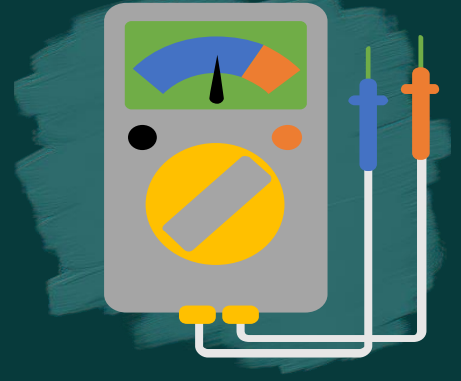
Prática de Ciências

12

Multímetro

Objetivo: Explorar experimentalmente os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial ddp e resistência elétrica.

Para realizarmos essa prática experimental, precisaremos de um multímetro digital.



Manuseando o multímetro - questões:



procedimentos experimentais passo a passo:

A) Medição de Corrente (intensidade)

Objetivo: medir i em diferentes configurações em série e relacionar com diferença de potencial ddp (Volts) e (Resistência).

1º Passo: Desligar a fonte antes de inserir o multímetro no circuito. Nunca conecte o multímetro como um curto-circuito direto sobre a fonte.



ATIVIDADE EXPERIMENTAL Prática de Ciências



2º Passo: Configure o multímetro para corrente (A). Se o valor esperado for baixo, use mA/ μ A; se incerto, comece na escala mais alta. Conecte o cabo preto em COM e o vermelho no conector de corrente apropriado 10A ou mA conforme a escala.

3º Passo: Inserir o multímetro em série: abra o circuito num ponto e conecte os terminais do multímetro de modo que toda corrente passe pelo multímetro. Anotar a leitura. Demonstre isso com um circuito simples com bateria, resistor e um LED.

4º Passo: Registrar corrente com duas configurações, por exemplo, um resistor de 100 Ω ; e outro resistor de 220 Ω e comparar com $I = V/R$. Obs. usar a mesma diferença de potencial ddp (tensão). Se o display do multímetro mostrar sobrecarga, trocar para uma escala maior, não usar o “jack 10” para leituras” mA sem mudar a posição do cabo.



ATIVIDADE EXPERIMENTAL Prática de Ciências



B) Medição de Diferença de Potencial ddp (tensão)

Objetivo: identificar tensão de fontes, pilhas/baterias e queda de tensão em componentes.

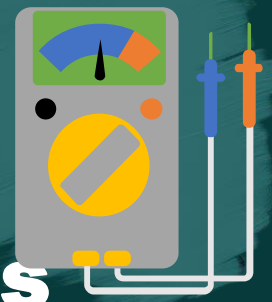
1º Passo: Definir multímetro para DCV (V). Conectar a ponta de prova preto em COM e vermelho em V Ω mA.

2º Passo: Medir em paralelo: tocar as pontas nas extremidades dos terminais da bateria, ou pontos de um resistor no circuito ligado. Obs. Registrar valor.

3º passo: Medir tensão em circuito aberto (pilha sem carga) e sob carga (com resistor ou LED conectados) para mostrar efeito da resistência interna da bateria (comparação de V aberto versus V com carga). Isso ilustra resistência interna, queda de tensão.



ATIVIDADE EXPERIMENTAL Prática de Ciências



C) Medição de Resistência (ôhmica)

Objetivo: usar escala ôhmica para medir resistores e verificar código de cores. Para facilitar a verificação das cores usaremos o App Resistor Color Code Calculator na loja Play store para Android disponível gratuitamente para download disponível em:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brandoncano.resistancecalculator>.

1º Passo: Desligar e isolar: componentes devem estar sem alimentação; preferencialmente removidos do circuito ou com um terminal desconectado para evitar caminhos paralelos. Nunca medir resistência com circuito energizado.



ATIVIDADE EXPERIMENTAL Prática de Ciências



2º Passo: Posicionar o multímetro na escala Ω ; conectar as ponta de prova entrada COM e $V\Omega mA$. Medir o resistor e comparar com o valor nominal. Registrar percentuais de erro.

3º Passo: Atividade investigativa: configurar as associações dos resistores em série e paralelo de resistores e prever a resistência equivalente, medir e comparar.

Ficha de Atividade Experimental

– Uso do Multímetro

1 Se eu aumentar a resistência no circuito, o que acontece com a corrente? Explique.

2 Por que a tensão da bateria cai quando eu adiciono uma lâmpada? relacionar com resistência interna.

3 Verifique a Lei de Ohm: compare valores experimentais e teóricos. Qual a origem das discrepâncias?

Planilha de registro

Grupos	experimento	U (V)	I (A)	$R=U/i$ (Ω)	R medido em (Ω)	% Erro	Observações

3 TÓPICOS DE ELETRODINÂMICA

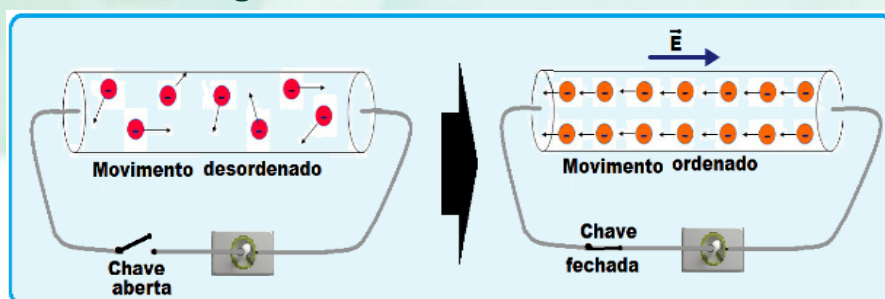


A Eletrodinâmica é uma área da Física que estuda o comportamento e as interações entre cargas elétricas em movimento e os campos elétricos e magnéticos associados.

CORRENTE ELÉTRICA

Corrente elétrica é o movimento ordenados dos elétrons no interior de um condutor, isto é, com direção e sentido preferenciais. Neste caso, os portadores de cargas elétricas são os elétrons livres, nos sólidos são os elétrons e nos líquido e gases são íons positivos ou íons negativos.

Figura 2: Corrente Elétrica



Fonte: Retirado de < <https://fis3engenharia.blogspot.com/2020/03/aula-6-corrente-eletrica-eletrodinamica.html> >. Acesso em: 18 de Abril de 2025.

CORRENTE ELETRICA



Organização do conhecimento

Texto 01

Corrente Elétrica:

“Para que esse movimento se torne ordenado é necessário ligarmos o fio a uma bateria (gerador) por exemplo. Isso fará com que os elétrons se movimentem devido a diferença de potencial entre os terminais da bateria”. (LIRA JUNIOR, 2019, p. 32).

Ao ligarmos o fio a bateria, formando um circuito simples, o potencial deixa de ser igual em todos os pontos do circuito, pois campos elétricos são criados no interior do condutor e exerce sobre os elétrons uma força que força os elétrons a se movimentarem em uma certa direção, criando com isso uma corrente elétrica. Depois de um certo tempo a corrente entra em regime estacionário, ou seja, deixa de variar. (LIRA JUNIOR, 2019,

Figura 3: Fio condutor

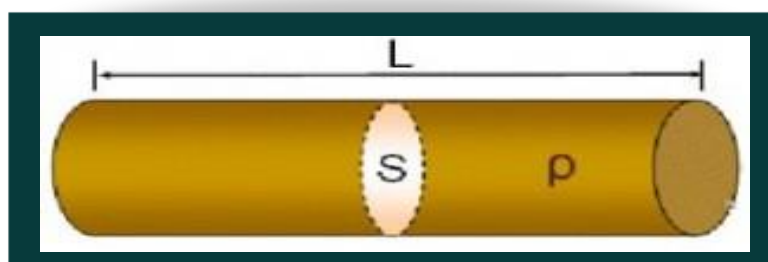


Figura 3: Fonte: Retirado de
<<https://www.profetolocka.com.ar/2013/06/01/resistencia-de-un-conductor/>>.
Acesso em: 19 de Abril de 2025.

CORRENTE ELETRICA



Organização do conhecimento

Corrente Eletrica:

Se pegarmos um plano qualquer do fio por onde passa uma carga Δq em um intervalo de tempo t , podemos definir a corrente i como:

$$\text{Intensidade de corrente} = \frac{\text{Carga elétrica}}{\text{Tempo}}$$



A unidade da Intensidade de corrente no SI (Sistema Internacional de Unidades) é chamada de Amper (A), que indica a quantidade de carga elétrica a cada intervalo de um segundo.

Diagrama de transmissão de energia elétrica. A energia é gerada em uma usina (representada por uma caldeira) e transmitida por linhas de transmissão (torres e cabos) para uma casa. O diagrama ilustra a transformação da energia elétrica em diferentes níveis de tensão: Alta tensão, Média tensão e Baixa tensão.

EM OU

TENCIAL

geração de energia

Alta tensão

Alta tensão

Média tensão

Baixa tensão

(dentro de casa)

RESISTENCIA ELETRICA

Organização do conhecimento

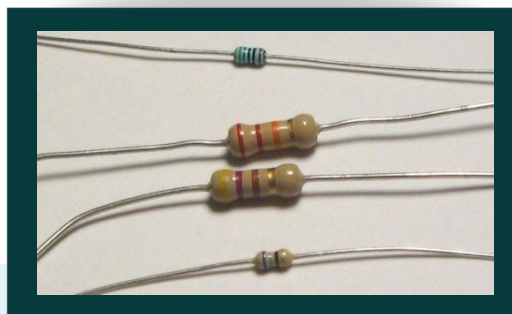
Resistência Elétrica:

A resistência elétrica é causada pela interação entre os elétrons e os átomos do material condutor. Quanto mais os elétrons colidem com os átomos, maior é a resistência.

$$\text{Resistência elétrica (R)} = \frac{\text{Tensão U (ddp)}}{\text{Intensidade de corrente (A)}}$$

A unidade da Resistência elétrica no SI (Sistema Internacional de Unidades) é chamada de Ohm (Ω), que indica a (ddp) diferença de potencial (volts) dividido pela corrente elétrica (Amper) .

Figura 4: Resistor de carbono



Fonte: Autoria própria

Um resistor oferece resistência elétrica a um circuito, e pode atuar como divisor de tensão ou limitador de corrente.

LEI DE OHM

Organização do conhecimento

Lei de Ohm:

Lei essa que relacionam os resistores com demais grandezas (potencial e corrente elétrica) nos mostrando qual a influência dessas grandezas na resistência de um resistor”. (LIRA JUNIOR, 2019, p. 36).

“A lei de Ohm afirma que a corrente que atravessa um dispositivo é sempre diretamente proporcional a diferença de potencial aplicada ao dispositivo”. HALLIDAY, HESNICK e WALKER (2007, p.144).

$$U = R \times i$$

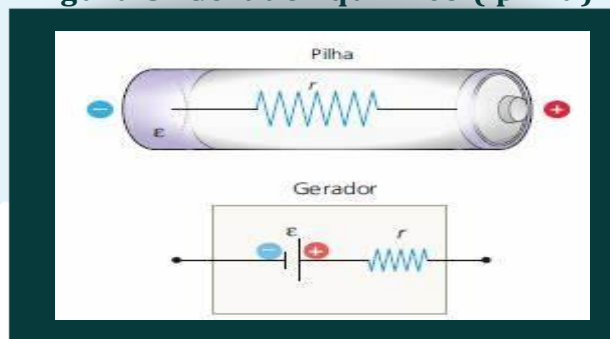


A unidade da ddp (diferença de potencial) **U** no SI (Sistema Internacional de Unidades) é chamada de Volts (V), que indica a Resistência elétrica (Ohm) multiplicado pela Intensidade de corrente elétrica (Amper) .

GERADOR E CIRCUITO ELÉTRICO

Gerador é um dispositivo que converte energia mecânica em energia elétrica. Ele “[...] é o elemento essencial de um circuito elétrico, é um dispositivo que mantém a ddp (diferença de potencial elétrico), ou tensão elétrica, necessária para movimentar as cargas que constituem a corrente”. (MORAES e TEXEIRA, 2006, p. 26).

Figura 5: Gerador químico (pilha)

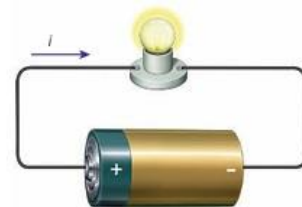


Fonte: Retirado de < <https://cursoenemgratuito.com.br/associacao-de-geradores/> >. Acesso em 21 de Abril de 2025.



A bateria de automóvel e as pilhas secas fornecem energia elétrica a partir da energia química (gerador químico)

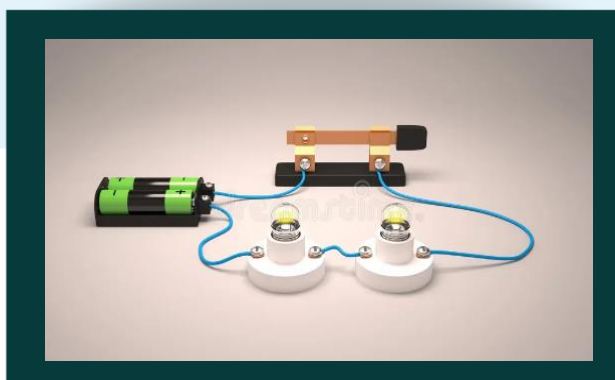
GERADOR CIRCUITO ELÉTRICO



Exemplo de circuito elétrico simples. O campo elétrico no condutor é gerado pela diferença de potencial entre os polos da pilha. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

“O circuito elétrico é a montagem composta pela associação de dispositivo elétricos, tais como resistores, lâmpadas aparelho elétrico, fios de ligação e pilhas (geradores elétricos) no qual cada um cumpre determinada função para funcionamento adequado do conjunto”. (GODOY ET AL, 2020, p. 73).

Figura 6: Circuito elétrico com pilhas, lâmpadas em série e chave liga - desliga

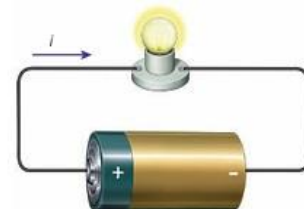


Fonte: Retirado de < <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-simple-electric-circuit-connected-series-d-render-image63568790> >. Acesso em 21 de Abril de 2025.



A Figura 6 ilustra um modelo simples de circuito em série. Nesse tipo de ligação, as duas lâmpadas estão conectadas uma após a outra, formando um único caminho para a corrente elétrica. Assim que o circuito é fechado, a corrente percorre rapidamente todo o trajeto, passando por ambas as lâmpadas com a mesma intensidade, sem que haja qualquer tipo de acúmulo de carga em um ponto específico do circuito.

GERADOR CIRCUITO ELÉTRICO



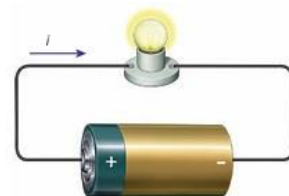
Exemplo de circuito elétrico simples. O campo elétrico no condutor é gerado pela diferença de potencial entre os polos da pilha. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Em um circuito em série, a corrente elétrica encontra uma resistência em cada componente do trajeto. A soma dessas resistências individuais resulta na chamada **resistência equivalente**, que representa a resistência total do circuito sempre maior do que qualquer uma das resistências isoladamente (SERWAY, 2006). Temos:

$$R_{equiv.} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

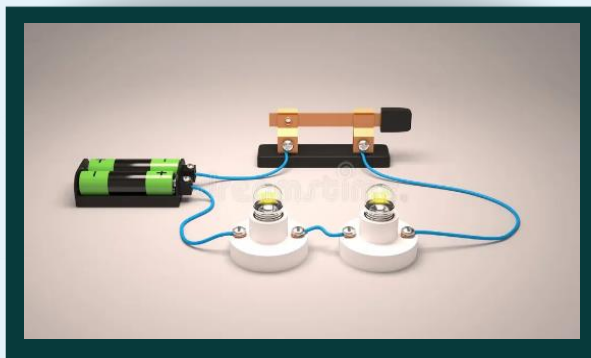
Na maior parte dos circuitos elétricos, os dispositivos funcionam de maneira independente entre si. Um exemplo comum é o de uma instalação residencial, em que é possível acender ou apagar uma lâmpada sem interferir no funcionamento de outros aparelhos. Esse tipo de ligação, que permite o controle individual de cada dispositivo, é conhecido como **circuito em paralelo**.

GERADOR CIRCUITO ELÉTRICO



Exemplo de circuito elétrico simples. O campo elétrico no condutor é gerado pela diferença de potencial entre os polos da pilha. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

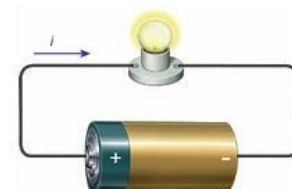
Figura 7: Circuito elétrico com pilhas, lâmpadas em paralelo e chave liga - desliga



Fonte: Retirado de < <https://fdp.aau.edu.et/ipa/o-que-e-circuito-paralelo.html>>. Acesso em 21 de Abril de 2025.

Em um circuito ligado em paralelo, a corrente elétrica proveniente da fonte é distribuída entre os resistores de acordo com o valor de cada resistência. Assim, quanto maior for a resistência em um dos ramos, menor será a quantidade de corrente que o atravessa. Já a tensão em cada resistor permanece igual à tensão fornecida pela fonte, pois todos os ramos estão conectados aos mesmos pontos que unem os polos da bateria do circuito (SERWAY, 2006).

GERADOR CIRCUITO ELÉTRICO



Exemplo de circuito elétrico simples. O campo elétrico no condutor é gerado pela diferença de potencial entre os polos da pilha. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

De acordo com a Lei de Ohm, a resistência é uma grandeza inversamente proporcional ao valor da corrente. A corrente da fonte é igual à soma de todas as correntes que passam de forma individual em cada resistor, conforme as equações

$$\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$R_{eq.} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Portanto, existem também circuitos mais complexos que combinam ligações em série e em paralelo, conhecidos como **circuitos mistos**. Para analisá-los corretamente, é preciso resolver o circuito por etapas, identificando e calculando separadamente as partes conectadas em série e as partes em paralelo. Dessa forma, é possível simplificar gradualmente o circuito até encontrar uma única **resistência equivalente** que represente todo o sistema.

4

O Multímetro e os Eletrodomésticos do Cotidiano: Aprendendo com o Mundo Real

Ao estudar Eletrodinâmica, uma das formas mais eficazes de conectar o conteúdo com o cotidiano é utilizar o **multímetro** como instrumento de leitura e interpretação dos fenômenos elétricos presentes nos **eletrodomésticos que usamos todos os dias**.

⚡ 1. Lendo a Energia: Testando a Tomada da Casa.

Objetivo: entender o que é tensão elétrica (ddp) e por que ela é necessária para o funcionamento dos aparelhos. Modo do multímetro: Voltagem Alternada (V~). Procedimento: Coloque o seletor do multímetro em “V~”. Encoste as pontas de prova nos dois furos da tomada. Observe a leitura deve indicar 127V ou 220V, dependendo da rede local.

Figura 8: Medindo a tensão elétrica de uma tomada



Fonte: Autoria própria.

O Multímetro e os Eletrodomésticos do Cotidiano: Aprendendo com o Mundo Real



A Resistência que Gera Calor: O Ferro de Passar

Objetivo: identificar a resistência elétrica responsável por transformar energia elétrica em calor.

- **Modo:** Ohmímetro (Ω).
- **Procedimento:**
 - Desligue o ferro da tomada.
 - Coloque o seletor em " Ω ".
 - Encoste as pontas de prova nos pinos do plugue.
 - Se o multímetro mostrar um valor de resistência (ex: 20Ω a 35Ω), significa que o fio interno está íntegro.
 - Se não houver leitura, o fio está rompido.

Figura 9: Medindo a resistência elétrica de um feero de passar



Fonte: Autoria própria.

O Multímetro e os Eletrodomésticos do Cotidiano: Aprendendo com o Mundo Real



3. Luz e Vida: Testando uma Lâmpada

Objetivo: compreender continuidade elétrica e o conceito de circuito fechado.

- **Modo:** Continuidade (símbolo de som 🔊).
- **Procedimento:**
 - Coloque o seletor em continuidade.
 - Toque as pontas de prova nos terminais da lâmpada.
 - Se o multímetro emitir som, a lâmpada está boa.
 - Se não, o circuito está interrompido (filamento queimado).

Figura 10: Medindo a continuidade de uma lâmpada



Fonte: Autoria própria.

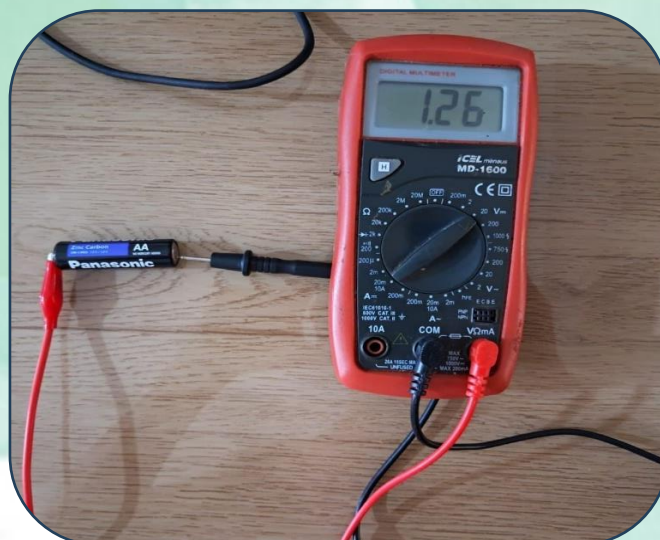
O Multímetro e os Eletrodomésticos do Cotidiano: Aprendendo com o Mundo Real

4. Energia Armazenada: Testando Pilhas e Baterias

Objetivo: verificar a tensão em corrente contínua (V=) e discutir a energia armazenada.

- Modo: V= (20V).
- Procedimento:
 - Encoste a ponta vermelha no polo positivo (+) e a preta no polo negativo (-).
 - Uma pilha AA nova mostrará cerca de **1,5V**; abaixo de **1,0V**, está descarregada.

Figura 11: Medindo a tensão de uma pilha



Fonte: Autoria própria.

5 ESTUDO DE CASOS

5.1 Objetivo: Aplicar os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas contextualizados.

Caso 1 – A minha lanterna queimou: o que fazer?

- Teste da bateria com multímetro para verificar tensão;
- Inspeção dos contatos elétricos e fios internos;
- Teste da lâmpada LED com uma fonte DC externa;
- Registro fotográfico dos componentes danificados.
- Diagnosticar a possível falha.

Figura 12: Lanterna



Fonte: Autoria própria.

ESTUDO DE CASOS

Caso 2 – O carregador do celular parou de funcionar.

- Realizar a medição da saída (CC) no conector USB.
- Abertura do carregador para análise visual e técnica da placa interna.
- Verificação do cabo USB com outro carregador funcional.
- Diagnosticar a possível falha.

Figura 13: Carregadores e cabos usb de celular



Fonte: Autoria própria

Procedimentos:

Dividir os estudantes em grupos. Cada grupo escolhe um caso para investigar, utilizar o multímetro para realizar as medições necessárias, registrar hipóteses, procedimentos e conclusões.

Material a ser utilizado:

Multímetros.

EXEMPLO 01:

Um resistor de 330 ohms está ligado a uma fonte de 12 volts. Qual é a corrente elétrica que passa por ele?

$$\text{Corrente (I)} = \frac{\text{volts (V)}}{\text{Resistência (R)}}$$

$$\text{Corrente (I)} = \frac{12 \text{ V}}{330 \Omega}$$

$$\text{Corrente (I)} = 0,33636 \text{ A}$$

$$\text{Corrente (I)} = 0,33636 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\text{Corrente (I)} = 36,36 \text{ mA}$$

A corrente elétrica que passa pelo resistor é de aproximadamente 36,4 miliamperes.

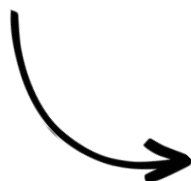
EXEMPLO 02:

Um fio conduz uma corrente de 2 A quando submetido a uma tensão de 10 v. qual o valor da resistência elétrica do fio?

$$\text{Resistência (R)} = \frac{\text{volts (V)}}{\text{Corrente elétrica (A)}}$$

$$\text{Resistência (R)} = \frac{10 \text{ v}}{5 \text{ A}}$$

$$\text{Resistência (R)} = 2 \Omega$$



A resistência elétrica do fio é de 2 ohms

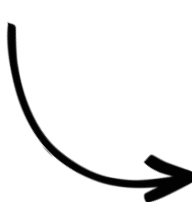
EXEMPLO 03:

Um componente possui resistência elétrica de $150\ \Omega$ e é atravessado por uma corrente elétrica de $0,2\text{ A}$. Qual é a tensão elétrica aplicada?

$$\text{Tensão ddp (V)} = \text{Resistência (R)} \times \text{corrente (A)}$$

$$\text{Tensão ddp (V)} = 150\ \Omega \times 0,2\text{A}$$

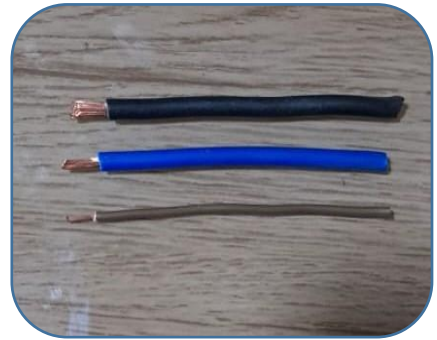
$$\text{Tensão ddp (V)} = 30\text{v}$$



A tensão aplicada é de 30 volts

EXERCÍCIOS

- 1** Determine a diferença de potencial em um fio condutor com resistência de 10 Ohms, por onde passa uma corrente de 5 Amperes..



- 2** Um chuveiro elétrico é submetido a uma ddp de 220V, sendo percorrido por uma corrente elétrica de 10A. Qual é a resistência elétrica do chuveiro?

3 Uma lâmpada incandescente é submetida a uma ddp de 110V, sendo percorrida por uma corrente elétrica de 5,5A. Qual é, nessas condições, o valor da resistência elétrica do filamento da lâmpada.

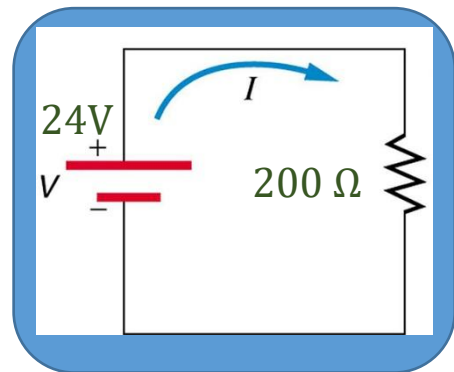


4 Uma tensão de 12 volts aplicada a uma resistência de $3,0\ \Omega$ produzirá uma corrente de:

- (a) 0,25 A
- (b) 4,0 A
- (c) 24 A
- (d) 36A



5 Nos extremos de um resistor de $200\ \Omega$, aplica-se uma ddp de 24V . Qual a corrente elétrica que percorre o resistor?



6 Através de um resistor está fluindo uma corrente de 40 A , quando a voltagem de alimentação deste resistor é de 60 V . Qual a resistência deste resistor?



Atividades:
Eletrodinamica: Lei de ohm

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caro estudante,

Ao final da nossa cartilha de Eletrodinâmica, esperamos ter contribuído para a consolidação do seu entendimento sobre esse tema fascinante da física. A eletrodinâmica está envolvida em muitos aspectos da nossa vida, e entender seus princípios básicos é essencial para compreender vários fenômenos naturais e tecnológicos. Esperamos que esta cartilha tenha contribuído de forma significativa para o seu aprendizado. Também esperamos que você continue a expandir seus conhecimentos em física, utilizando tanto outras fontes de estudo quanto a prática de experimentos e atividades que ajudem a consolidar o que aprendeu. Por fim, agradecemos a oportunidade de compartilhar nossos conhecimentos com você. Esperamos que nossa cartilha tenha sido proveitosa e desejamos muito sucesso em seus estudos, bem como em sua carreira acadêmica e profissional.

Atenciosamente,

Prof. Eleilson Ferreira Gomes

Prof. Dr. Tiago Gonçalves Santos

Prof. Dra. Klenicy Kazumy de

Lima Yamaguchi



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

REFERÊNCIAS

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física 3. Eletromagnetismo. Volume 3. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

LIRA JUNIOR, José Gilberto da Conceição. USO DO APLICATIVO KAHOOT EM SMARTPHONE E TABLET: Uma Proposta para o Ensino de Eletrodinâmica. 2019. Dissertação (Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF) - Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2019.

MATOS, Natércia Silva. **Instrumentos e Componentes Eletro-Eletrônicos nas Aulas de Física no Ensino Médio**. 2007. Monografia (Pró-Reitoria de Graduação Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Física) - Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2007.

MORAES, M. B. S. A. Uma proposta para o ensino de eletrodinâmica no nível médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – UFRGS, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/6119>. Acesso em 24 jun. 2025.

MORAES, Maria Beatriz dos Santos A. e TEIXEIRA, Rejane M. Ribeiro. **Circuitos Elétricos: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no nível médio**. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2006. Disponível em: https://ppgenfis.if.ufrgs.br/Textos_Apoio/Moraes&Teixeira_v17n1.pdf. Acesso em 19 de Abril de 2025.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR, J. W. Princípios de Física: Eletromagnetismo. Vol. 3. São

ANEXO A - DIÁRIO DE CAMPO DO PESQUISADOR

Universidade Federal do Amazonas

Instituto de Saúde e Biotecnologia

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 64

DIÁRIO DE CAMPO DO PESQUISADOR

Projeto: O uso do multímetro como tema gerador no ensino de Eletrodinâmica: uma proposta para o ensino médio

Pesquisador: Eleilson Ferreira Gomes

Orientadora: Dra. Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi.

Coorientador: Dr. Tiago Gonçalves Santos

Pesquisa a ser realizada na: Escola Estadual Professor Manuel Vicente Ferreira Lima - CETI

Turma: 2º ano do Ensino Médio

Período: ____ / ____ / 2025 a ____ / ____ / 2025

Aula 1 – Teste Diagnóstico e Apresentação do Tema Gerador

Data: 06 / 10 / 2025

Objetivo: Investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre eletricidade e apresentar o tema gerador “O uso do multímetro como ferramenta didática no ensino de Eletrodinâmica”.

Resumo das atividades realizadas:

Tempo de duração: 30 min

Instrumento aplicado: Questionário diagnóstico contendo questões objetivas e discursivas sobre conceitos básicos de Eletrodinâmica, incluindo corrente elétrica, tensão elétrica, resistência elétrica e Lei de Ohm.

Observações sobre o teste diagnóstico:

Os alunos responderam individualmente ao questionário em sala de aula. Durante a aplicação, observou-se que alguns estudantes apresentaram dúvidas relacionadas à interpretação das questões e à associação dos conceitos físicos com situações do cotidiano. O ambiente permaneceu organizado e favorável à realização da atividade.

Conduta dos alunos durante a atividade:

A maioria dos estudantes participou de forma atenta e colaborativa, demonstrando interesse em responder às questões propostas. Alguns alunos solicitaram esclarecimentos sobre o significado de determinados termos científicos, enquanto outros procuraram resolver as questões de maneira autônoma.

Reações, comentários ou percepções dos alunos:

Os estudantes relataram dificuldades principalmente nos conceitos de tensão elétrica e resistência elétrica. Alguns afirmaram já ter ouvido falar sobre corrente elétrica em situações do cotidiano, mas demonstraram insegurança ao explicar os fenômenos envolvidos. As respostas evidenciaram conhecimentos prévios variados, fornecendo informações importantes para o planejamento das etapas seguintes da sequência didática.

Registros fotográficos realizados: () Sim () Não

Descrição:

Reflexões e ajustes para a próxima aula:

Aula 2 – Aula Expositiva e Dialogada

Data: ____ / ____ / 2025

Objetivo: Sistematizar os conceitos de Eletrodinâmica (corrente elétrica, diferença de potencial, resistência, Lei de Ohm), relacionando-os à prática cotidiana.

Resumo das atividades realizadas:

Participação e interação dos alunos:

Dificuldades ou dúvidas recorrentes:

Materiais e recursos utilizados:

() Quadro branco () Slides () Multímetro () Esquemas de circuito () Outros:

Reflexões e ajustes para a próxima aula:

Aula 3 – Atividade Experimental: Uso do Multímetro Digital

Data: ____ / ____ / 2025

Objetivo: Explorar experimentalmente os conceitos de corrente elétrica, tensão e resistência utilizando o multímetro digital.

Resumo das atividades realizadas:

Funcionamento dos kits e montagem pelos alunos:

Dificuldades encontradas pelos grupos:

Intervenções realizadas pelo pesquisador:

Reação dos alunos à atividade prática:

Registros fotográficos realizados: () Sim () Não

Descrição:

Reflexões e ajustes para a próxima aula:

Aula 4 – Estudo de Casos e Apresentações Orais

Data: ____ / ____ / 2025

Objetivo: Aplicar os conhecimentos adquiridos na análise de falhas em aparelhos e circuitos eletrônicos.

Resumo das atividades realizadas:

Materiais analisados pelos grupos:

Síntese dos resultados e conclusões apresentadas pelos grupos:

Discussões e percepções dos alunos:

Registros fotográficos realizados: () Sim () Não

Descrição:

Reflexões e ajustes para a próxima aula:

Aula 5 – Pós-Teste e Avaliação do Projeto

Data: ____ / ____ / 2025

Objetivo: Avaliar o desenvolvimento conceitual e a eficácia da proposta pedagógica com o multímetro como tema gerador.

Número de alunos presentes: _____

Aplicação do pós-teste (BEMA):

Tempo de duração: _____ min

Instrumento aplicado: _____

Comportamento e engajamento dos alunos:

Comparações preliminares com o pré-teste:

Comentários finais dos alunos sobre o projeto:

Registros fotográficos realizados: () Sim () Não

Descrição:

Observações gerais e encerramento da intervenção:

ANEXO B- Folha de Registro de Dados dos Estudante

Folha de Registro de Dados – Multímetro como tema gerador

Aula 1 – Investigando o Multímetro

Pesquisador: Eleilson Ferreira Gomes

Nome do grupo: _____

Data: ____ / ____ / ____

Número de integrantes da equipe: _____

Parte 1 – O que sabemos sobre eletricidade e multímetros?

1) Onde você já viu ou utilizou eletricidade no dia a dia?

2) Para que serve um multímetro?

3) Como você acha que o multímetro mede corrente, tensão e resistência?

Parte 2 – Coleta de dados com multímetro

Experimento / Circuito	Tensão (V)	Corrente (A)	Resistência (Ω)	Comparação com valor teórico	Observações
Resistor 100 Ω					
Resistor 220 Ω					
Associação em série					
Associação em paralelo					

Parte 3 – Observações do grupo

Alguma medição apresentou valor inesperado? Qual?

Houve diferença entre valores teóricos e experimentais? Por quê?

Algum resultado chamou a atenção do grupo?

Folha de Registro de Dados – Multímetro como tema gerador

Aula 3 – Investigação de falhas em dispositivos

Pesquisador: Eleilson Ferreira Gomes

Nome do grupo: _____

Data: ____ / ____ / ____

Número de integrantes da equipe: _____

Parte 1 – Diagnóstico de falhas em aparelhos

Aparelho / Componente	Tensão medida (V)	Corrente medida (A)	Resistência medida (Ω)	Hipótese da falha	Procedimento realizado	Resultado
Lanterna						
Carregador de celular						
Outro dispositivo						

Parte 2 – Observações do grupo

Que dificuldades foram encontradas na medição?

Alguma medição revelou a causa real da falha? Qual?

Que aprendizado os alunos obtiveram sobre a utilização do multímetro em situações reais?

Este relatório será utilizado como base para discussão e roda de conversa na próxima aula

ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Título da Pesquisa: O uso do multímetro como tema gerador para o ensino de Eletrodinâmica: uma proposta para o Ensino Médio

Pesquisador Responsável: **Eleilson Ferreira Gomes**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (A) Senhor (a) está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa. Por favor, leia este documento com bastante atenção antes de assiná-lo. Caso haja alguma palavra ou frase que o (a) senhor (a) não consiga entender, converse com o pesquisador responsável pelo estudo ou com um membro da equipe desta pesquisa para esclarecê-los.

A proposta deste termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) é explicar tudo sobre o estudo e solicitar a sua permissão para participar do mesmo.

O objetivo desta pesquisa é elaborar e aplicar uma proposta pedagógica baseada na pedagogia freireana, utilizando o multímetro como tema gerador dos conceitos de Eletrodinâmica no ensino médio, a fim de verificar se o uso de um multímetro ajudam os alunos a compreender melhor conceitos como corrente elétrica, diferença de potencial (ddp) e resistência elétrica. A proposta visa superar a dificuldade dos alunos em associar teoria e prática, promovendo aulas mais dinâmicas.

Se o(a) Sr.(a) aceitar participar da pesquisa, os procedimentos envolvidos em sua participação são os seguintes: a participação ocorrerá durante as aulas regulares de Física, em encontros de 60 minutos cada. As atividades incluem: responder a um teste (antes e depois da aplicação da sequência didática) para avaliar o aprendizado; participar em equipe da montagem de um *protoboard* com um circuito elétrico simples usando baterias de 1,5 volts a 9 volts, pedaços de fio condutor, LEDs e resistores para aferição com o multímetro sob a supervisão do professor; observar os valores obtidos pelo aparelho, coletar dados (como corrente elétrica, diferença de potencial ddp e resistência elétrica) e participar de discussões que conectam o experimento com a teoria da Física. O protótipo de aula será documentado com fotografias, mas a identidade dos alunos será protegida por meio do desfocamento de seus rostos ou do uso de uma tarja preta.

Toda pesquisa com seres humanos envolve algum tipo de risco. No nosso estudo, os possíveis riscos ou desconfortos podem estar associados à participação, tais como: timidez ao participar de discussões, constrangimento ao expor dúvidas ou respostas incorretas, desconforto com atividades práticas, cansaço, frustração por dificuldades de aprendizagem, ou sentimentos de insegurança em espaços fora da sala de aula. Para evitar problemas, o professor supervisionará todas as atividades. Vale destacar que a participação será voluntária em um ambiente de respeito.

Contudo, esta pesquisa também pode trazer benefícios. Os possíveis benefícios resultantes da participação na pesquisa são a oportunidade de aprender Física de uma forma prática e diferente, conectando a teoria com uma atividade concreta. Indiretamente, sua participação contribuirá para o desenvolvimento de novas estratégias de ensino que poderão ser utilizadas em outras escolas, tornando as aulas de Física mais interessantes para outros alunos no futuro.

Sua participação na pesquisa é totalmente voluntária, ou seja, não é obrigatória. Caso o(a) Sr.(a) decida não participar, ou ainda, desistir de participar e retirar seu consentimento durante a pesquisa, não haverá nenhum prejuízo ao vínculo institucional que você recebe ou possa vir a receber na instituição.

Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela sua participação na pesquisa e o(a) Sr.(a) não terá nenhum custo com respeito aos procedimentos envolvidos. Uma vez que as atividades

ocorrerão durante o horário regular de aulas na própria escola, não estão previstas despesas adicionais com transporte ou alimentação que necessitem de reembolso.

Caso ocorra algum problema ou dano com o(a) estudante, resultante de sua participação na pesquisa, ele(a) receberá todo o atendimento necessário, sem nenhum custo pessoal, e garantimos indenização diante de eventuais fatos comprovados, com nexo causal com a pesquisa.

Solicitamos também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de educação e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, o nome do(a) estudante será mantido em sigilo absoluto, bem como em todas as fases da pesquisa.

É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como é garantido ao Sr.(a) e ao participante o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que o(a) Sr.(a) queira saber antes, durante e depois da sua participação. Ao final do estudo, os resultados gerais da pesquisa serão apresentados à comunidade escolar por meio de um resumo, garantindo sempre o sigilo e o anonimato de todos os participantes.

Caso o(a) Sr.(a) tenha dúvidas, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, Eleilson Ferreira Gomes, pelo telefone _____ e/ou pelo e-mail: _____, com a orientadora: Profa. Dra. Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi, pelo telefone _____ e e-mail: _____ com o coorientador, Prof. Dr. Tiago Gonçalves Santos, pelo telefone _____ e e-mail: _____ ou com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM). Endereço: Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM (Escola de Enfermagem de Manaus - Sala 07), Telefone: (92) 3305-1181, Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. Horário de atendimento ao público: Segunda - Terça - Quarta - 9:30 às 11:30h e 13:00 às 15:00h. Esse Termo é assinado em duas vias, sendo uma do(a) Sr.(a) e a outra para o pesquisador.

Declaração de Consentimento

Concordo em participar do estudo intitulado: O USO DO MULTÍMETRO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO. Autorizo a utilização de fotografias e/ou vídeos da minha participação (ou do estudante pelo qual sou responsável) nas atividades da pesquisa, desde que minha identidade seja preservada por meio do desfocamento do rosto ou outros métodos de anonimização, para fins de documentação, apresentação em eventos acadêmicos e publicação científica.

_____ Nome do participante ou responsável	
_____ Assinatura do participante ou responsável	Data: ____/____/____

Eu, Eleilson Ferreira Gomes, declaro cumprir as exigências contidas nos itens IV.3 e IV.4, da Resolução nº 466/2012 MS.

_____ Assinatura e carimbo do Pesquisador	Data: ____/____/____
--	----------------------

ANEXO D – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Título do Projeto: O uso do multímetro como tema gerador para o ensino de Eletrodinâmica: uma proposta para o Ensino Médio.

Investigador: Eleilson Ferreira Gomes

Local da Pesquisa: Escola Estadual Ceti Professor Manuel Vicente Ferreira Lima

Endereço: Estrada Coari Mamia, s/n Espírito Santo. Coari – AM CEP: 69460-000

1. O que significa assentimento?

O assentimento significa que você concorda em fazer parte de um grupo de adolescentes, da sua faixa de idade, para participar de uma pesquisa. Serão respeitados seus direitos e você receberá todas as informações por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

2. Informação ao Participante: o que é uma pesquisa?

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa que busca compreender como o uso do multímetro, um aparelho que mede tensão, corrente e resistência elétrica, pode ajudar no aprendizado de conteúdos de Eletrodinâmica no Ensino Médio.

Para que fazer a pesquisa? A ideia é ver se o uso multímetro pode ajudar os alunos a entender melhor, como os conteúdos: de corrente elétrica, diferença de potencial ddp e resistência elétrica funcionam na prática, mostrando como a eletricidade está presente no seu cotidiano. Espera-se que, com essa atividade, as aulas de Física fiquem mais interativas e o aprendizado sobre Eletrodinâmica se torne mais fácil e divertido.

Como será feita? Sua participação acontecerá durante as aulas normais de Física e será dividida em três encontros de 60 minutos cada. As atividades incluem:

Primeira aula: No primeiro encontro, você responderá a um questionário inicial para o pesquisador conhecer suas ideias sobre o tema. Em seguida, o multímetro como tema gerador será apresentado, a turma será convidada para uma roda de conversa, a turma será dividida em grupos

Segunda aula: Aula será expositiva e dialogada, Explicar Corrente elétrica, lei de Ohm, diferença de potencial ddp (tensão), resistores e circuitos elétricos com o auxílio do multímetro. Trabalhando em grupos, você ajudará as montar os componentes eletrônicos na plaquinha *protoboard* como resistores, leds, pedaços de fios, baterias (pilhas). Cada grupo terá um kit de competentes eletrônicos com uma plaquinha *protoboard* para realizarem o teste. Ao final, você fará uma pequena anotação sobre suas percepções em um Diário de Bordo.

Terceira aula No último dia, você responderá ao mesmo questionário do início, para que possamos ver a evolução do seu aprendizado. haverá apresentação oral e uma roda de conversa para que todos possam compartilhar o que acharam da experiência e o que aprenderam. E para finalizar será realizada uma avaliação formativa e dialógica do projeto

Quais os benefícios esperados com a pesquisa? O principal benefício para você será aprender Física de um jeito diferente, conectando a teoria com uma atividade prática. Além disso, você ajudará os pesquisadores a desenvolverem novas formas de ensino que podem ser usadas em outras escolas, tornando as aulas de Física mais legais para outros alunos também.

Sobre o uso de sua imagem e a proteção de seus dados: O projeto de pesquisa menciona que a montagem dos competentes eletrônicos na plaquinha *protoboard* será documentada com registros fotográficos. É importante que você saiba:

Não serão feitos vídeos.

Caso você apareça em alguma foto durante a atividade em grupo, o pesquisador se compromete a proteger sua identidade, colocando uma tarja preta no seu rosto ou desfocando a imagem para que ninguém possa te reconhecer.

Essas fotos serão usadas apenas para a pesquisa e, ao final do estudo, serão descartadas (apagadas) de forma segura.

Esta pesquisa é sobre o ensino de Física e não trata de assuntos sensíveis (como temas sexuais ou que possam causar discriminação), mas o seu direito à privacidade e identidade será preservado em todas as etapas.

3. Que devo fazer se eu concordar voluntariamente em participar da pesquisa?

Caso você aceite participar, sua colaboração acontecerá durante cinco encontros de 60 minutos cada, dentro das suas aulas normais de Física. Não será necessário se deslocar para outro local.

Sua participação incluirá as seguintes atividades:

- **Primeiro encontro:** No primeiro encontro, você responderá a um questionário inicial para o pesquisador conhecer suas ideias sobre o tema. Em seguida, o multímetro como tema gerador será apresentado, a turma será convidada para uma roda de conversa, a turma será dividida em grupos
- **Segundo encontro:** Aula será expositiva e dialogada, Explicar Corrente elétrica, lei de Ohm, diferença de potencial ddp (tensão), resistores e circuitos elétricos com o auxílio do multímetro. Trabalhando em grupos, você ajudará a montar os componentes eletrônicos na plaquinha *protoboard* como resistores, leds, pedaços de fios, baterias (pilhas). Cada grupo terá um kit de competentes eletrônicos com uma plaquinha *protoboard* para realizarem o teste. Ao final, você fará uma pequena anotação sobre suas percepções em um Diário de Bordo.
- **Terceiro encontro** No último dia, você responderá ao mesmo questionário do início, para que possamos ver a evolução do seu aprendizado. haverá apresentação oral e uma roda de conversa para que todos possam compartilhar o que acharam da experiência e o que aprenderam. E para finalizar será realizada uma avaliação formativa e dialógica do projeto.

A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar, não terá nenhum prejuízo em suas notas ou em sua rotina escolar. Você também pode desistir de participar a qualquer momento, sem precisar dar uma razão.

Existem riscos?

- **Riscos:** Os riscos associados à participação na pesquisa são mínimos e se concentram na etapa de montagem do protótipo. Incluem: a) Risco de choques elétricos de baixa intensidade, provenientes da fonte ou bateria (pilha) de no máximo de 12V; b) Risco de queimaduras leves ao tocar em um resistor; c) Risco de constrangimento durante a divulgação em grupo ou ao responder aos questionários. Para minimizar os riscos, serão impostas as seguintes medidas: a) A montagem ocorrerá sempre sob a supervisão direta do professor-pesquisador, que fornecerá instruções de segurança; b) Os alunos serão orientados a não tocar nos componentes de aquecimento durante a medição; c) Será garantido o direito do participante de não responder a qualquer pergunta que o deixe desconfortável e a confidencialidade de suas respostas será assegurada.

4. Contato para dúvidas

Se você tiver qualquer dúvida sobre a pesquisa, pode falar com os pesquisadores responsáveis antes, durante ou depois do estudo:

- **Pesquisador:** Eleilson Ferreira Gomes
- **E-mail:** _____
- **Celular:** _____
- **Orientadora:** Profa. Dra. Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi
- **E-mail:** _____
- **Celular:** _____

- **Horário:** De segunda a sexta-feira, das 7:30h às 11:30h e das 13:00h às 17:00h.
Em caso de emergência ou urgência ligada à pesquisa, você pode usar o telefone de contato:

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM), que é um grupo responsável por garantir que a pesquisa seja segura e proteja você.

- **Endereço do CEP/UFAM:** Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM (Escola de Enfermagem de Manaus - Sala 07).

- **Telefone:** (92) 3305-1181, Ramal 2004

- **E-mail:** cep@ufam.edu.br

- **Atendimento:** De segunda a quarta-feira, das 9:30h às 11:30h e das 13:00h às 15:00h.

Se precisar, você também pode contatar a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) em Brasília pelo telefone (61) 3315-5877 ou pelo e-mail conep@saude.gov.br.

A participação no estudo não acarretará custos para você, e não haverá nenhuma compensação financeira adicional.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE:

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma via original assinada, rubricada e datada deste Documento de ASSENTIMENTO INFORMADO.

Nome por extenso, legível
Participante menor de idade

Assinatura do Participante menor de idade

Nome por extenso, legível
Pesquisador ou quem aplicou o TCLE

Assinatura do Pesquisador ou quem aplicou o TCLE

Amazonas,

ANEXO E – Teste: Avaliação de Conceito corrente elétrica, diferença de potencial ddp (tensão) e resistência elétrica (*Brief Electricity and Magnetism Assessment* - BEMA)

ORIENTAÇÕES AOS ALUNOS

Caro(a) Aluno(a):

- Pedimos a tua colaboração na realização deste teste, mantendo o anonimato, indicando apenas a turma e o número na lista de chamada. A tua contribuição será fundamental para esta investigação.
- Este teste irá incidir sobre os seus entendimentos diante dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial ddp (tensão) e resistência elétrica.
- Para cada pergunta, escolha a resposta que estiver mais próxima de sua compreensão.
- Procure ser cuidadoso(a) ao marcar a alternativa considerada correta. Algumas questões possuem oito alternativas. As respostas devem ser assinaladas através da colocação de uma cruz (X) a alínea correta (a, b, c, d, e, f, g, h e i).
- O teste é individual.
- O teste tem 10 questões e a estimativa para se responder a cada questão é inferior a 1 min.
- Cada questão possui uma única resposta correta.
- Não é permitido consulta e nem o uso de qualquer instrumento eletrônico.
- Todos os itens são intuitivos e não necessitam de cálculos, exigindo apenas um conhecimento qualitativo e prático sobre a compreensão de fenômenos da Eletrodinâmica relacionados com o

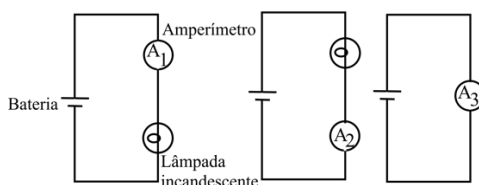
SEXO ☐ F ☐ M DATA DE NASCIMENTO ____/____/____ DATA DO TESTE ____/____/____ ANO LETIVO DO ENS. MÉDIO. ☐ 1º ☐ 2º ☐ 3º

TURMA: _____ Nº: _____ TURNO: _____

ESCOLA: _____

QUESTÕES

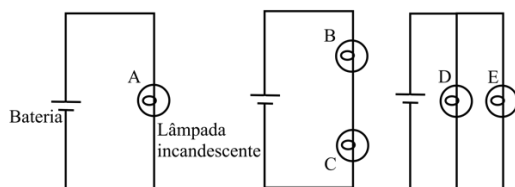
Um estudante monta os três circuitos mostrados abaixo. As lâmpadas e as baterias são idênticas nos três circuitos.



Questão 1: Ordene os três amperímetros (A1, A2 e A3) em ordem decrescente, de acordo com as suas medidas de corrente.

- (a) $A_1 = A_2 = A_3$ (b) $A_1 = A_2 > A_3$ (c) $A_1 = A_3 > A_2$ (d) $A_2 = A_1 > A_3$
 (e) $A_2 = A_3 > A_1$ (f) $A_3 > A_1 = A_2$ (g) $A_3 > A_1 > A_2$ (h) $A_3 > A_2 > A_1$
 (i) Nenhuma das alternativas.

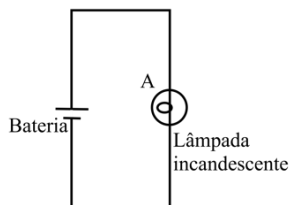
Nesses três circuitos, todas as baterias são idênticas e têm resistência interna desprezível e todas as lâmpadas são idênticas.



Questão 2: Ordene as cinco lâmpadas (A, B, C, D, E) de acordo com o brilho, do mais luminoso para o menos luminoso.

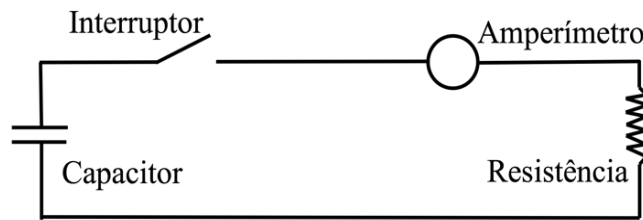
- (a) $A = B = C > D = E$ (b) $A > B = C = D = E$ (c) $A > B = C > D = E$
 (d) $A > B > C > D = E$ (e) $A = D = E > B = C$ (f) $A = D = E > B > C$
 (g) $A > D = E > B = C$ (h) $D = E > A > B = C$ (i) Nenhuma das alternativas.

Questão 3: Qual das seguintes sentenças é verdadeira sobre o campo elétrico dentro do filamento da lâmpada incandescente abaixo?



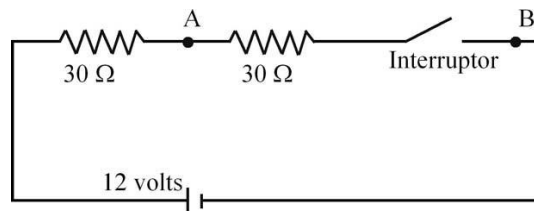
- O campo deve ser zero porque o filamento é feito de metal.
- O campo deve ser nulo porque a corrente está fluindo.
- O campo deve ser zero porque qualquer excesso de cargas estão na superfície do filamento.
- O campo deve ser não nulo porque o fluxo de corrente produz um campo elétrico.
- O campo deve ser não nulo porque nenhuma corrente irá fluir sem um campo aplicado.
- O campo deve ser zero por motivos não mencionados acima.
- O campo deve ser não nulo por motivos não mencionados acima.

Questão 4: No circuito abaixo o capacitor está originalmente carregado. Como se comporta a corrente I no amperímetro como uma função do tempo após a chave ter sido fechada?



- a. $I = 0$ sempre.
- b. $I = \text{constante}$, diferente de zero.
- c. I aumenta, então fica constante.
- d. I aumenta instantaneamente, então decresce lentamente.
- e. Nenhuma das anteriores.

Questão 5: Qual é a magnitude da diferença de potencial entre os pontos A e B, no circuito abaixo, enquanto a chave está aberta?

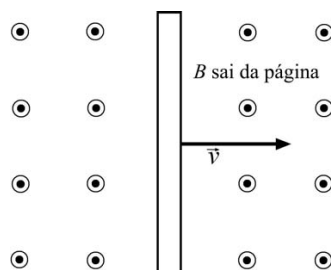


- a. 0 volts.
- b. 3 volts.
- c. 6 volts.
- d. 12 volts.
- e. Nenhuma das anteriores.

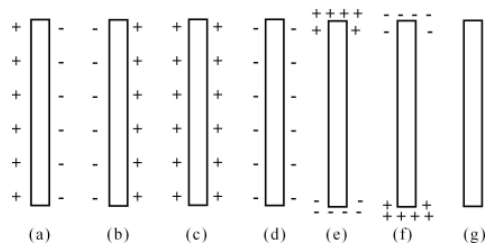
Questão 6: No equilíbrio estático, a diferença de potencial entre dois pontos dentro de um pedaço de metal sólido:

- a. É zero porque metais bloqueiam as interações elétricas.
- b. É zero porque o campo elétrico é zero dentro do metal.
- c. É não nulo se o pedaço de metal não é esférico
- d. É não nulo se há cargas sobre a superfície do metal.
- e. É não nulo por motivos não mencionados acima.
- f. É zero por motivos não mencionados acima.

Uma barra de metal neutra se move com velocidade constante $\vec{v}$ para a direita através de um região onde existe um campo magnético uniforme que está orientado para fora da página. O campo magnético é produzido por bobinas grandes que não são mostradas no diagrama.



Questão 7: Qual dos seguintes diagramas melhor descreve o estado das cargas elétricas na barra de metal?



Questão 8: A corrente elétrica em um circuito elétrico é definida como:

- (a) A quantidade de energia consumida por um resistor.
- (b) A força que impulsiona os elétrons no fio.
- (c) O fluxo ordenado de elétrons através de um condutor.
- (d) A oposição à passagem de elétrons em um circuito.
- (e) A diferença de potencial entre dois pontos.

Questão 9: A diferença de potencial elétrico ddp (também chamada de tensão) entre dois pontos de um circuito é responsável por:

- (a) Aumentar a resistência dos materiais condutores.
- (b) Controlar a direção do campo magnético.
- (c) Impedir o fluxo de corrente elétrica.
- (d) Fornecer a energia necessária para o movimento dos elétrons.
- (e) Reduzir a temperatura dos condutores.

Questão 10: A resistência elétrica de um componente em um circuito serve para:

- (a) Aumentar a velocidade dos elétrons.
- (b) Armazenar energia elétrica.
- (c) Converter eletricidade em magnetismo.
- (d) Impedir completamente a passagem de corrente.
- (e) Controlar e limitar o fluxo de corrente elétrica.